

İkinci sayı ile okuyucuların karşısına çıkarken, gelen yazılardan dergimize büyük bir ilginin gösterildiğini görmekten duyduğumuz sevinci belirtmek isteriz.

Bu sayıda yer alan yazılarda ağırlıklı konuları iplik ve kumaş kalitesini etkileyen çeşitli düzensizliklerin analizi ile tekstil dış ticaretinin genel yapısı ve ülkemizin dışarıya karşı karşılaştığı güçlükler olmaktadır. Kaliteli üretimin bu güçlüklerin aşılmasındaki önemi dikkate alınırsa, bu iki konunun bir noktada kesiştiği söylenebilir. "İş Dünyası" başlığı altında yer alan bir başka yazıda dünya tekstil ticaretindeki son gelişmeler ülkeler göre, ayrıntılı ve ilginç bir sunumla anlatılmaktadır.

Bu sayıdan başlayarak, yabancı tekstil literatürünü izleme gücünü içinde bulunan okuyuculara yardımcı olacağını umduğumuz yaygın taraması çalışmaları, "Süreli Yayınlardan" başlığı altında derginin "Güncel Olaylar" bölümünde yayınlanacaktır. Bu bölümde, seçilen yazılar, başlıklarının Türkçe tercüme ve yazı ile ilgili bilgiler yanında bazen orijinal dildeki kısa özetleriyle birlikte yer almaktadır.

Gösterilen ilgiye teşekkür ederken, dergimizin daha iyi bir düzeye ulaştırılmasına yardımcı olacağına inandığımız değerli eleştiri ve katkılarınızı bekleriz.

Yayın Kurulu

Çalışan Dokuma Tezgahında Atkı Sıklığı Değişiminin Ölçümü ve Matematiksel Analizi

Güngör BAŞER

Doç. Dr.

Ege Ün. Müh. Fak. Tekstil Müh. Bl. İZMİR

Gönül DURMAZ (ŞENGÖZ)

Tekstil Y. Müh.

Beymen Konfeksiyon San. ve Tic. A.Ş. İSTANBUL

Dokuma kumaşta atkı sıklığının değişimi 'kumaş düzgünsüzlüğü' olarak tanımlanabilen ve kontrolü gerekli bir özelliktir. Bu tebliğde önce, kumaş oluşum teorileri ışığında, atkı sıklığının değişim nedenleri açıklanmakta, bunun çalışan tezgahta ölçümü için geliştirilen optik yöntem anlatılmaktadır. Dahasonra yapılan deneysel çalışma ve atkı sıklık değişimlerinin matematiksel analizi anlatılmaktadır.

Deneysel çalışma, tezgahın düzgün ve hatalı çalışması durumunda optik yöntemle ve ham kumaşta atkı sayarak sıklık değişiminin belirlenmesi yanında, ham kumaştan kesilen ince şeritlerin Uster düzgünsüzlük ölçme aracı ve spektrografında yapılan spektrogram analizini içermektedir.

Sonuç olarak optik ve kapasitif ölçme yöntemlerinin kumaş düzgünsüzlüğünün ölçümünde yeterli duyarlık sağlayacağı, en pratik matematiksel analiz yönteminin korelogram analizi olduğu görülmüştür.

THE MEASUREMENT OF PICK DENSITY VARIATION ON THE RUNNING LOOM AND ITS MATHEMATICAL ANALYSIS

The variation of pick density in a woven cloth is a property which may be defined as 'fabric irregularity' and which must be controlled. The causes of pick density variations are discussed first, in this paper, on the light of the theories of cloth formation and the optical method developed for its measurement on a running loom is described. The experimental work done and the mathematical analysis of the pick density variations are, then, discussed.

The experimental work has included the spectrogram analysis of narrow strips of fabric cut out of the grey cloth, carried out on the Uster evenness tester and

spectrograph, as well as the determination of pick density variation as measured by the optical method and by counting picks on the grey cloth in the cases of regular and faulty running of the loom. In conclusion, it has been observed that the optical and capacitive methods of measuring fabric irregularity provide sufficient accuracy and that the most practical method of mathematical analysis is the correlogram analysis.

1. GİRİŞ

Kullanım amacına uygun olarak tasarım süresince belirlenen teknik özelliklerde üretilen bir dokuma kumaşın, hatasız biçimde elde edilmesi kadar düzgün olması da istenir. Dokuma kumaşta birim ağırlık, en ve atkı sıklığı gibi özelliklerin değişmezliği hem estetik hem de kumaşın kullanım performansı açısından önemli kalite özellikleridir. Hatasız oluş, iplikten, tezgahın veya dokumacıdan kaynaklanan hataların olmadığı ideal bir durum olarak tanımlanabilir. Düzgünlük ise kumaşın kağıt üzerindeki geometrik çizimine yakınlık derecesi olarak tanımlanabildiği gibi, kumaş birim ağırlığının ya da kumaş yoğunluğunun değişmezliği olarak da tanımlanabilir.

Geometrik yorumu ile tanımlanan kumaş düzgünlüğü kumaşta atkı aralığının değişmezliğidir. Endüstride de düzgün kumaş kavramı, hatasız oluş yanında daha çok atkı sıklığının değişmezliği anlamını içermektedir. Ancak atkı ipliği çapındaki değişimler, atkı aralıkları aynı kalsa da kumaş yoğunluğunda önemli değişimlere neden olurlar. Bunun sonucu kumaşta ince ve kalın yerler oluşabilir. Atkı sıklığının değişim göstermesi ise "sık-seyrekleme hatası" olarak tanımlanan önemli bir kumaş hatası oluşturur.

Sıklık değişimleri kumaşta düzensiz olabildikleri gibi kısa ya da uzun terimli periyodik hatalar olarak da ortaya çıkabilirler. Kumaş kalitesini doğrudan etkileyen bu düzensizlikler, iplik düzgünsüzlüğü yanında tezgah ayarlarındaki bozukluklar, tezgahın çözgüyü ve kumaşı kontrol eden mekanizmalarındaki mekanik aksaklıklar ve tezgah duruşları gibi faktörlerin karmaşık etkilerinden kaynaklanırlar.

İplik düzgünsüzlüğünün tam bir analizi için birçok metodlar ve araçlar geliştirilmiş olmasına karşın, kısaca atkı sıklığının değişimi olarak tanımlanabilecek olan kumaş düzgünsüzlüğünün ölçümü ve analizi için böyle olanakların bulunmadığı görülmektedir. Bu çalışmada, "kumaş düzgünsüzlüğü" kavramını geliştirerek bunu en iyi biçimde ölçen ve değerlendiren yöntemlerin araştırılması amaçlanmıştır. Diğer yandan, dokuma kumaşların yüksek maliyetleri ve bu tür değerlendirmelerin kumaş tezgahından çıkarıldıktan sonra yapılmasının yolaçacağı zaman kayıpları, üzerinde önemle durulan noktalar olmuştur. Bu nedenle çalışan dokuma tezgahından sürekli veri kaydı sağlayacak bir ölçme sisteminin oluşturulması ve elde edilen verilerin uygun matematiksel yöntemlerle bilgisayar kullanılarak analizi biçiminde bir yaklaşım yapılmıştır.

2. KUMAŞ DÜZGÜNSÜZLÜĞÜNÜN OLUŞUMU

2.1. Tezgahta Kumaş Oluşumunun Temel İlkeleri

Atkı sıklığının hangi faktörlerin etkisi altında nasıl de-

ğıştığını açıklayabilmek için önce tezgahta kumaş oluşumunu etkileyen tezgah ve kumaş parametreleri arasındaki ilişkilerin ortaya konulması gerekmektedir.

Greenwood ve Cowhig [1956], tezgahta kumaş oluşumunu "Artık Gerilim Teorisi" adını verdikleri bir teoriyle açıklamışlardır. Bu teori, atkı sıkıştırma işleminin herhangi bir anında atkıyı sıkıştıran kuvvetin kumaş ve çözgü gerilimleri arasındaki farktan oluştuğunu varsayarak, kumaş oluşumunun temel denklemini,

$$R = T_1 - T_2 = Z (E_1 / l_1 + E_2 / l_2) \dots \dots \dots (1)$$

formülüyle vermişlerdir. Burada R atkıyı iterek çözgü iplikleri arasında sıkıştıran kuvveti, Z kumaş oluşum (ön) çizgisinin temel konumundan tarağın en ileri konumuna doru yaptığı hareketin uzunluğu, l_1 ve l_2 sırasıyla çözgünün ve kumaşın serbest uzunluklarını, E_1 ve E_2 çözgü ve kumaşa ait elastiklik katsayılarını göstermektedir. Tefe en ileri noktaya ulaştığında Z, kumaş ön çizgisinin (-L) konumu ile S atkı aralığı arasındaki farka eşit olacak; dolayısıyla tefe vuruş kuvveti R_s ,

$$R_s = (S - L) (E_1 / l_1 + E_2 / l_2) \dots \dots \dots (2)$$

denklemlerle verilecektir. Her ne kadar E_2 oluşan kumaşta atkı sıklığına bağlı ise de, deneysel olarak saptanabilir. Ancak, kumaş ön çizgisinin temel konumu L ile kumaşın tarağa uyguladığı reaksiyon kuvvetine eşit olduğu için "dokuma direnci" olarak da tanımlanan R_s büyüklüklerinden birini veren bir ikinci denklem daha gereklidir. Greenwood ve Cowhig [1956] bu amaçla "Ters Uzaklık Denklemi" olarak adlandırdıkları,

$$R = \frac{k}{r - D} \dots \dots \dots (3)$$

ampirik bağıntıyı önermişlerdir. Burada r tarak ile kumaş ön çizgisi arasındaki uzaklık, D atkı aralığının teorik minimum değeri, k bir sabit sayıdır. D parametresi ise, atkı çapına eşit kabul edilebilir.

Tefe vuruşunun son aşamasına $r = S$ olacak, Denklem (3)'de R yerine R_s yazılarak, kumaş ön çizgisinin temel konumu, Denklem (2)'den,

$$L = - \frac{K}{S - D} + S, K = k / (E_1 / l_1 + E_2 / l_2) \dots \dots \dots (4)$$

eşitliği ile belirlenecektir. Eğer koşullar kararlı ise, S atkı aralığı kumaş çekim miktarı P'ye eşit olacak, dolayısıyla kumaş ön çizgisinin konumu belirli bir L_p değerine ulaşacaktır.

Bazı durumlarda, çözgü gerilimi vuruş sırasında kumaşta yeterli gerginlikte kalmasını sağlayacak bir değer altına iner ve "torbalama" olarak bilinen yetersiz dokuma koşulları ortaya çıkar. O zaman istenen atkı sıklığı gerçekleştirilemez. Bu nedenle tefe vuruşundan hemen önceki kumaş gerilimine eşit bir T_0 temel çözgü geriliminin, kararlı koşullarda,

$$\frac{k}{(P - D) (E_1 / l_2 + E_2 / l_1 + 1)} \geq T_0 \dots \dots \dots (5)$$

eşitsizliğiyle gösterilen minimum bir düzeyi sağlanmalıdır.

Dokuma direncinin bir bölümü sıkışan atkı ipliği ile, kıvrım kazanarak biçim değiştiren çözgü ipliği arasındaki sürtünme kuvvetinden, bir bölümü de çözgünün deformasyonu ile oluşan elastik kuvvetten kaynaklanır. Plate ve Hepworth [1971], ters uzaklık formülü yerine dokuma direncini iplik, kumaş ve tezgah parametreleri cinsinden veren karmaşık formüller önermişlerdir. Bu parametrelerin bir bölümü iplik eğilme rijitlikleri, atkı ve çözgü iplikleri arasındaki sürtünme, tefe vuruş anındaki ağızlık açısı gibi Greenwood ve Cowhig [1956]'in temel analizinde dikkate alınmayan parametrelerdir.

Plate ve Hepworth [1973] ayrıca belirli bir aralığa iletilen atkı ipliğinin, tefenin vuruş sonrası geriye doğru yaptığı hareketi sırasındaki geri sıçrama koşullarını da incelemişlerdir. Bunun sonucu en son atılan atkının kararlı konumu ile geri sıçraması durumunda daha önce kumaşa yerleşmiş olan diğer atıkların konumlarını nasıl değiştirdiğini göstermişlerdir.

2.2. Atkı Sıklık Değişimlerine Neden Olan Etkenler

İplik düzgünsüzlüğü iki atkı ipliği arasındaki uzaklığı iplik çapına bağlı olarak değiştirir. Kalın bir atkı ipliğinden sonra atılan ince bir atkı ipliği bir önceki atkıya doğru kayar. İplikler bu hareketi kumaş içinde sttik bir denge kurmak için yaparlar. Ancak Greenwood ve Vaughan [1959] atkı numarasını belirli aralıklarla değiştirerek atkı aralığının değişimini incelediklerinde; kalın atkıdan inceye geçerken atkı aralığının küçüldüğünü, fakat ince numaradan kalına geçerken büyüdüğünü, her iki durumda da belirli sayıda atkı atıldıktan sonra kararlı ilk değere geri döndüğünü göstermişlerdir. Dolayısıyla çapa bağlı sıklık değişimi, statik dengeden çok, kumaş ön çizgisinin değişiminden etkilenmektedir. Atkı sıklığı, kumaş ön çizgisinin konumu Denklem (4) ile belirlenen yeni atkı çapına uygun değere ulaştığında eski değerine geri döner.

Atkı sıklık değişiminin kumaş yoğunluğunu etkileyişi, atkı örtme faktörünü veren,

$$F = \frac{1}{S \sqrt{C}} \dots \dots \dots (6)$$

formülüyle belirlenir. Burada C atkının dolaylı numaralama sistemindeki numarasını göstermektedir. O halde aynı formülle atkı sıklığının değişimi ile numara değişimlerinin birlikte etkisi izlenebilecektir. Greenwood ve Vaughan [1959] "atkı numarası değişiminin yol açtığı atkı aralığı değişiminin, her zaman, atkı aralığının değişmediği bir durumda atkı numarası değişiminin yol açacağı örtü faktörü değişimine karşı gelecek yönde olduğu"nu deneysel olarak göstermişlerdir. Ancak bu değişim kumaş ön çizgisinin konumunun değişim hızı ölçüsünde ve azalarak gerçekleşir.

Kumaş ön çizgisinin konumundaki değişimler atkı değişimlerinin başta gelen nedenidir. Bunun yanında gerilim değişimleri de atkı sıklığının değişmesine yol açar. Bu nedenle çözgü bırakma ve kumaş çekme mekanizmalarının tasarımında kumaş ve çözgü gerilimlerinin belirli bir değerde tutulması önemlidir.

Marks ve Robinson [1976], atkı sıklık değişimlerinin en önemli üç kaynağını kumaş çekme hareketi, çözgü bırakma hareketi ve tezgah duruşları olarak değerlendirmektedirler. Kumaş çekme hızındaki herhangi bir değişim kumaş ön çizgisinin konumunu değiştirerek atkı sıklığının değişimine yol açar. Kumaş çekim hızındaki değişimler eksantrik silindir ya da dişliler, dişli çarklardaki eksik dişler gibi mekanik arızalardır.

Greenwood ve Cowhig [1956] kumaş çekme hareketinin temel denklemini,

$$\frac{dl}{dn} = - a \dots \dots \dots (7)$$

biçiminde göstermişlerdir. Eğer dokuma işleminin herhangi bir anında gerçek atkı aralığı S ile istenen P değeri sırasında $S - P = a$ kadar bir fark oluşmuşsa, bu fark kumaş ön çizgisinin konumunu aynı miktarda değiştirecektir. Diğer yandan, P değeri aynı zamanda her atkıda çekilen kumaş miktarına, bir diğer deyimle kumaş çekim hızına eşittir. Denklem (4)'de görüldüğü gibi kumaş ön çizgisinin konumu atkı aralığını etkilediğinden n sayıda atkı atıldıktan sonra $S = P$ olduğunda, L, kumaş ön çizgisinin uygun konumu olan L_p sabit değerine gelecektir. Bu Denklem (7)'nin $a = 0$ yerine konarak integrasyonu ile gösterilebilir.

Kumaş çekim mekanizmasının düzensiz çalıştığı durumlarda kumaş çekim hızı P sabit değerinden farklı ve n atkı sayısının bir fonksiyonu olan değişken bir p değerinde olacaktır. Dokuma işleminin herhangi bir anında kumaş ön çizgisinin konumunda uygun L değerinden $L - L_p = b$ kadar bir fark bulunuyorsa, kumaşın p' çekim hızıyla bu fark azaltılmaya çalışıldığından, b'nin n'e göre türevi alınarak,

$$\frac{db}{dn} = - S + P' = - a + P' - P \dots \dots \dots (8)$$

denklemler elde edilir. Eğer $P' - P$, atkı sayısının bir fonksiyonu olarak belirlenebilirse b'nin değeri Denklem (4) yardımıyla,

$$b = L - L_p = S - P - \frac{K}{S - D} + \frac{K}{P - D} \dots \dots \dots (9)$$

Çözgü bırakma hareketinin yol açtığı sıklık değişimlerine, çözgü bırakma hareketindeki düzensizlikler ile temel çözgü geriliminin bunlarla ya da ayrı olarak ortaya çıkan değişimleri neden olur. Greenwood ve Cowhig [1956] temel çözgü gerilimindeki bir değişimin etkisini, dT_0 gerilim farkı ile bunun kumaş uzunluğunda yolaçtığı dl_2 değişimi arasındaki ilişkiden yola çıkarak,

$$dl_2 = - (dl)_T = - (db)_T = \frac{l_2}{E_2} dT_0 \dots \dots \dots (10)$$

formülüyle belirlemişlerdir.

Kumaş ön çizgisinin konumu, bu değişimin yanısıra ayrıca atkı aralığı değişiminin yolaçtığı,

$$\left(\frac{db}{dn} \right)_p = - a \dots \dots \dots (11)$$

değişimine de uğrayacaktır. Bu nedenle Greenwood

[1957], kumaş, ön çizgisi konumunu çözgü bırakma hareketi ile ilgili atkı sayısına bağlı değişimini, bu iki değişimi toplayarak,

$$\frac{db}{dn} = - \left(a + \frac{l_2}{E_2} \frac{dT_0}{dn} \right) \dots \dots \dots (12)$$

diferansiyel denklemlerle göstermiştir.

Çözgü levendinin durması ya da aniden harekete geçmesi temel çözgü geriliminde değişmelere yol açar. Bu değişimler sırasında eğer temel çözgü gerilimi vuruş sırasında kumaş ve çözgü gerilimleri arasında net bir kuvvet farkı oluşturmayacak ölçüde düşerse, o zaman torbalama koşulları geçerlidir ve atkı sıklığı düşer. Tezgah duruşları da hem çözgü geriliminin duruş süresi içinde düşmesi hem de bunun sonucu kumaş ön çizgisinin konumunun değişmesi nedeniyle sıklık değişimlerine yol açarlar. Bu ikinci etki, Denklem (11)'le aynı fakat farklı anlamda,

$$\frac{db}{dn} = - a = - S + P \dots \dots \dots (13)$$

formülüyle gösterilecektir.

Kumaş çekme ve çözgü bırakma mekanizmalarının atkı sıklığını etkileyişleri, yukarıda kısaca açıklanan genel kurallar çerçevesinde bu mekanizmaların pozitif ya da negatif oluşlarının yarattığı özel koşullara da bağlıdır.

Negatif kumaş çekme mekanizmalarında, tarak kumaş ön çizgisini hareket ettirdiğinde düşen kumaş gerilimi, kumaşın çekilerek kumaş silindire sarılmasını sağlar. Kalın bir atkı atıldığında kumaş ön çizgisinin konumundaki değişim daha fazla olacağından düşecektir. Bu ise bir yandan atkı sıklık değişimine yolaçarken diğer yandan kumaş yoğunluğunda düzeltici bir etki yapar. Pozitif sistemlerde ise kumaş çekim hızı sabit bir değere ayarlandığından iplik düzgünsüzlüğünden ve mekanik kusurlardan daha çok etkilenir.

Negatif bir çözgü bırakma sisteminde uzun terimli gerilim değişimleri kaçınılmazdır [Marks ve Robinson, 1976]. Dokumacının bu değişimi en aza indirmek için zaman zaman çözgü gerilimini azaltıcı ayarlamalar yapması gerekir. Diğer yandan sistemin kayma-tutma biçimindeki kesikli hareketi kısa terimli, ip, zincir, fren ayağı gibi sürtünme elemanları ile temas ettikleri yüzeylerdeki sürtünmenin değişimi orta terimli gerilim değişimlerine yola çar. Pozitif çözgü bırakma sistemlerinde ise, doğrudan hareket ettirildikleri için, mekanik aksaklıklar çözgü gerilimini hemen etkileyerek sıklık değişimlerine yol açarlar.

Plate ve Hepworth [1973]'ün atkının geri sıçraması ile ilgili analizleri, tefe vuruş sırasındaki ağızlık açısının, tefe vuruş sırasında ve sonrasında kumaş ve çözgü gerilimlerinin, atkı ve çözgü arasındaki sürtünmenin atkı sıklığındaki değişimleri nasıl etkilediğine ışık tutucu yeni öğeler getirmiştir. Geri sıçrama etkisinin atkı sıklığı arttıkça önem kazandığını, dolayısıyla yüksek atkı sıklıklarında daha fazla sıklık değişimi elde edileceğini, vuruş sırasındaki en iyi ağızlık konumunun kapalı ağızlık olacağını göstermişlerdir.

3. DENEYSEL ÇALIŞMA

3.1. Çalışan Tezgahta Kumaş Düzgünsüzlüğünün Ölçümü

Önceki bölümde verilen açıklamalardan görüleceği gibi, kumaşa atkı sıklığı çok sayıda faktörün karmaşık etkileri altında değişime uğramaktadır. Uygun tezgah ayarlarıyla bu değişim ne kadar en aza indirilirse indirilsin, dokuma işleminin niteliği ve ilgili tezgah mekanizmalarının özelliği gereği atkı sıklık değişimleri kaçınılmazdır. İplik numarasındaki değişimlerin etkisi birden çok mekik kullanarak yapılan atkı karıştırma işlemiyle giderilebilir. Ancak, özellikle tezgah mekanizmalarının mekanik kusurlarından ve yanlış ayarlarından kaynaklanan sıklık değişimlerinin ölçümü, nedenlerinin ve giderilme yollarının bulunması gerekir.

Atkı sıklığının en kesin ölçüm yöntemi belli bir kumaş uzunluğuna giren atkı sayısının saptanmasıdır. Ham ya da bitmiş kumaşa bu işlem, bir büyüteç altında kumaşın işareti iki atkısı arasındaki atkılarını sayarak ya da kenarları 1 cm veya 1 inç olan bir kare çerçeve içine giren atkılarını kolayca sayılabileceği bir lup yardımıyla yapılır. Bu tür ölçümler tezgah üzerinde atkı sayacı yardımıyla, ancak tezgahı durdurarak yapılabilir. Ayrıca kumaş üzerine konarak atkı sıklığını ölçen optik sıklık ölçme skalaları da vardır.

Bu çalışmada çalışan tezgahta sıklığı sürekli ölçmek ve kaydetmek için yapılan bir ön çalışmada [Şengöz, 1983] uygulanan optik sistem kullanılmıştır. Burada uygulanan ilke kumaşın üzerine ışık düşürülüp kumaştan geçen ışığın kumaşın altına yerleştirilen bir fotosele düşürülmesidir. Bu amaçla kullanılan fotomonitör ışık şiddetini elektrik akımına dönüştürmekte, fotomonitöre bağlı voltmetre ibresinden voltaj değişimi okunarak kaydedilmektedir.

Bu yöntemle ölçülen değişken atkı sıklığının kendisi olmayıp, kumaşa atkılarının sağladığı örtmeye bağlı olarak değişen kumaşın ışık geçirgenliğidir. Bir ikinci yöntem benzer bir ölçümü kumaş yoğunluğunun değişiminin doğrudan ölçülebileceği kapasitif ölçme olabilir. Elektrik yüklü bir kondansatörün plakaları arasından geçirilen ipliğin lineer yoğunluğuna bağlı olarak kondansatör kapasitesinin değişimini bir frekans osilatörü yardımıyla voltaj değişimine dönüştüren Uster düzgünsüzlük ölçme aracındaki benzer bir yöntem uygulanabilir.

Optik yöntem atkı ipliğinin çap değişiminden, kapasitif yünden ipliğin kesit alanının ya da numarasının değişiminden etkilenecektir. Tezgah çalışırken doğrudan atkı sıklığını ölçen mekanik yöntemler de tasarlanmış, ancak pratik ve duyarlı olmayacağı kanısına varılmıştır.

3.2. Deneysel Materyali

Deneyde 1976 yapımı bir Sulzer marka mekikcikli dokuma tezgahı 300 d/dak hızda kullanılmıştır. Tezgahın çözgü bırakma sistemi karma; kumaş çekme sistemi pozitif 7 dişli mekanizmadır. Atkı besleme doğrudan bobinden yapılmakta ve dört bobin kullanılmaktadır [Şengöz, 1986].

Deneyler atkısı ve çözgüsü 44/2 Nm ekru % 100 yün kamgarn ipliğinin kullanıldığı ropluk bezayağı kumaşa, cm'de 17 atkı sıklığı uygulanarak yapılmıştır. Kumaşın tarak eni 173,3 cm., çözgü tel sayısı 2800, gramajı 173-180 gr/m² dir. 80/2 numara tarak kullanılmıştır.

Fotomonitör, kumaşın tefe vuruşu sırasındaki titreşimden etkilenmeyen bir bölgesi olan kumaş silindiri ile ön köprü arasındaki bölümün altına yerleştirilmiş ışık kumaşa dik gelecek biçimde kumaş üstüne yerleştirilen bir lamba ile kumaşa düşürülmüştür. 3 mm. çaplı fotomonitöre ölçüm aralığı 0-10 milivolt, ölçüm duyarlığı % 1 olan bir voltmetre bağlanmıştır.

3.3. Deneysel

Deneyde hem iplik düzgünsüzlüğünün hem de tezgah hatasının etkisini görebilmek için, kullanılacak olan atkı ipliklerinden alınan bobinler üzerinde Uster düzgünsüzlük ölçmeleri yapılmış, bu bobinler % cv düzgünsüzlük değerlerine göre iki gruba ayrılmışlardır. Düzgün kabul edilen dört bobinin düzgünsüzlük değerleri % 13,12, % 13,22, % 13,26, % 13,30, düzgünsüz kabul edilen dört bobine ait düzgünsüzlükler % 16,24, % 14,28, % 14,46, % 14,30'dur. Bu bobinlerden ayrıca Uster spektrogramları da elde edilmiştir. Düzgün iplikte 2,5 m'de, düzgünsüz iplikte 25 cm'de periyodik değişimlerin olduğu görülmüştür.

Tezgahın hatalı çalışmasından kaynaklanan sıklık değişimlerini incelemek için, tezgah hem düzgün, hem de kasıtlı olarak hatalı çalıştırılmıştır. Tezgahta 17,65 cm/dak çıkış hızı ile dokunan kumaşa periyodik sık-seyrek hatası oluşturmak için, her 10 dakikada bir regülatör ayarı değiştirilerek kumaş çekim hızı yavaşlatılıp hızlandırılmıştır. Böylece hatalı dokunan kumaş örneklerinden her 176,5 cm'de tekrarlayan bir periyodik hata elde edilmiştir.

Düzgün ya da düzgünsüz iplikte düzgün ve hatalı çalışma olmak üzere yapılan dört deneyde her biri 7 m. uzunlukta dört kumaş örneği dokunmuştur. Tezgah çalışırken kronometre yardımıyla eşit zaman aralıklarında voltmetrenin okunarak sağlıklı bir veri kaydı için 5 saniyelik sürelerin uygun olacağı saptanmıştır. Bu süre 1,471 cm. kumaş uzunluğuna eşdeğerdir. Dolayısıyla optik yöntemle yapılan ölçmelerle her kumaştan 476 veri elde edilmiştir.

Tezgahtan kesilerek çıkarılan kumaş örnekleri üzerinde sayım yöntemiyle de atkı sıklığının değişimi saptanmıştır. Bunun için kumaş üzerinde 2,5 cm. aralıklı işaretler konulmuş ve bu çizgiler arasında lüpla atkı sayılarak sıklık ölçümleri yapılmıştır. Böylece her örnekte matematiksel değerlendirme için yeterli sayılabilen 280 veri elde edilmiştir.

Kapasite yöntemi kumaş düzgünsüzlüğünün ne ölçüde başarılı olarak ölçülüp değerlendirilebileceğini araştırmak için dokunan kumaş örneklerinden 1 cm. genişliğinde, 7 m. boyunda ve lineer yoğunlukları 26 g/m olan onar şerit kesilmiştir. Bu şeritler, Uster Tester I modeli düzgünsüzlük ölçme aletinden kalın bir bant geçiriliyor gibi, 4 m/dak materyal geçiş hızı ve % 25 algılama hassasiyeti ile 1 dakika süre ile geçirilerek test edilmişler,

her bir şeridin % C.V değeri ve Uster Spektrografı elde edilmiştir.

4. KUMAŞ DÜZGÜNSÜZLÜĞÜNÜN MATEMATİKSEL ANALİZİ

4.1. Korelogram Analizi

Bir sürekli ya da tamsayı değişkenin, belirli bir zaman sürecinin birbirlerinden k uzaklıktaki P_j ve P_{j+k} noktalarında saptanan u_j ve u_{j+k} ya da u_a ve u_{a+1} değerlerinden oluşan zaman serilerini ele alalım. Birbirlerinden k uzaklıktaki bu noktalar arasındaki φ_k korelasyon katsayısı,

$$\varphi_k = \frac{\sum_{x_i} (u_j - \bar{u})(\bar{u}_{j+k} - \bar{u})}{\sqrt{\sum_i (u_j - \bar{u})^2 \sum_i (\bar{u}_{j+k} - \bar{u})^2}} \dots \dots (14)$$

olarak verilir. Eğer değişken sürekli ise, birbirlerinden l periyodu aralıklı noktalar arasındaki φ_l korelasyon katsayısı,

$$\varphi_l = \frac{\int_0^L (u_a - \bar{u})(\bar{u}_{a+l} - \bar{u}) dl}{\sqrt{\int_0^L (u_a - \bar{u})^2 dl \cdot \int_0^L (\bar{u}_{a+l} - \bar{u})^2 dl}} \dots \dots (15)$$

formülüyle gösterilir. Onions ve Selwood [1956], eğer V

$$V = \frac{1}{L} \int_0^L (u - \bar{u})^2 dl \dots \dots \dots (16)$$

formülü ile değer tek tek alındığında hesaplanan genel varyans, Q₁

$$Q_1 = \frac{1}{L} \int_0^L (u_a - u_{a+l} - 2\bar{u})^2 dl \dots \dots \dots (17)$$

formülü ile gösterilebilen ve aralarında l uzaklık bulunan değerler ikişer ikişer alındığında hesaplanan varyans ise, l korelasyon katsayısının,

$$\varphi_l = \frac{Q_1}{2V} - 1 \dots \dots \dots (18)$$

formülüyle hesaplanabileceğini belirtmişlerdir.

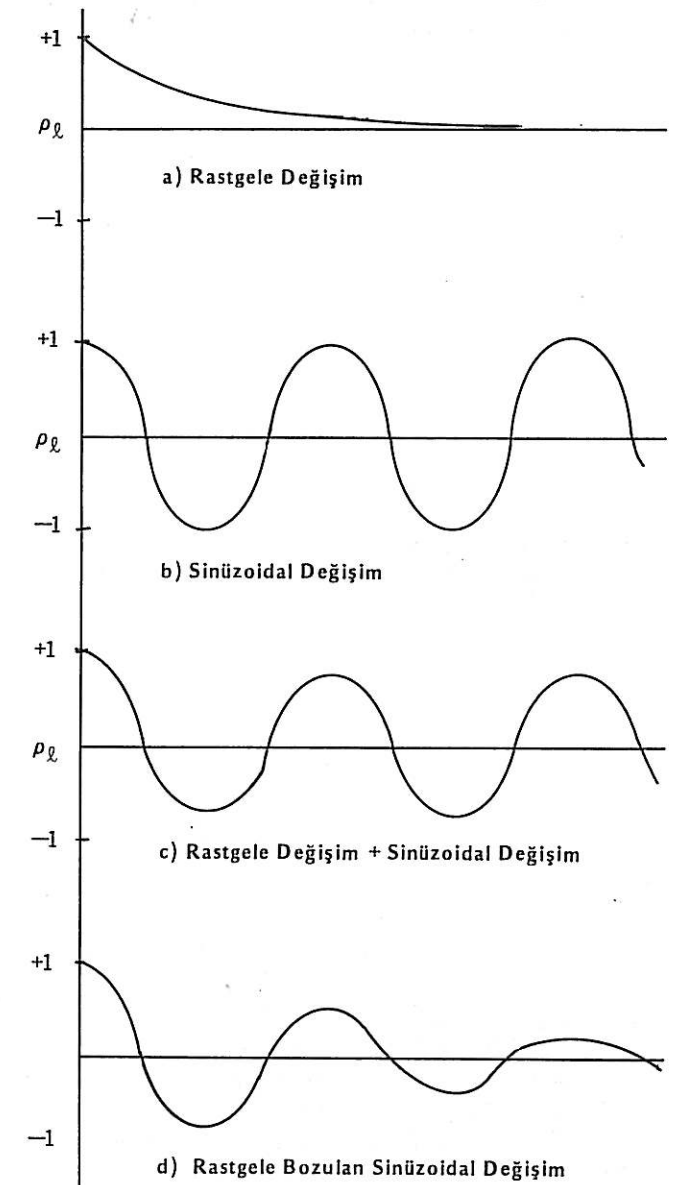
O halde elde edilen a_j = a₁, a₂, a₃ a_n sıklık değerlerinden, ister voltmetre verileri, ister saymayla elde edilen sayılar olsun, aralarında k = 1, 2, 3, . . . uzaklığı olan b_j = a₁ + a₂, a₂ + a₃, a₃ + a₄, C_j = a₁ + a₃, a₂ + a₄, a₃ + a₅, d_j, zaman serileri oluşturulursa, a_j değerlerinin bu şekilde ikişer ikişer toplanmasıyla elde edilen bu b_j, c_j, d_j . . . değerlerin kendi içlerinde hesaplanan varyansları Formül (17)'de verilen Q₁ değerlerine eşit olacaktır. Bu değerlerden ve genel varyanstan Formül (18) yardımıyla her bir k değeri için φ_k korelasyon katsayısı hesaplanabilir. Şimdi eğer φ_k katsayıları k'ya ya da 1 periyoduna göre bir grafikte gösterilirse "Korelogram" adı verilen bir diyagram elde edilecektir.

Eğer a_j değerleri rastgele değişim gösteriyorlarsa Şekil 1a'da gösterilen tipte bir korelogram elde edilir. Eğer değişim bir sinüs dalgası biçiminde tek bir periyodik değişimse, korelogram Şekil 1b'deki gibi, rastgele bir değişim ile birlikte bir periyodik değişim varsa Şekil 1c'deki gibi korelogramlar elde edilir. Eğer sinüs eğrisi rastgele biçimde bozuluyorsa, elde edilen korelogram sönümlü bir dalga biçimindedir (Şekil 1d)

4.2. Peryodogram Analizi

Basit salınım hareketleri bir sinüs veya kosinüs terimi ile gösterilebilen 'saf' harmonik dalga hareketleri olarak incelenebilirler. Birden çok titreşimden oluşan saf olmayan bir salınım ise,

$$u_t = A_1 \sin(\alpha_1 + \frac{2\pi}{\lambda_1} t) + A_2 \sin(\alpha_2 + \frac{2\pi}{\lambda_2} t) + \dots (19)$$



Şekil 1. Temel korelogram biçimleri

formülünde gösterildiği gibi birden çok sinüs teriminden oluşan bir seri ile açıklanabilir. Burada A_1, A_2, \dots bileşen basit titreşimlerin genlikleri, $\lambda_1, \lambda_2, \dots$ dalga boyları, $\alpha_1, \alpha_2, \dots$ katsayılarıdır.

u_j 'nin j 'nin 1'den n 'e kadar değişen değerleri için u_j değerlerini aldığını varsayalım. Eğer herhangi bir χ dalga boyu seçilerek,

$$\left. \begin{aligned} A &= \frac{2}{n} \sum_{j=1}^n u_j \cos \frac{2\pi}{\chi} \\ B &= \frac{2}{n} \sum_{j=1}^n u_j \sin \frac{2\pi}{\chi} \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots (20)$$

toplamlarında $S^2 = A^2 + B^2$ toplamı oluşturulursa, S , periyodik değişimin şiddetini belirleyen bir terim olmaktadır. A ve B büyüklükleri ise sabit sayılar olmayıp, sinüs ve kosinüs terimlerinin denemesiyle elde edilen seri kovaryanslarıdır [Yule ve Kendall, 1958]

Şimdi serinin gerçekte,

$$u_t = a \sin \frac{2\pi t}{\lambda} + b_t \dots \dots \dots (21)$$

terimi ile verildiğini varsayalım ve b_t , deneme periyodu ile ilgili olmayan, örneğin bir rastgele değişim terimi olsun. o zaman,

$$\left. \begin{aligned} A &= \frac{2a}{n} \sum_{j=1}^n \sin \frac{2\pi j}{\lambda} \cos \frac{2\pi j}{\chi} = \\ &= \frac{2a}{n} \sum_{j=1}^n \sin \alpha_j \cos \beta_j \\ x &= \frac{2\pi}{\lambda}, \quad \beta = \frac{2\pi}{\chi} \end{aligned} \right\} (22)$$

eşitliği elde edilir. Benzer bir eşitlik B terimi için de elde edilirse, n 'nin yeterli büyüklükte olduğu varsayılarak S^2 toplamı, yaklaşık olarak,

$$S^2 = A^2 + B^2 = \frac{a^2}{n^2} \frac{\sin^2 \left\{ \frac{1}{2} (\alpha - \beta) n \right\}}{\sin^2 \left\{ \frac{1}{2} (\alpha - \beta) \right\}} \dots \dots (23)$$

biçiminde elde edilir. Bu eşitlikte $\alpha - \beta$ açısının küçük olduğu, bir diğer deyimle γ 'nın λ 'ya yaklaştığı durumda

$$\sin \left\{ \frac{1}{2} (\alpha - \beta) n \right\} = \frac{1}{2} (\alpha - \beta) n$$

S değeri α 'ya yaklaşacaktır. Bu da Denklem 921)'de verilen sinüs teriminin genliğini verir.

Değişik χ değerleri için hesaplanan $S = a$ genliklerinin χ 'ye bağlı olarak gösterilmesiyle elde edilen eğri "periyodogram", bu amaçla yapılan analiz "harmonik analiz" olarak bilinir. Periyodogramda yüksek noktalar periyodik değişimlerin dalga boylarında ortaya çıkacak, S genlikleri her zaman pozitif olarak elde edilecektir.

Değişik χ değerleri için A ve B toplamlarını hesaplamak amacıyla χ tamsayı olarak alınır; birbirlerinden χ uzaklıktaki u terimlerinin alt alta geldiği aşağıdaki gibi bir tablo hazırlanır.

$$\begin{array}{cccc} u_1 & u_2 & \dots & u_j & \dots & u_\chi \\ u & & & & & \\ u_{\chi+1} & u_{\chi+2} & \dots & u_{\chi+1} & \dots & u_2 \chi \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ u_{(\varphi-1)\chi+1} & u_{(\varphi-1)\chi+2} & \dots & u_{(\varphi-1)\chi+1} & \dots & u_\varphi \chi \end{array}$$

Eğer $\rho \chi$ terimi N ile gösterilir ve sütun terimleri toplamları $m_1, m_2, \dots, m_i, \dots, m_\chi$ ile gösterilirse, A toplamı formül (20) ve (22)'den,

$$A = \frac{2}{N} m_1 \cos \frac{2\pi}{\chi} + m_2 \cos \frac{4\pi}{\chi} + \dots \dots \dots + m_\chi \cos \frac{2\pi}{\chi} \dots \dots \dots (24)$$

olarak elde edilebilecektir. B toplamı için benzer bir eşitlik sinüslü terimlerle elde edilerek S toplamı hesaplanabilir.

4.3. Spektrogram

İplik düzgünsüzlüğünü ölçmede yaygın olarak kullanılan Üster aletinin bir eklentisi olan "Üster Spektrografi" iplikteki düzgünsüzlüğün elektronik devreleriyle harmonik analizini yaparak, periyodik düzgünsüzlüklerin şiddetlerini dalga boyuna göre gösteren bir diyagram çizer. Spektrogram olarak bilinen bu diyagram aslında bir periyodogramdır.

Üster spektrograf 30 ya da daha çok sabit frekansa göre,

$$\left. \begin{aligned} a &= \frac{1}{\pi m} \int_0^{2\pi m} f(t) \sin(wt) d(wt) \\ b &= \frac{1}{\pi m} \int_0^{2\pi m} f(t) \cos(wt) d(wt) \end{aligned} \right\} \dots \dots (25)$$

formüllerile verilen a ve b Fourier katsayılarını hesaplar. Burada $f(t)$ lineer yoğunluğun bir ölçüsü olarak elde edilen ve spektrografa beslenen voltaj, m ise test uzunluğu t 'ye eşit olduğunda $(wt/2)$ 'ye eşit olacak biçimde seçilen test aralığı sayısıdır. Spektrograf vektörel toplama devresi ile,

$$c = \sqrt{a^2 + b^2} = \frac{1}{\pi m} \int_0^{2\pi m} f(t) e^{iwt} d(wt) \dots (26)$$

formülüyle gösterilebilen C Fourier katsayılarını hesapladıktan sonra bunların ilgili frekans aralıklarında kaydedildikleri spektrogramı çizer.

4.4. Diyagramların Yorumlanması

Korelogram, periyodogram ve spektrogram olmak üzere her üç diyagram da periyodik olarak değişen büyüklükleri periyodlarına ya da dalga boylarına göre gösteren grafiklerdir. Bu bakımdan bu büyüklüklerin korelo-

gramda tepe ve taban noktaları, periyodogramda tepe noktaları, spektrogramda baca biçiminde görüldükleri periyodlar, aranan periyodlar olacaktır. Ne var ki, λ periyodlu bir değişimin, şiddeti azalan ölçülerde harmonikleri de diyagramlarda kendilerini göstereceklerdir. Korelogramda harmonikler $2\lambda, 3\lambda, \dots$ periyodlarıyla, asil değişimden sonra, periyodogram ve spektrogramda $\lambda/2, \lambda/3, \lambda/4, \dots$ periyodlarıyla asil değişimden önce görülmüştür. Birden çok periyodik değişim bir arada olduğunda, bu durum diyagramların yorumunu güçleştirmektedir. Ayrıca, diyagramların sonuna doğru örnek büyüklüğünün yetersiz duruma girmesi nedeniyle eğri beklenmedik biçimde büyük değişimleri yansıtabilir, ancak bu durum açık biçimde görüldüğünden kolayca anlaşılır.

Diyagramların yorumlanmasında ikinci bir güçlük, iplik düzgünsüzlüğünün etkisinin tezgah hatasından ileri gelen değişimlerden ayrılmasıdır. Greenwood, Riding ve Vaughan [1968], bu analizi bilgisayar yardımıyla yapmak için kumaş üzerinde bir hareketli mikroskop ile ölçtükleri atkı aralıkları ile kumaştan iplik çekerek ve her atkıyı tartarak hesapladıkları atkı iplik numarası arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Atkı numarasındaki bir değişimin etkisi ile, tezgahın değişen atkı sıklığını eski durumuna getirmek için yaptığı ve deneylerle gösterdikleri "düzeltme etkisini" birleştiren,

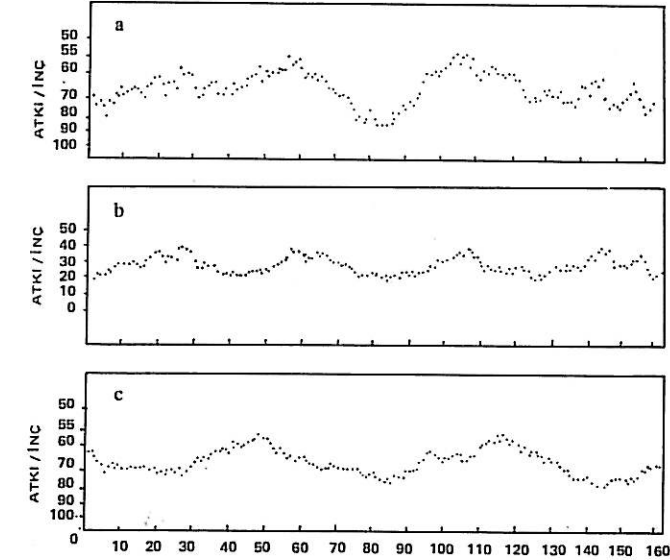
$$S_{(n+1)} - S_n = a(W_{n+1} - W_n) - b(S_n - P) \dots (27)$$

formülünü önererek, atkı aralığının değişim fonksiyonunu

$$\left. \begin{aligned} S_n &= S_1 (1-b)^{n-1} + a \sum_{r=1}^{n-1} (W_{r+1} - W_r) (1-b)^{n-r-1} \\ &+ p [1 - (1-b)^{n-1}] \dots \dots \dots (28) \end{aligned} \right\}$$

olarak tanımlamışlardır. Burada a ve b sabit katsayılar, P ortalama kumaş çekim hızıdır. Greenwood, Riding ve Vaughan [1968] a, b, S ve P sabit sayılarını Formül (28)'den hesaplanan S aralıkları ile deneysel S' aralıkları arasındaki farkı minimize eden en uygun katsayılar olarak hesaplanan bir algoritma ve bilgisayar programı geliştirmişlerdir. Böylece Şekil 2'de gösterildiği gibi, Şekil 2a'da verilen sıklık değişiminden Formül (28)'le hesaplanan atkı numarasına bağlı sıklık değişimini süzerek Şekil 2c'de görülen ve yalnızca makina hatasını gösteren sıklık değişim eğrisini elde etmek olanaklı olmaktadır.

Mekanik hataların yol açtığı sıklık değişimlerinin periyodu ise, mekanizma özelliklerinden kumaş uzunluğu olarak hesaplanabilir. Örneğin bir pozitif 7 dişli kumaş çekme mekanizmasında, kumaş çekim silindirin çevresi 45 cm., kumaş silindir dişlisinin diş sayısı 90, bunu çeviren ara dişlinin diş sayısı 15 olsun. Bu durumda kumaş çekim silindirindeki bir eksantriklik bu silindirin çevresine eşit periyodlu bir değişime yol açacak, ara dişlide bir kırık diş ise $45 \times 15/90 = 30$ cm. periyodlu bir ani değişime yol açacaktır.



Şekil 2. Atkı sıklık değişiminin analizi
a) Atkı aralığının değişimi
b) Atkı numarasının değişimi
c) Atkı numara değişiminin etkisi süzüldükten sonraki atkı aralığı değişimi
[Greenwood, Riding ve Vaughan'dan, 1968]

4.5. Bilgisayar Programları

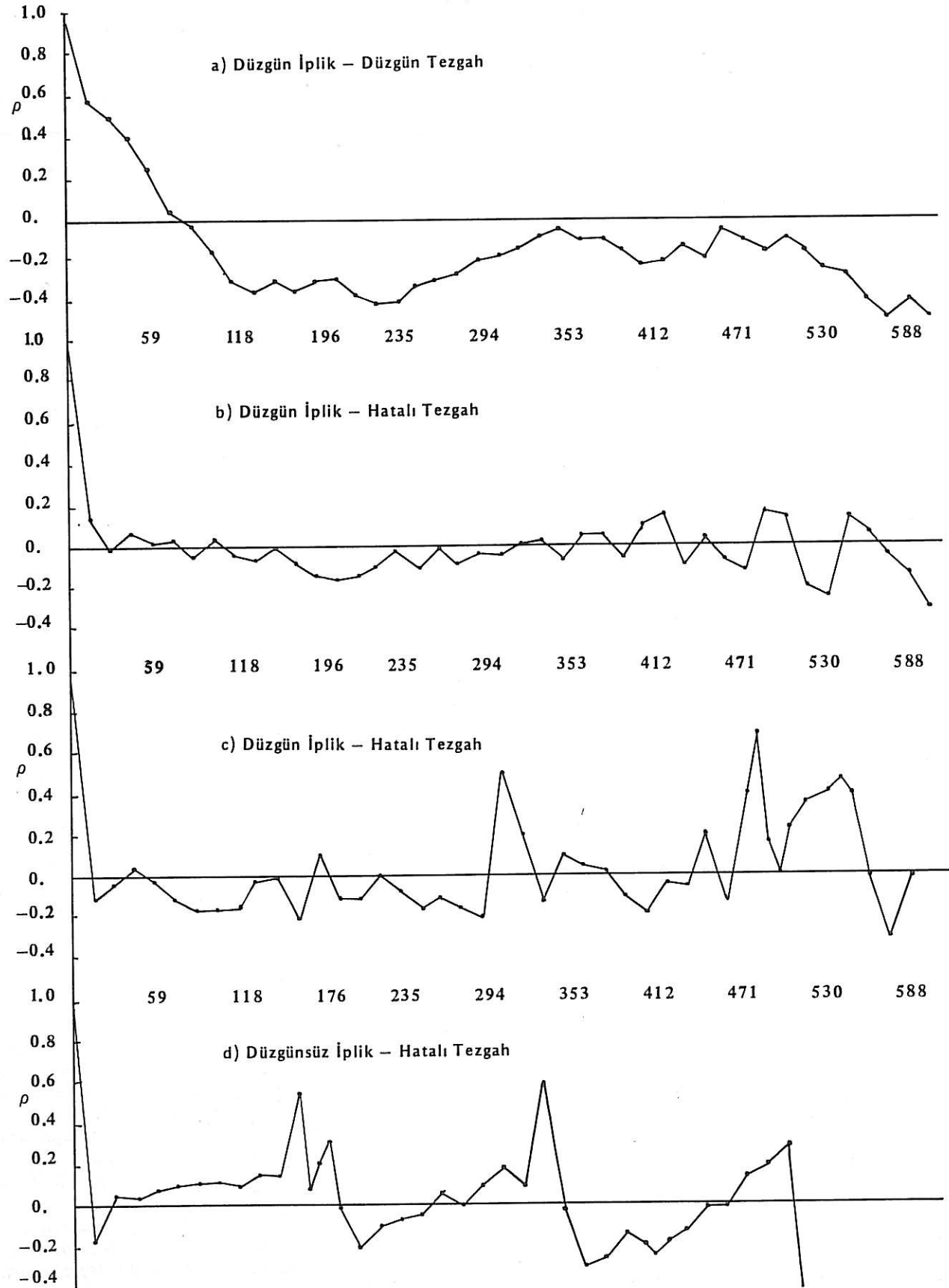
Sürekli optik ölçüm ve atkı sayma sonucunda elde edilen iki veri dizisini oluşturan değerleri kullanarak korelogram ve periyodogram eğrilerini hesaplayan ve çizen iki bilgisayar programı hazırlanmıştır. Ek-1 ve Ek-2'de verilen bu programlardan korelogram programı Basic dilinde, periyodogram programı Fortran IV dilinde hazırlanmıştır.

Korelogramlar bir IBM mikrobilgisayarı kullanılarak hesaplanmış; grafiksel çizim elle yapılmıştır. Periyodogramlar ise Ege Üniversitesi'nin 4 MB sabit bellekli IBM 4341 tipi bilgisayarında CMS işletim ortamında hesaplanarak Minitab II paket programı yardımıyla bilgisayara çizdirilmiştir.

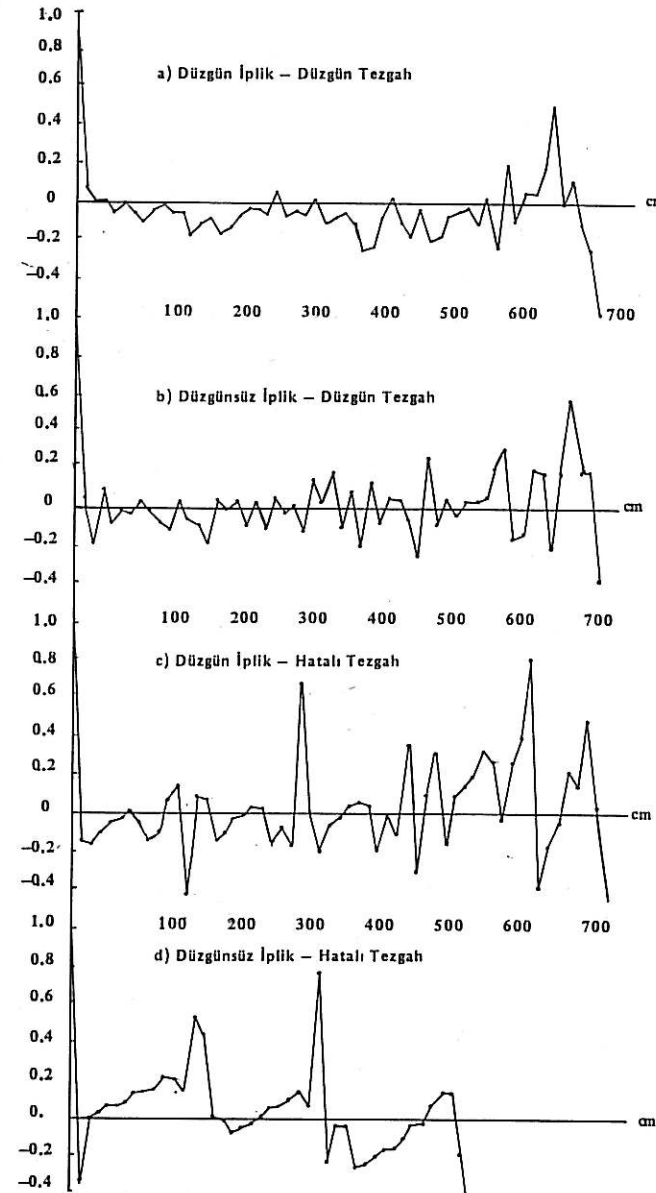
5. DENEY SONUÇLARI

5.1. Korelogramlar

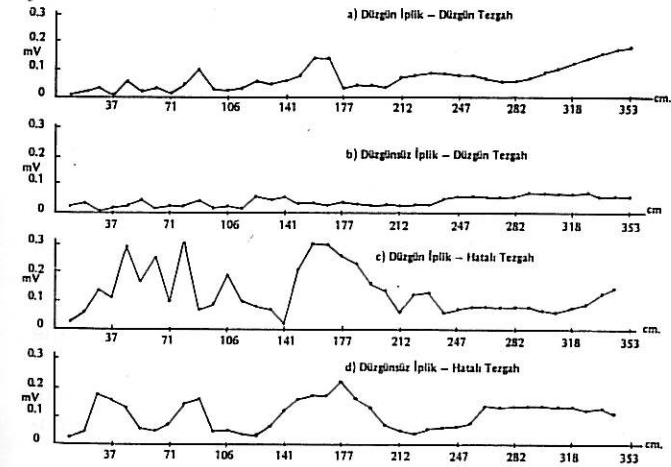
Voltmetre ölçümleri ile elde edilen 476 verinin kullanılmasıyla elde edilen korelogramlar Şekil 3'de verilmiştir. Şekil 3a'da görülen ve düzgün iplik-düzgün tezgah durumunda elde edilen korelogramda 132,4-235,4 cm. arasında negatif korelasyon katsayısı veren bir değişim gözlenmektedir. Ancak bu değişimin harmoniklerinin görülmemesi ve bu aralıkta korelasyon katsayısının $-0,35$ gibi pek yüksek olmayan bir değerde sabit kalması bunundeneysel hatalardan ya da tezgahın bir başka nedenle düzgün çalışmamasından kaynaklanabileceği izlenimini vermektedir. Nitekim düzgünsüz iplik-düzgün tezgah durumunda elde edilen Şekil 3b'deki korelogramda böyle bir değişim görülmemektedir. Korelogramın sonlarına doğru



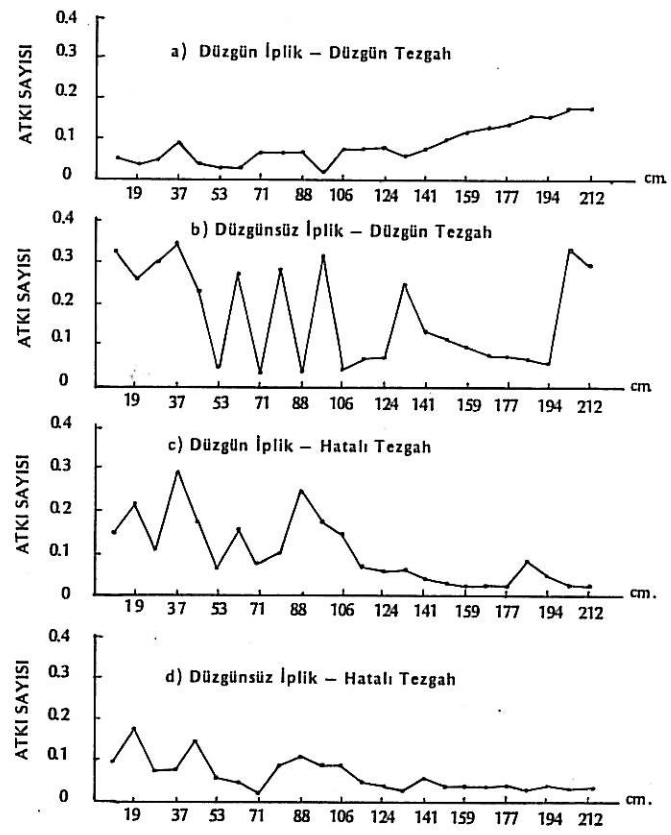
Şekil 3. Voltmetre ölçümlerinden elde edilen korelogramlar



Şekil 4. Sayım değerlerinden elde edilen korelogramlar.



Şekil 5. Voltmetre ölçümlerinden elde edilen periyodogramlar



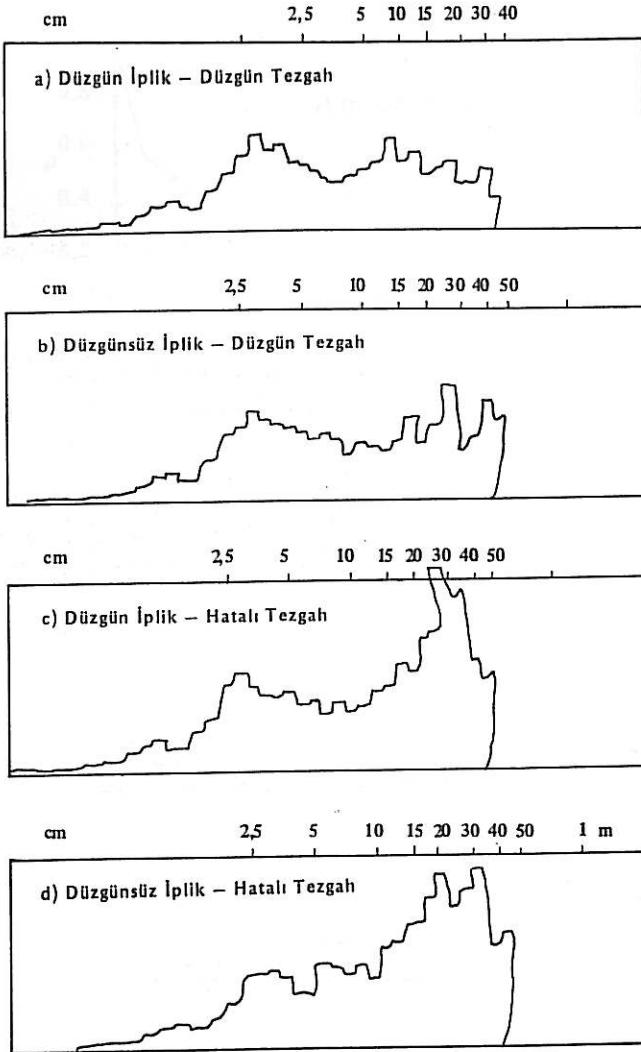
Şekil 6. Sayım değerlerinden elde edilen periyodogramlar

görülen düzensiz ve aşırı iniş çıkışlar örnek büyüklüğünün yetersizliğinin sonucudur, çünkü periyod büyüdükçe aynı kumaş uzunluğunda değerlendirmeye alınan nokta sayısı azalmaktadır.

5.3. Spektrogramlar

Dokunan kumaşlardan kesilen şeritlerin Uster düzgünlük ölçme aletinden geçirilmesiyle elde edilen spektrogramların tipik örnekleri Şekil 7'de verilmiştir. Düzgün tezgah durumunda elde edilen spektrogramların ipliklerde elde edilen spektrogramlara genelde benzediği ve kısa terimli kumaş düzgünlükleri sergilediği görülmektedir. Düzgün olmayan ipliklerden elde edilen kumaşta 20-50 cm. periyodlar arasında daha büyük değişimler olduğu da görülmektedir.

Tezgah hatalı çalışırken dokunan örnekler için Şekil 7c ve d'de verilen spektrogramlarda ise 20 ve 50 cm. dalga boyları arasında Şekil 7a ve b'de görülenlerden çok daha yüksek değişimler görülmektedir. Karşılaştırma sonucu



Şekil 7. Kumaş düzensizlik spektrogramları.

bu değişimlerin periyodik sık-seyrekle hatasından kaynaklandıkları söylenebilir. Ancak görülen yükseklikler asıl periyodikliklerin harmonikleridir, çünkü 7 m. test uzunluğu, 176,5 cm. periyodlu bir hatanın spektrogramda görülebilmesine olanak vermemektedir.

6. TARTIŞMA

Düzensizlik bakımından farklı iki grup atkı ipliğinden tezgahın düzgün ve hatalı çalıştırılmasıyla elde edilen dört farklı kumaş örneği üzerinde yapılan analizlerle kumaş düzensizliğünün dokumanın başlangıcında kontrolü için bir yöntem geliştirme amacını güden bu çalışma konuya önemli açıklıklar getirmiştir.

Optik yöntem, kapasitif ya da elektriksel yöntem ve sayma yöntemi olmak üzere üç farklı yöntemle elde edilen veriler üzerinde yapılan analizler sonucu ölçme yöntemleri arasında bir karşılaştırma şöyle yapılabilir;

Voltmetre ve sayma değerleriyle elde edilen korelogramlar arasında genelde benzerlik vardır. Diğer yandan tezgahın hatalı çalışması durumunda elde edilen korelo-

gramlarda sayım değerleri, kasıtlı oluşturulan sık-seyrekle hatasını daha belirgin biçimde göstermiştir. Buna karşın tezgahın düzgün çalışması durumunda voltmetre değerlerinden elde edilen korelogramların daha açıklayıcı olduğu, kısa terim düzensizliklerin daha iyi analiz edilebildiği görülmektedir. Aynı durum periyodogramlarda da söz konusu olmaktadır. Örneğin voltmetre değerlerine ait periyodogramlarda yaklaşık 176,5 cm. daki periyodik hata açıkça görülebildiği halde, sayım değerlerine ait periyodogramlarda bu hata hiç görülmemektedir.

Bundan optik yöntemin daha duyarlı bir ölçme sağladığı sonucu çıkarılabilir. Kapasitif yöntemde doğrudan ölçülen lineer yoğunluğun, optik yöntemle ölçülen örtme-ye oranla daha fazla değişim göstereceği göz önünde tutulursa, bu yöntemin daha duyarlı olabileceği söylenebilir. Kumaş yoğunluğu iplik çapının karesi ile orantılı olduğundan, özellikle atkı numara değişimlerinin yol açtığı kısa terim düzensizlikleri daha iyi yansıtabilir.

Matematiksel analiz yöntemleri karşılaştırıldığında, korelogram analizi daha pratik ve yorumu kolay görünmektedir. Periyodogramlarda ana periyodik değişim ile harmoniklerini ayırmak zordur. Özellikle birden çok periyodik değişim bir arada olduğunda periyodogramın baş bölümlerinde büyük bir karışıklık olacak, kısa terim düzensizliklerle uzun terimli düzensizliklerin harmonikleri karışacaktır. Ayrıca periyodogramın hesaplanması için ölçüm değerlerinden zaman serileri oluşturulurken uzun periyodlara ait serilerde terim sayısı çok düşmektedir. Korelogram analizi için oluşturulan serilerde ise, her periyoda ait seri eşit sayıda terimden oluştuğundan bilgi kaybı da azdır. Periyodogram için ileri sürülenler spektrogram için de geçerlidir. Bununla birlikte spektrogram periyodik değişimleri tek noktalar olarak değil de belirli bir frekans aralığında oluşturulan bacalar olarak gösterdiğinden gör- sel değerlendirme daha kolaydır.

7. SONUÇ

Farklı iplik ve tezgah özelliklerinde dokunan yünlü kumaşlarda farklı ölçüm ve analiz yöntemleriyle kumaş düzensizliğünün incelenmesi, uygun ölçüm tekniğinin ve matematiksel analiz yönteminin belirlenmesi konusunda şu sonuçları vermiştir:

1. Optik, kapasitif ve sayma ya da fotoelektrik, dielektrik ve sayısal olmak üzere üç farklı ölçme yönteminden optik ve kapasitif yöntemler daha duyarlıdır. Ancak optik yöntemin atkı örtmesinin, kapasitif yöntemin kumaş yoğunluğunun, sayma yönteminin atkı sıklığının değişimini yansıttığı göz önünde bulundurulmalıdır.

2. Korelogram analizi kolay yorumlanma ve veri kaybına neden olmama gibi özellikleri nedeniyle daha pratik bir analiz yöntemi olarak görülmektedir.

3. Tezgah üzerinde uygulanacak bir kapasitif ölçme daha hızlı ve duyarlı bir ölçme tekniği oluşturabilir.

Bu çalışmanın endüstride uygulanabilir bir yöntem haline getirilecek biçimde geliştirilmesi için şu ileri çalışmaları yapılabilir:

1. Çalışan tezgah üzerinde optik ya da kapasitif olarak yapılan ölçümleri sayısallaştırarak ve bilgisayara besle-

yerek analiz eden bir işlem-içi kalite kontrol sistemi geliştirilebilir.

2. Çalışan tezgah üzerinde atkı sıklığını mekanik olarak sürekli ölçen bir sistem geliştirilerek kumaş düzensizliği ve nedenleri konusunda ayrıntılı araştırmalar yapılabilir.

EK 1. KORELOGRAM BASIC PROGRAMI

```

10 DIM IA (476), A (476), B (476)
20 FOR K = 1 TO 476
30 READ IA (K)
40 A(K) = IA(K) : B(K) = IA(K)
50 NEXT K
60 FOR I = 1 TO 476
70 T = T + A(I)
80 NEXT I
90 OI = T/476
100 T = 0
110 FOR I = 1 TO 476
120 T = T + [(A(I) - OI)^2]
130 NEXT I
140 V = T/476
150 PRINT OI, V
160 FOR N = 1 TO 474
170 T = 0
180 M = 476 - N
190 FOR I = 1 TO M
200 J = I + N
210 T = T + A (I) + B (J)
220 NEXT I
230 O = T/M
240 T = 0
250 FOR I = 1 TO M
260 J = I + N
270 T = T + ( A(I) + B(J) - O)^2
280 NEXT I
290 S = 2 * (N + 1)
300 Q = T / (N - 1)
310 P = (Q / (2 * V)) - 1
320 PRINT O, P, S
330 DD = DD + 1
340 PRINT DD
350 NEXT N
360 END

```

EK 2. PERYODOGRAM FORTRAN PROGRAMI

```

I JOB
DIMENSION U(476), EM(238, 238), N(238),
C(238), JL(238)
DATA K 1/238/
READ (5, ) (U(I), I=1,476)
DO 11 K = 1, KM
IB = 476/K * K
DO 21 J = 1, K
IK = 476/K
I = J

```

```

NSAY = 0
EM(K, J) = 0.
100 EM(K, J) = EM(K, J) + U(I)
NSAY = NSAY + 1
I = I + K
NK = I B + J - K
C IF(I.LT.NK) GO TO 100
IF(NSAY.LT.IK) GO TO 100
21 CONTINUE
N(K) = NSAY
11 CONTINUE
DO 4 L = 1, KM
PI = 3.1416
SS = 0.; SC = 0.
IL = 476/L
JL(L) = I L
DO 3 M = 1, L
EN = 2. / (IL * L)
ACI = 2. * M * PI / L
SC = EM(L, M) * COS(ACI) + SC
SS = EM(L, M) * SIN(ACI) + SS
3 CONTINUE
476 C(L) = EN * SQRT(SC ** 2 + SS ** 2)
4 CONTINUE
WRITE(6, 10), (L, C(L), N(L), JL(L), L = 1, KM)
10 FORMAT (IX, 13, 2X, F8.3, 5X, I3, 2X, I3)
STOP
END
I ENTRY
5.4 5.1 5.5 5.6 5.4 5.5 5.6 5.6 5.6 5.9 5.6 5.8 5.6 5.5
5.4 5.5 5.4 5.7 5.5 5.7 5.7 5.6 5.4 5.5 5.6 5.6 5.4 5.7
5.5 5.4

```

TEŞEKKÜR

Yazarlar deneysel çalışmanın yapılmasına olanak sağlayan Aksu İplik Dokuma ve Boya Apre Fabrikaları T.A.Ş. (Çerkezköy) yetkilerine teşekkürü bir borç bilirler.

KAYNAKÇA:

- Greenwood, K. ve Cowhig, W.T., 1956, Jour. Text. Inst., Vol. 47, No. 5, T241, T255.
- Greenwood, K., 1957, Jour. Text. Inst. Vol. 48, No. 2, T73.
- Greenwood, K., Riding, G. ve Vaughan, G.N., 1968, Vol. 59, No. 5, S. 218
- Greenwood, K. ve Vaughan, G.N., 1959, Jour. Text. Inst. Vol. 50, No. 5, T337.
- Marks, R. ve Robinson, A.T.C., 1976, Principles of weaving, The Textile Institute, Manchester.
- Onions, W.J. ve Selwood, A., 1956, Jour. Text. Inst., Vol. 47, No. 2, T127.
- Plate, D.E. ve Hepworth, K., 1971, Jour. Text. Inst., Vol. 62, No., S 515
- Plate, D.E. ve Hepworth, K., 1973, Jour. Text. Inst. Vol. 64, No. 5, s 233
- Şengöz, G., 1983, Diploma Projesi, E.Ü. Mühendislik Fak., İZMİR
- Şengöz, G., 1986, Y. Lisans Tezi, E.Ü. Mühendislik Fak., İZMİR
- Yule, G.U. ve Kendall, M.G. 1957, An Introduction to the Theory of Statistics, Charles Griffin Col. Ltd., LONDON.