

F_1 : İplik Kararsızlığından kaçınmak için minimum gerilim
 F_2 : En yüksek kıvrım özelliği için gerekli gerilim

Şekil 8. Tekstüre iplik kıvrım özelliğinin iplik gerilimiyle değişimi

iplik kararsızlığı görülmez.

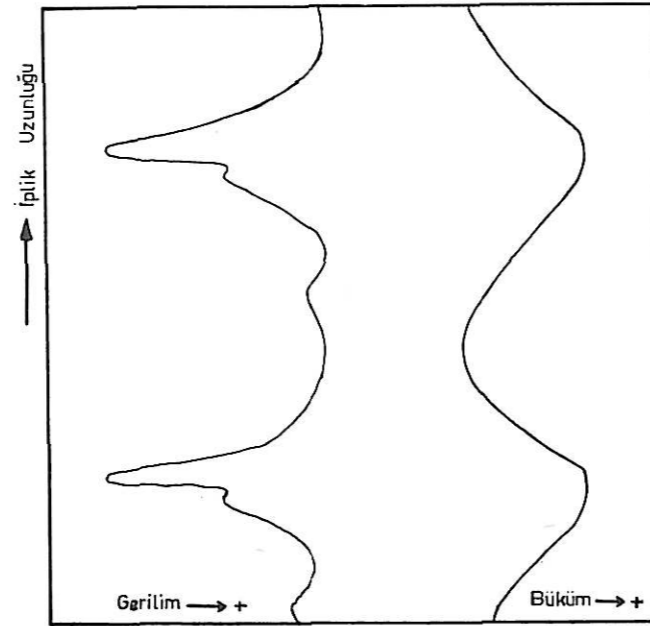
Çekim oranının azalması, yüksek iplik hızlarında görülen iplik kararsızlığını daha düşük hızlara kaydırır [Lünenschloss, Farber, Ocak 1984].

İplik kararsızlığı tekstüre Teksturmat (kıvrım özellikleri) düşmelerine de neden olur [Lünenschloss, Farber Ocak 1984, Lünenschloss, Farber, Gökpekin, Ekim 1984] Şekil 8'de kıvrım özelliğinin iplik gerilimine bağımlılığı gösterilmiştir. Çok yüksek iplik gerilimleri kıvrım özelliğinde düşmelere yol açar. Minimum gerilim olarak seçilmiş bir değerden daha düşük gerilimlerde ise kıvrım özelliği hızla düşer. Bunun nedeni çok düşük gerilimler yani düşük çekim oranlarıdır. Bu yüzden, gerilim ve kıvrım özelliklerinde değişkenlikler başlar. Bu bölgede, her iplik hızında kararsızlık görülür.

5. SONUÇ

Son yıllarda tekstürecilikte görülen iplik hızı artışları, iplik hattında kararsızlık sorununu gittikçe güncel hale getirmektedir. Kararsızlık, tekstüre iplik özelliklerinde değişkenlikler getirdiğinden kalite bozulmaktadır. Tekstüre bölgesindeki ipliğin davranışı, iplik geriliminin eğrisiyle belirtilebilir. Optimum bir bölgede çalışılıyorsa kararlı iplik gerilimi ile iyi kalitede iplik üretilebilir.

İplik kararsızlığının etkilerini azaltmak ya da yok etmek için bir yandan POY iplik özelliklerine özen gösterirken diğer yandan çekim oranı, D/Y oranı ve iplik hızı gibi tekstüre ayarlarını çok iyi seçmek gerekmektedir.



Şekil 9. Kararsızlık olayı sırasında iplik gerilimi ve bükümünün değişim eğrileri.

Yüksek iplik hızlarında çalışma, tekstüre makinası üzerinde ısıtma ve soğutma bölgelerinin daha uzun olmasını gerektirmiştir. Oysaki iplik kararsızlığı, bükülmüş iplik hattının uzunluğuna bağlıdır. Bu uzunluğu düşürmek kararlılık bölgesi için minimum gerilim değerini de azaltır. Daha kısa ısıtıcı ve soğutucu makina tasarımları ve ısıtıcı girişine konulacak büküm tutucu bu konuda olumlu çözümler getirecektir.

KAYNAKÇA:

- Davis, G., W., Everage, A.E., and Talbot, J.R., "Polyester Fibers: High Speed Melt Spinning", Fiber Producer, 22-28 (February 1984).
- Forsberg, M., Ferrier, R., and Bruening, J., "Threadline Stability at High Speed Texturizing", Vortrag auf dem TYAA-Meeting, USA, Frühjahr 1983.
- Lünenschloss, J., und Farber, K., "Simultanstrecktexturieren feiner Pa-Filamentgarne mittels Friktionselementen in Abhängigkeit von der Spingeshwindigkeit - Ergebnisanalyse", Chemiefasern / Textilindustrie, 43-44, 34/86 (Januar 1984).
- Lünenschloss, J., Farber, K., und Gökpekin, S., "Instabilitätsverhalten beim Simultanstrecktexturieren Schnellgesponnener PA-6-6-Filamentgarne", Chemiefasern / Textilindustrie, 264-272, 34/86 (April 1984).
- Lünenschloss, J., Farber, K., und Gökpekin, S., "Periodische Fadenzugkraftschwankungen beim FD - Texturieren Schnellgesponnener PA 6.6 Garne", Chemiefasern / Textilindustrie, 733-736, 34/86 (Oktober 1984).

Periyodik İplik Düzensüzlüklerinin Analizi

Erhan KIRTAY
Doç. Dr.

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

Kesikli liflerden üretilmiş bütün ipliklerin doğrusal yoğunlukları varyasyon gösterir. İplik kalitesi ile ilgili sorunların çoğu bu temel özellik ile ilişkilidir. Doğrusal yoğunluk varyasyonunun en önemli sebeplerinden birisi makinalardaki mekanik hatalar nedeniyle ortaya çıkan periyodik varyasyondur.

Periyodik varyasyonları ölçmek için çeşitli tipte düzensüzlük ölçerleri kullanılmakla beraber saptanan değerler varyasyonun cinsini ve karakterini belirtmezler. Bu nedenle periyodik varyasyonların düzensüzlük diyagramı boyunca analiz edilmesi gerekir. Düzensüzlük analizinde, a) Korelogram analizi, b) Varyans uzunluk eğrisi, c) Spektrogram analizi üzere üç metod kullanılır. Bunların en pratik ve avantajlı olanı Spektrogram analizidir, zira bu metod varyasyonun tamamen tesadüfi mi yoksa periyodik mi olduğunu açıkça belirtmektedir. Ayrıca hatanın dalga boyu da kolaylıkla saptanarak hata kaynağı araştırılabilir.

THE MEASUREMENT AND EVALUATION OF PERIODIC VARIATIONS IN YARNS

All staple yarns vary in linear density and most problems of yarn quality are related to this basic property. One of the most important causes of unevenness in yarn is periodic variation caused by mechanical imperfections in machine mechanisms.

Although several types of unevenness testers are used for measuring the irregularity of the yarn, the measurements obtained do not provide information about the type and character of the variation. The analysis of irregularity along the yarn irregularity diagram is thus essential.

There are three methods for the analysis of yarn irregularity, namely, a) Korrelogram analysis, b) Variance length curves, c) Spectrogram analysis.

The most practical and advantageous of these is the Spectrogram analysis, because with this method it is easy to investigate whether the variation is by chance or is periodic. In addition the source of the variation can be investigated by finding its wavelength.

1. DÜZGÜNSÜZLÜĞÜN TANIMI VE ÖNEMİ

Kesikli liflerden yapılmış bütün ipliklerin doğrusal yoğunlukları (birim uzunlukların ağırlığı) varyasyon gösterir. İplik kalitesi ile ilgili sorunların çoğu bu temel özellik ile ilişkilidir.

Düzensüzlük kavramı en geniş anlamı ile ölçülebilen herhangi bir iplik özelliğinin varyasyonunu ve tek başlarına düzensüzlük belirtisi veren nope, boğum gibi iplik hatalarını içerir. İplikteki başlıca varyasyon kaynakları şunlardır:

1. Doğrusal yoğunlukta varyasyon
2. Kalınlıkta subjektif olarak saptanabilen varyasyon.
3. Bükümde varyasyon
4. Mukavemette varyasyon
5. Renkte varyasyon

Bunların en önemlisi birim uzunluktaki ağırlık varyasyonudur. Çünkü diğer varyasyonlar bundan kaynaklanmaktadır. Diğer bir deyişle tüm bu düzensüzlüklerin sebebi liflerin, iplik uzunluğunca düzensüz dağılımıdır. Bu dağılımın enine kesite düşen lif sayısında ve dolayısıyla doğrusal yoğunlukta varyasyona sebep olur.

Bir iplik bükülürken büküm daima büküm açısı sabit kalacak şekilde dağılır. İnce kısımlarda birim uzunluktaki büküm sayısı kalın kısımlara nazaran daha fazladır ve bu nedenle ince kısımlar daha serttir. Bu özellik düzensüzlükleri daha da belirgin hale getirir.

Bükümdeki varyasyon lifleri birbirine bağlayan kuvvetlerde de varyasyona neden olur. Bu varyasyon ile enine kesitteki lif sayısının varyasyonu birleşince mukavemet özelliklerinde değişimler ortaya çıkar. Kopma noktasındaki lif sayısının yanı sıra o noktadaki lif sıklığı ve liflerin diziliş tarzı da iplik mukavemetine etki eder. Eğer aynı materalardan aynı numara ve bükümde iki iplik yapılırsa doğrusal yoğunluktaki varyasyon daha fazla olan ipliğin mukavemeti de daha düzgün olur. Bu iplik daha az varyasyon gösteren ikinci ipliğe nazaran daha fazla sayıda zayıf kısım içerir. Böyle bir iplik, eğirme, bobinleme, çözgü çekme, dokuma ve örme işlemleri esnasında daha fazla kopuş gösterir; bu da verimliliği düşürür ve maliyetleri artırır. Bu iplikten kumaş dokunduğunda iplikteki zayıf noktalar kumaş mukavemetinde önemli varyasyonlara neden olmaz, çünkü ipliklerin birbirleriyle keşimeleri sonucu lifleri birbirlerine bağlayan kuvvetler artmıştır. Örme kumaşlarda ise iplikteki zayıf noktalar delik oluşmasına yol açabilir. Ancak hem örme hem de dokuma kumaşlarda, kumaş yapımında kullanılan düzensüz iplikler daha çok kumaşın görünüşünde bozukluklara yol açar.

Renkteki varyasyon ile birim uzunluktaki ağırlık değişimi arasında endirek bir bağlantı söz konusudur. İplik üretimindeki ara işlemler (örneğin dublaj) birim ağırlık düzensüzlüklerini düzeltme ve dolayısı ile renk karıştırma ödevlerini görürler. Eğer bu mekanizmalar birim uzunluk-

taki ağırlıkları homojen olarak dağıtamazlarsa homojen renk karışımını da sağlayamazlar. Buraya kadar yapılan açıklamalardan da anlaşılacağı gibi Birim uzunluktaki ağırlık varyasyonları iplik düzgünsüzlüklerinin incelenmesinde en önemli faktördür. Bu nedenle "DÜZGÜNSÜZLÜK" terimi genellikle doğrusal yoğunluk varyasyonunu belirtmek üzere kullanılmaktadır.

İplikteki düzgünsüzlüğün nedenleri şunlardır;

- 1- Hammadde özellikleri ve tesadüfi lif düzeni
- 2- Çekim nedeniyle liflerin dalga şeklinde gruplaşmaları
- 3- Çalışma koşulları nedeniyle çekimde meydana gelen tesadüfi olaylar
- 4- Mekanik hatalar nedeniyle doğrusal yoğunluktaki periyodik varyasyonlar.

Bu yazıda yukarıda sözü edilen ilk üç nedenden kaynaklanan genel varyasyonlar üzerinde durulmayacak, mekanik hatalar nedeniyle ortaya çıkan doğrusal yoğunluktaki periyodik varyasyonlar incelenecek ve bunların analizi yapılacaktır. Tekstil işletmelerinde yaygın biçimde kullanılan spektogram analizinden yararlanılarak bant, fitil ve iplikte periyodik varyasyon kaynaklarının nasıl saptandığı ise başka bir yazıda ele alınacaktır.

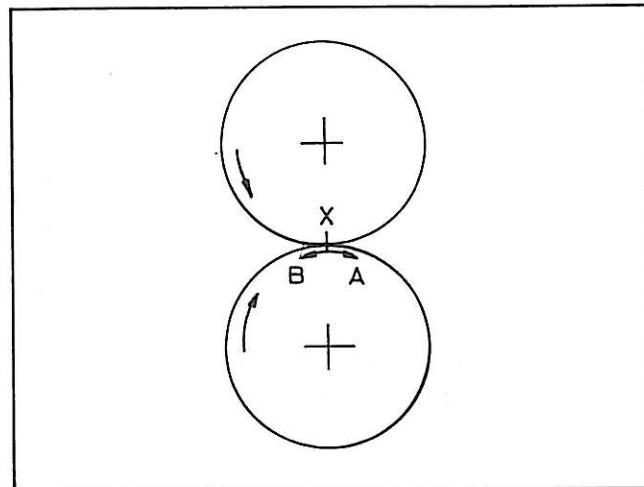
2. PERİYODİK DÜZGÜNSÜZLERİN NEDENLERİ

Doğrusal yoğunluktaki düzenli periyodik varyasyonlara neden olan kusurlu makineler veya makina parçalarıdır. Bu varyasyonun düzenli bir periyodikliği vardır ve çoğu zamanda düzenli bir dalga genliğine sahiptir. İpliklerdeki periyodik kalınlık varyasyonları iki ana faktörden kaynaklanır.

1. Silindir temas (çekim) noktasının salınımı
2. Silindir hızındaki değişimler

2.1. Silindir Temas Noktasının Salınımı

Şekil 1'de bir çift sevk silindiri ve bu silindirlerin X ile işaretli temas (çekim) noktası görülmektedir.



Şekil 1. Silindir temas noktasının salınımı.

Bazı durumlarda mekanik bir hata temas noktasının Şekil 1'deki A ve B noktaları arasında salınımına sebep olur. Temas noktası A'dan B'ye doğru hareket ederken, geriye yani çekim bölgesine doğru ilerlemiş olur. Bu durumda bir demet lif ucunu toplar ve kalın bir kısım oluşur. Daha sonra ters yönde hareket ettiğinde de lif demetinden geriye doğru çekilmiş olur ve ince bir kısım ortaya çıkar. Bu hareket genellikle silindirin her devrinde bir kez oluşur ve dalga boyu silindirin çevre uzunluğuna eşit olan periyodik bir varyasyona neden olur. Varyasyonun genliği ise temas noktasının salınım miktarına bağlı olarak değişir.

Temas noktasının salınımına neden olan iki faktör vardır:

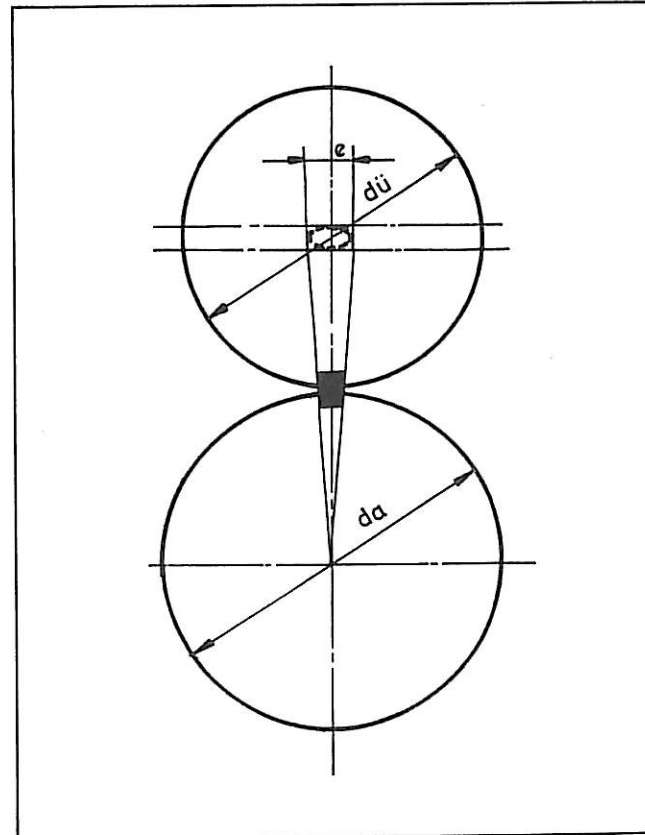
- 1- Eksantrik silindirler
- 2- Üst silindirlerin sıkıştırılabilme özelliğinin değişken olması

2.1.1. Eksantrik Silindirler

Eğer üst silindir yatağında eksantrik ise alt silindirle olan temas noktası alt silindir döndükçe ileriye ve geriye doğru salınım yapar ve herhangi bir tekstil malzemesinde,

$$\Delta CV = 0.707 (D-1) \frac{2e}{d_{ij}} \cdot \frac{d_{ij}}{d_{ij} + d_a} \quad (1)$$

kadar ilave düzgünsüzlüğe sebep olur (Şekil 2). Burada D çekim, e salınım yarı uzunluğudur.



Şekil 2. Eksantrik üst silindirler.

Üst silindirlerin eksantrikliği çevresel hızda bir değişikliğe neden olmaz. Çünkü üst silindir, çekime uğrayan lifler aracılığı ile alttaki silindirden hareket almaktadır. Fakat alt silindir eksantrik ise temas noktasının salınımına ilave olarak silindir hızında da bir varyasyon gözlenir.

2.1.2. Sıkıştırılabilme Özelliği Değişken Üst Silindirler

Bilindiği gibi üst silindirlerin esnek bir yüzeyi vardır. Bu nedenle alt silindirlerin sert çelik yüzeyine temas ettiklerinde lifleri kavrayıp çekebilirler. Eğer üst silindir yüzeyinin sıkıştırılabilme özelliği silindirin çevresi boyunca değişiyorsa uygulanan baskı altında yumuşak bir nokta alt silindir ile temas ettiğinde daha da yassılaşacaktır. Bu durum, yumuşak kısmın her geçişinde temas noktasının genişlemesine neden olacaktır.

Değişik tiplerdeki üst silindirlerin bu tip hatalara ne ölçüde sebebiyet verdikleri hangi malzemeden ve hangi konstrüksüyona göre yapıldıklarına bağlıdır.

2.2. Silindir Hızındaki Değişmeler

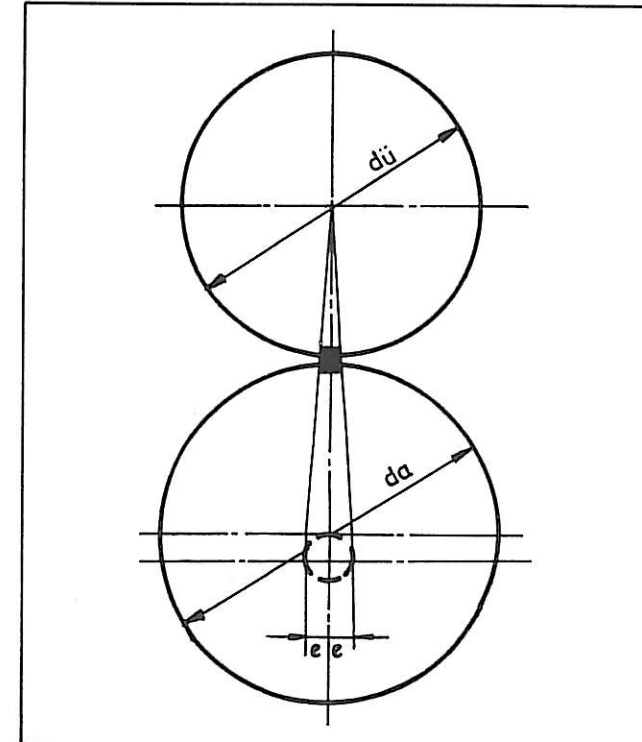
Silindir hızındaki değişmelerin nedenleri;

- 1- Eksantrik alt silindirler
- 2- Eksantrik olarak monte edilmiş dişli çarklar
- 3- Düzgün yapılmamış dişliler ve hatalı dişliler
- 4- Silindir titreşimi

olarak sıralanabilir.

2.2.1. Eksantrik Alt Silindirler

Alt silindir eksantrik olduğunda dönüş merkezi çekim merkezle çakışmaz (Şekil 3).



Şekil 3. Eksantrik alt silindir.

Eğer bu iki merkez arasındaki uzaklık (e) ise ve silindir yarıçapı (r) ise (alt silindir çapı d_a üst silindir çapı d_ü), temas noktasındaki efektif yarıçap (d_a/2 + e) ve (d_a/2 - e) arasında değişir. Yani yarıçapta genliği (e) ve dalga boyu 2πr olan bir periyodik varyasyon gözlenir. Üst silindire benzer tarzda eksantrik alt silindirin yarattığı ilave düzgünsüzlüğü aşağıdaki formül yardımı ile hesaplanabilir [USTER, Zelweger.].

$$\Delta CV = 0.707 \left[1 + (D-1) \cdot \frac{d_a}{d_a + d_{ij}} \right] \frac{2e}{d_a} \quad (2)$$

2.2.2. Eksantrik Takılmış Dişli Çarklar ve Hatalı Dişliler

Bir dişlinin eksantrik takılmasının nedeni, dişlinin yanlış oyulmuş olması veya bulunduğu milin eğilmesi olabilir. Eksantrik olarak monte edilmiş bir dişli çark eksantrik alt silindire benzer şekilde varyasyona yol açar.

Hızdaki değişimler, dişlinin çevresi boyunca dişlerin yükselme açılarının farklı olmasından, çark dişlerinin birbirinin içine çok derin girmesinden, dişleri çok kalın ve çok yüksek olan dişlilerden ve arasında çok fazla yağ ve uçuntu bulunan çark dişlerinin birbiri içine gerektiği gibi girmemesinden kaynaklanır.

Thomason'a göre pamuk iplikçiliğinde çekim dişlilerinin diş sayısı 100'den fazla değilse eksantrikliği de 5/1000 inç'ten fazla olmamalıdır.

Hatalı bir dişlinin sebep olduğu periyodik varyasyonun genliği çekim tertibatı boyunca aynıdır. Halbuki alt silindirin eksantrikliğinden kaynaklanan varyasyonun genliği silindir çevresince farklı olma eğilimindedir. Çünkü bu tür eksantriklik, genellikle silindirin eğilmesinden veya zorlanma sonucu oluşan şekil bozukluklarından kaynaklanmaktadır.

2.2.3. Silindir Titreşimleri

Foster'e göre silindir titreşimleri pamuklu fitil makinelerinde ortaya çıkmaktadır. Arka ve ortadaki alt silindirlerin sarsıntılı hareketleri söz konusudur. Bu hareketler silindirlerin düzenli dönüşlerine eklenen hızlı titreşimler olarak kendini gösterirler. Alt arka silindirlere hareket ileten kısımda yatağın aşınmış olması bu duruma sebebiyet verir. Ortadaki silindirler ise genellikle arka silindirlerden hareket alırlar.

Üst silindirler çok ağır olduğundan alt arka silindirleri harekete geçirebilmek için büyük bir kuvvet uygulamak gerekmektedir. Bu da yatakların aşınmasına neden olur. Tahrik kuvveti uygulandığında silindir döneceğine mil eğilir ve aşınmış yatadaki statik sürtünme katsayısını yenebilmek için yeterli olan kuvvet sağlanana kadar silindir dönmeye başlayamaz. Sonradan silindir ivme kazanır, ancak dinamik sürtünme statik sürtünmeden daha küçük olduğu için sürtünme kuvveti azalır ve silindir tekrar yavaşlar. Arka ve orta silindirler muntazam olarak dönmeklerine sarsıntılarla hareket ederler. Bunların hareketi, düzenli dönüşlere eklenen bir seri 20-30 tit/sn'lik hızlı titreşimlerden oluşur [OLERUP, 1952]. Bu frekanstaki bir titreşimle

lif grupları orta silindirler tarafından dönüşümlü olarak tutulurlar ve serbest bırakılırlar. Bunun neticesi olarak da lif grupları fitil içerisine 1/20 sn'lik aralıklarla yerleşmiş olurlar. Ancak hemen belirtmek yerinde olur ki normal ön silindir hızlarında bu zaman aralığında oluşan fitilin uzunluğu ortalama 11.2 mm dir ve birbirini takip eden lif grupları çok yakın olarak birbirleri üzerine yerleştiklerinden fitile bütün olarak bakıldığında herhangi bir düzensizlik göze çarpmaz. Fakat fitil iplik makinasına verilip çekime tabi tutulduğunda lif grupları sıra ile alınıp çekildiğinden ipliğin doğrusal yoğunluğunda düzenli periyodik varyasyonlar, yani düzensizlikler göze çarpar.

Silindir titreşimi genellikle yavaş dönen silindirlerde görülmektedir. Bunu önlemek için aşınmış mil yatakları ve aşınmış miller düzeltilmeli, sürtünme azaltılmalıdır. Yatakların aynı hizada ve temiz tutulması gereklidir. Titreşimli bir silindirden meydana gelen fitildeki periyodik hatanın dalgaboyu, eğer titreşimin frekansı (f) ve hatalı fitil tertibatındaki ön silindirlerin hızı (v) ise, v/f 'dir. Eğer sonraki iplik makinasında çekim (D) ise iplikteki bu periyodik hatanın dalgaboyu $D.v/f$ olur.

Silindir titreşimleri bazen yukarıda anlatılan dişlilerin birbiri içine çok derin girmesinden veya dişlilerin bir engelle sürtünmesinden kaynaklanabilir. Bu gibi durumlarda dalga boyu dişlinin tam bir devir hareketi sonucu sevkedilen fitilin uzunluğudur. Bu tip olaylar pamuk iplikçiliğinde kamgarn iplikçiliğine göre daha yaygındır, çünkü kamgarn iplik makinalarındaki silindirlerin çapları pamuk ipliği makinalarından daha büyüktür. Bu nedenle silindirlerdeki herhangi bir eksantriklik daha az önem taşır.

3. İPLİK DÜZGÜNSÜZLÜĞÜNÜN ANALİZİ

Yukarıdaki bölümlerde açıklanan periyodik düzensizlikleri çeşitli tipteki düzensizlik ölçerleri ile ölçmek mümkündür. Ancak iplik düzensizliğini ifade eden bu değerleri ile düzensizliğin karakterini tanımlamak mümkün değildir; Zira düzensizlik ölçerlerinden elde edilen değerler sadece düzensizlik ölçerinden elde edilen diyagramda düzensizlik eğrisinin düzey yönündeki genişliği, diğer bir deyişle ortalama sapma miktarı hakkında fikir verirler. Düzensizliğin kaynağını belirtmezler. Varyasyonun cinsi ve karakteri ancak diyagram boyunca yapılan bir inceleme ile belirlenebilir.

Bilindiği gibi iyi bir iplikte tamamen tesadüfi kesit varyasyonları vardır ve bu varyasyonların ortaya çıkışının olasılık kurallarına uyduğu söylenebilir. Bununla beraber, bir çok hallerde bu tesadüfi kesit varyasyonlarının yanı sıra sistematik varyasyonların da varlığı görülür. Örneğin birbirini takip eden kalın veya ince kısımlar hep aynı aralıklarla tekerrür ediyorsa bu periyodik bir varyasyondur. Dalga boyu ise iki kalın veya ince yer arasındaki mesafedir. Bu tip hataların kaynağı yukarıda da belirtildiği gibi eksantrik çekim silindirleri, hatalı baskı silindirleri veya hatalı çalışan dişlilerdir. Bu tip hatalar çok ciddidir ve tesadüfi varyasyonlardan çok daha önemlidir; zira bunlar dubajla düzeltilemezler. Çok periyodik hatalar, iplik kesit varyas-

yonlarının iplik boyunca incelenmesi esnasında görülebilir.

Periyodik varyasyonların düzensizlik boyunca incelenmesinde üç metod kullanılabilir:

- 1- Korelogram analizi
- 2- Varyans uzunluk eğrileri
- 3- Spektrogram analizi

3.1. Korelogram Analizi

Düzensizlik verilerini düzensizlik diyagramı boyunca analiz etmekte kullanılan yöntemlerden birincisi korelogram analizidir. Bu analizin sonunda ortaya çıkan diyagramlara "Korelasyon periyodogramları" ve "korelogram" denilir. Bu yöntemde düzensizlik diyagramı boyunca değişen uzaklıkta çeşitli noktalardaki doğrusal yoğunluk ile bu noktalardan U mesafesindeki diğer noktalardaki doğrusal yoğunluk arasında bir ilişki kurulur. Eğer her bir farklı U değeri için;

$$P(u) = \frac{\sum_{i=1}^n \{ [A(x) - \bar{A}] [A(x+u) - \bar{A}] \}}{\sum_{i=1}^n \{ [A(x) - \bar{A}]^2 \}} \dots \dots (3)$$

formülü ile bir korelasyon katsayısı hesaplanır ve bunların U'ya göre bir diyagramı çizilirse buna korelogram denir. Bu diyagram her türlü periyodik düzensizliği gösterdiği için dalgalı şekillerde ortaya çıkmaktadır. Bu tür bir düzensizlik analizinin temeli otoregresif serilere dayanır. Otoregresif serilerde değerler hem periyodik düzensizliklerden hem de tesadüfi düzensizliklerden etkilenir.

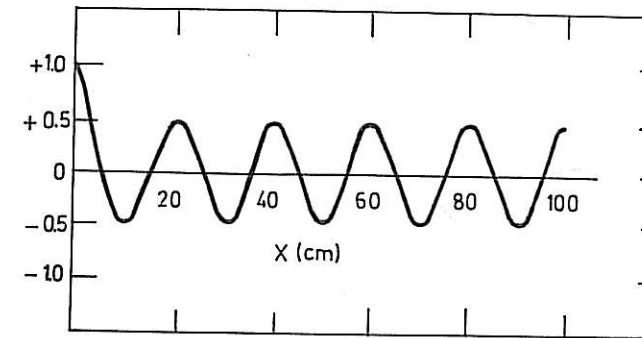
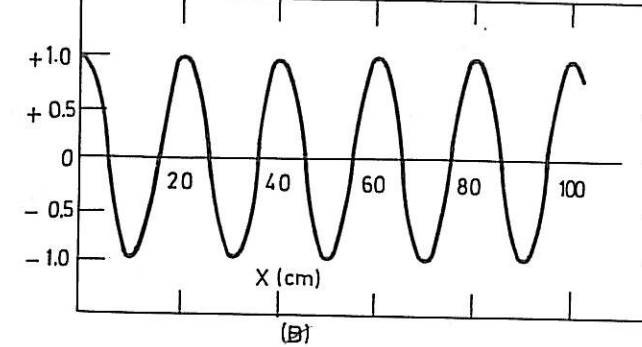
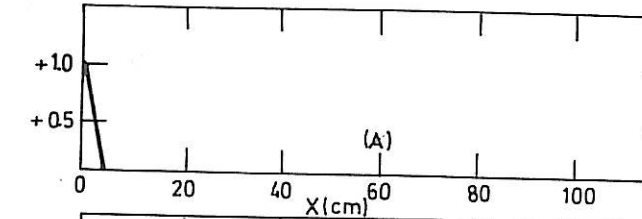
Korelogramın şekli mevcut olan varyasyonun tipine bağlıdır. Bunu bir örnekle açıklamaya çalışalım:

Ortalama uzunluğu 40 mm olan ve tesadüfi bir dağılıma sahip liflerin oluşturduğu bir ipliğe ait korelogramı inceleyelim (Şekil 4a). Burada lif uzunluğundan daha küçük X değerleri için belli bir korelasyon vardır; zira bazı lifler her iki noktadaki iplik kesiti içinde yer almaktadır. En uzun lifin ötesindeki kesitlerin doğrusal yoğunluğu ise tesadüfidir ve dolayısı ile $r = 0$ 'dir.

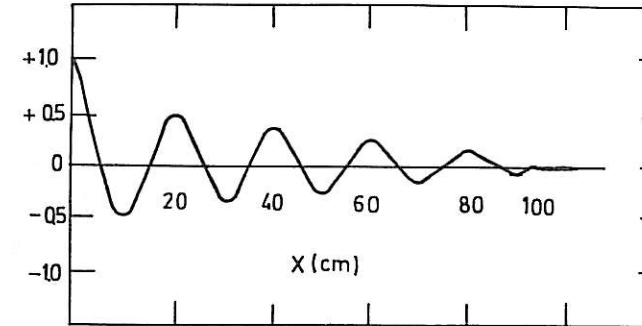
Şekil 4b'de düzenli sinüzoidal bir varyasyona ait korelogram görülmektedir. Burada $U = 0, \lambda, 2\lambda$ vs için $r = +1.0$ ile $U = \lambda/2, 3\lambda/2, 5\lambda/2$ vs için $r = -1.0$ arasında değişmektedir.

Şekil 4c'de ise periyodik bir düzensizlikle birlikte normal düzensizliğin kombinasyonu bir korelogram görülmektedir. Bu korelogram Şekil 4a ve Şekil 4b'de gösterilen eğrilerin toplamıdır. Ancak bu tip korelogramlarda tepeler sinüs eğrisine benzer tarzda düzenli biçimde ortaya çıkmazlar ve şekilleri de çok düzgün olmaz. Öte yandan bunların periyodikliği zaman içinde bozulur (Şekil 5).

Bu nedenle korelogramları yorumlamak ve hesaplamak çok zordur ve zaman alıcıdır. Dolayısıyla iplik düzensizliğünün analizinde bu yöntem pek kullanılmamaktadır.



Şekil 4. Korelogram.



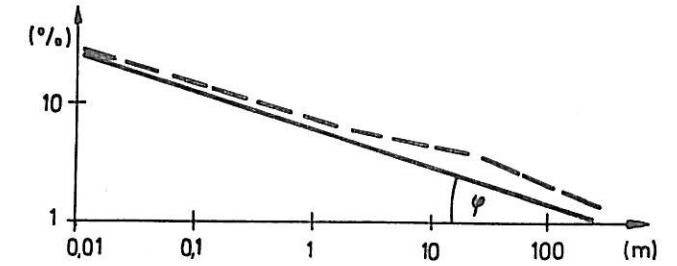
Şekil 5. Korelogramın zaman içinde bozulması.

3.2. Varyans Uzunluk Eğrileri

Bilindiği gibi düzensizlik ölçerleri toplam düzensizliği istatistik kurallarına göre hesaplanan varyasyon katsayısına göre vermektedirler. Bu değer ile en küçük kütle varyasyonlarını dahi saptamak mümkündür. Ancak saptanan varyasyon katsayısı varyasyon kaynağı hakkında bilgi vermemektedir.

1950'li yılların başlarında CV değerinin farklı biçimlerde yorumlanması yapılarak kütle varyasyonunun detaylı bir açıklaması ile yoğun çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmaların sonucu varyans uzunluk eğrisinin tanımlanması olmuştur.

Varyans uzunluk eğrisi en basit şekli ile tekstil malzemesinin küçük parçalara bölünmesi ve sonra bu parçaların ağırlıklarının saptanmasıyla çizilebilir. Bunun için önce çeşitli test uzunlukları için ayrı ayrı varyasyon katsayısı hesaplanır, daha sonra bunlar test uzunluğuna karşı gösterilerek varyans uzunluk eğrisi elde edilir (Şekil 6).



Şekil 6. Kesine ve tortma yöntemi ile varyans uzunluk eğrisinin elde edilmesi.

Varyans uzunluk eğrisinin incelenmesiyle üretimin herhangi bir kademesindeki herhangi bir nedene dayalı bir problemin olup olmadığı anlaşılabilir. Örneğin iplik eğirmenin ilk safhalarında meydana gelen bir uzun terim düzensizlik, iplik analizinde büyük bir test uzunluğuna göre yüksek bir varyasyon değerinin elde edilmesiyle anlaşılabilir.

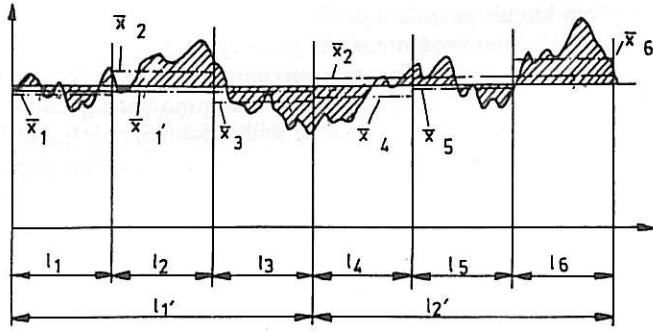
Şekil 6'da gösterildiği gibi, iyi bir ipliğe ait varyans uzunluk eğrisi logaritmik kağıda çizilecek olursa daima düz bir çizgi elde edilir. Buna göre aynı materyale ait aynı ideal üretim şartlarında üretilmiş bir iplik için çizilmiş varyans uzunluk eğrisi daima düz olacaktır. Dolayısıyla bu düz hattın sapmaları makineden veya hammaddeden kaynaklanan hatanın habercisi olacaktır. Varyans uzunluk eğrisi hakkında belirtilmesi gerekli olan özelliklerden birisi, varyansın artan test uzunluklarında bir azalma göstereceğidir (Şekil 6).

Herhangibir bant, fitil veya iplik $l_1, l_2, l_3, l_4, l_5, l_6, \dots$ gibi küçük parçalara bölünse ve bunların ortalama ağırlıkları $x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, \dots$ olsa, bu değerlere ait varyasyon aynı tekstil malzemesinin L_1, L_2, \dots gibi daha uzun test uzunluklarına bölünmesi ile elde edilecek olan X_1, X_2, \dots ortalama ağırlıklardan elde edilecek olan varyasyondan daha fazla olacaktır, çünkü x_1, x_2 değerleri arasında daha küçük farklılıklar söz konusudur. Büyük test uzunluklarında kısa terim düzensizlikleri birbirin kompanse etmekte ve dolayısıyla büyük test uzunlukları arasında görülen farklılıklar esas olarak uzun terim düzensizliğünden kaynaklanmaktadır (Şekil 7).

Eğer CV (I), bir (I) iplik uzunluğu içerisindeki varyasyon katsayısı ise ve CB (I), (I) uzunlukları arasındaki varyasyon katsayısı ise, V (I), (I) uzunlukları içerisindeki normalleştirilmiş varyans adını almaktadır. B (I) olarak gösterilirse, $(CB(I))^2$ varyansının normalleştirilmiş şekli istatistik teorisine dayanarak materyalin toplam uzunluğunun normalleştirilmiş varyansı, B (0),

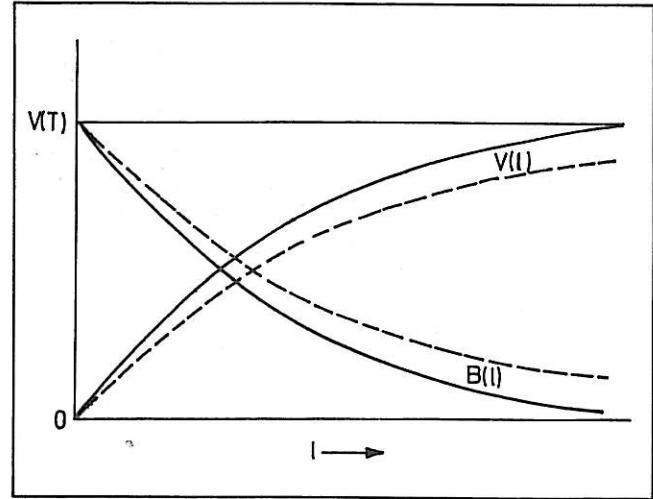
$$B(0) = V(T) = V(I) + B(I) \dots \dots \dots (4)$$

şeklinde gösterilir. Toplam varyasyonun ifadesinde (I)



Şekil 7. Artan test uzunluklarına göre düzgünlüğün incelenmesi.

uzunluğu sifıra yaklaştığında $V(T) = B(0)$ yazılabilir. Dolayısıyla ipliğin toplam varyansının varyasyon katsayılarının değil bunların karelerinin toplanarak hesaplanması kuralına uyulmuş olmaktadır. Bu durum Şekil 8'de grafik olarak gösterilmiştir.



Şekil 8. Varyans uzunluk eğrisi.

Grafikte test uzunluğuna bağlı olarak kesiksiz çizgilerle çizilen $V(l)$ ve $B(l)$ eğrileri ipliğin varyans uzunluk eğrileridir ve toplam varyans $V(T)$, düz bir doğru şeklindedir.

Eğer farklı ipliklerin içerdikleri kısa terim ve uzun terim varyasyonları arasındaki oranlarda farklılık varsa, varyans uzunluk eğrileri ile bu durumu saptamak mümkündür. Örneğin yukarıdaki grafikte gösterilen bir iplik ile aynı toplam varyansa sahip olan ancak uzun terim varyasyon oranı daha büyük olan ikipci bir ipliği inceleyelim. Bu durumda ikinci iplikte daha büyük test uzunlukları için $B(l)$ değeri daha büyük olur ve $B(l)$ eğrisi Şekil 8'de kesikli çizgilerle gösterildiği gibidir. İkinci iplik daha az kısa terim varyasyonu içermektedir ve buna bağlı olarak $V(l)$ eğrisi de Şekil 8'de kesikli çizgilerle gösterildiği gibi olacaktır.

İdeal bir ipliğin varyans uzunluk eğrisinin hesaplanmasında kullanılacak bir model Olerup [1952] ve Breny [1953] tarafından geliştirilmiştir. Araştırmacılara göre sabit stapel uzunluğunda ve lif uçlarının iplik boyunca da-

ğılımının tesadüfi olduğu kabul edilirse, ideal ipliğin varyansı, test uzunluğuna (L) ve ortalama lif uzunluğuna (\bar{l}) bağlı olarak aşağıda belirtildiği şekilde hesaplanabilir.

$L \geq \bar{l}$ olması halinde,

$$\frac{B(L)}{B(0)} = 1 - \frac{L}{3\bar{l}} \dots \dots \dots (5)$$

$L > \bar{l}$ olması halii,

$$\frac{B(L)}{B(0)} = \frac{\bar{l}}{L} - \frac{\bar{l}^2}{3L^2} \dots \dots \dots (6)$$

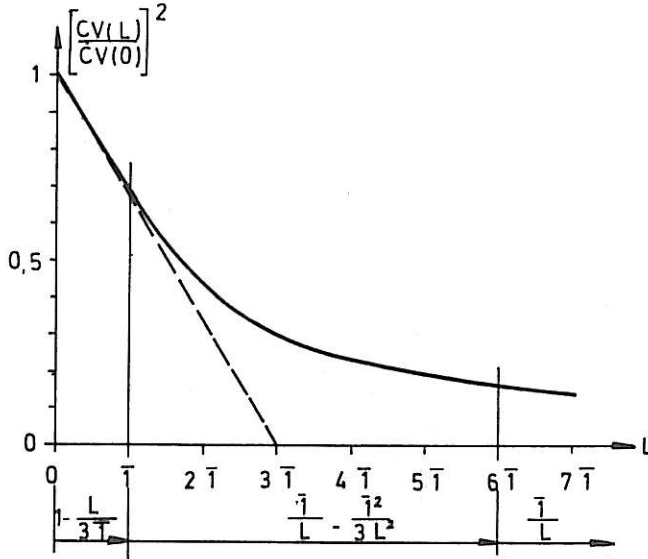
olur. Test uzunluğu ortalama lif uzunluğundan çok büyük ise, $\bar{l}^2 / 3L^2 \approx 0$ yazılabilir.

$L \geq \bar{l}$ olması halinde

$$\frac{B(L)}{B(0)} = \frac{\bar{l}^2}{L} \dots \dots \dots (7)$$

olacaktır.

Eğer varyans uzunluk eğrisi 5, 6 ve 7 eşitliklerine göre hesaplanıp logaritmik kağıt üzerine çizilecek olursa Şekil 9'daki diyağram elde edilir.



Şekil 9. İdeal ipliğe ait varyans uzunluk eğrisi.

İplikte kesitteki lif sayısı ve çap değişiminin birlikte oluşturdukları Martindale düzgünlüğü ile yukarıda verilen $L \geq \bar{l}$ bölgesindeki boy dağılımı birleştirilirse, ipliğin minimum düzgünlüğü aşağıda belirtildiği şekilde hesaplanabilir:

$$\frac{B(L)}{B(0)} = \left[\frac{CV(L)}{CV(0)} \right]^2 = \frac{\bar{l}}{L} \dots \dots \dots (8)$$

$$\frac{CV(L)}{CV(0)} = \sqrt{\frac{\bar{l}}{L}} \dots \dots \dots (9)$$

$$CV(L) = CV(0) \sqrt{\frac{\bar{l}}{L}} \dots \dots \dots (10)$$

Bilindiği gibi,

$$CV(0) = \frac{K}{\sqrt{n}} (\%) \dots \dots \dots (11)$$

idi. O halde limit düzgünlük,

$$CV(L)_{lim} = \frac{K}{\sqrt{n}} \sqrt{\frac{\bar{l}}{L}} \dots \dots \dots (12)$$

olarak gösterilebilir. Burada K Martindale'in 64's Avustralya merinos yününden yapılmış iplikler için 112, pamuk için 106 ve sentetik liflerden yapılmış iplik için 102 olarak verdiği bir katsayıdır.

3.2.1. Periyodik Varyasyonların Varyans Uzunluk Eğrisine Olan Etkisi

Yukarıdaki bölümde periyodik varyasyonların saptanmasında kullanılacak analiz yöntemlerinden biri olan varyans uzunluk eğrisinin çizimi hakkında bilgi vermiş ancak periyodik varyasyonların varyans uzunluk eğrisine olan etkilerine değinilmemişti. Bu konu Şekil 10'un incelenmesiyle kolaylıkla anlaşılabilir.

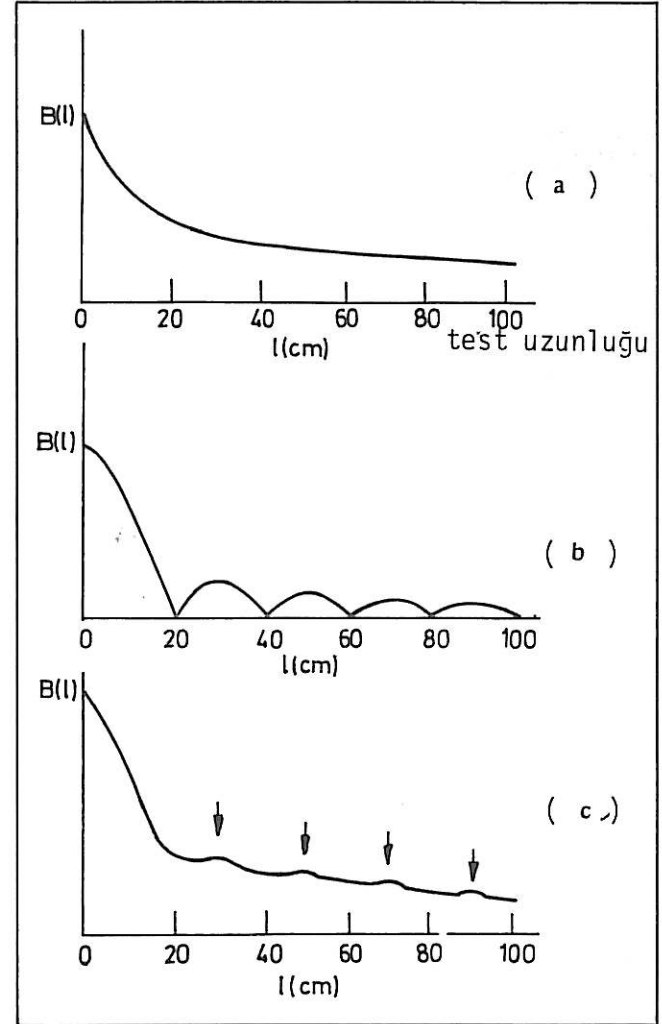
Yukarıda da belirtildiği gibi ideal iplik için formül (5, 6, 7)'ye göre çizilen varyans uzunluk eğrisi şematik olarak Şekil 10a'da görülmektedir. Şekil 10b'de ise periyodik kütle varyasyonu içeren ve unun dalga boyu $\lambda = 20$ cm olan bir varyans uzunluk eğrisi görülmektedir. Bu eğrinin formülü şöyledir:

$$CV(l) = CV(0) \frac{\sin \frac{L\pi}{\lambda}}{\sqrt{\frac{L\pi}{\lambda}}} \dots \dots \dots (13)$$

Şekilden de görülebileceği gibi sadece periyodik düzgünlüğü içeren bir varyans uzunluk eğrisi her $\lambda = 20$ cm'de sıfır pozisyonu gösterecektir. Çünkü periyodik kütle varyasyonuna sahip bir tekstil malzemesi uzunluklarına bölünüp bu uzunluklara ait varyasyon kat sayısı hepsalırırsa sonuç sıfırdır; zira her uzunluğundaki parça aynı kütleye sahiptir. Aynı durum $2\lambda, 3\lambda, 4\lambda \dots$ vb. test uzunluklarında da görülecektir.

Eğer tekstil malzemesi periyodik varyasyon ile birlikte tesadüfi bir varyasyona da sahipse Şekil 10c'deki diyağram elde edilir.

Şekil 10c'nin incelenmesinden de görülebileceği gibi eğri $\lambda = 20$ cm periyodik hatanın yanında tesadüfi varyasyonu da içermektedir. Böyle bir durumda periyodik varyasyonun varyans uzunluk eğrisine olan etkisini saptamak mümkün değildir, hatta çoğu zaman sapınamaz. Bu nedenle varyans uzunluk eğrileri periyodik hataların



Şekil 10. Varyans uzunluk eğrileri

saptanmasında kullanılacak hassas bir yöntem değildir.

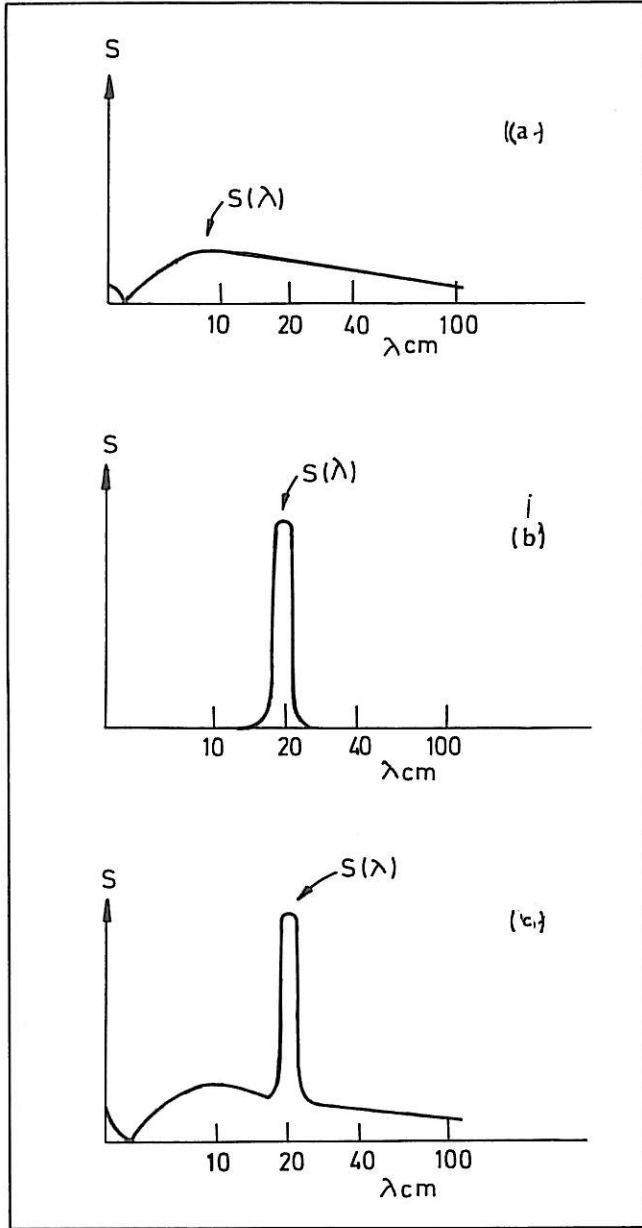
3.3. Spektrogram Analizi

Tekstil malzemelerinde meydana gelen varyasyonların düzgünlük diyagramı boyunca ana'iz etmekte kullanılan spektrogram analizi ilk kez 1954 yılında kullanılmaya başlanılmıştır. Spektrogram uster düzgünlük ölçerinin bir eki olan Spektrograftan alınan diyagramdır.

Spektrograf bir iplikteki düzgünlüğün harmonik analizini Fourier metoduna göre yaparak periyodik düzgünlüklerin genliklerini dalga boyuna göre çizen bir diyagram verir (Şekil 11).

Şekil 11a'da tesadüfi dağılım gösteren liflerin meydana getirdiği bir ipliğe ait spektrogram görülmektedir. Şekil 11b'de ise dalga boyu 20 cm olan bir sinüzoidal varyasyon için çizilmiş spektrogram görülmektedir. Bu sinüzoidal eğriye tesadüfi bir değişimin eklenmesiyle elde edilen spektrogram ise Şekil 11c'de verilmiştir.

Şekillerden de görülebileceği gibi periyodik düzgünlüklere sahip bir ipliğe ait spektrogramlarda periyodik



Şekil 11. Spektrogram

düzensizlikler hataların dalga boylarında yer alan baca biçimindeki yükseklikler ve bunların harmonikleri olarak görülürler.

Bacaların yüksekliği periyodik varyasyonun genliğine bağlıdır ve daha düz bir eğri ile gösterilen tesadüfi varyasyona göre ne ölçüde önemli olduğunu gösterir. Diğer taraftan belirli bir dalga boyunda sadece bir tane tepe ve bir tane baca bulunacaktır. Dolayısıyla birden fazla periyodik varyasyon olduğunda bu özellikten dolayı periyodik hatalara ait dalga boylarının ayırılması mümkün olabilmektedir. Bu nedenle spektrogram endüstride bant, fitil ve ipliklerin doğrusal yoğunluklarında periyodik varyasyonlara neden olan mekanik hataların incelenip bulunmasında en kullanışlı metottür.

Bundan önce de belirtildiği gibi liflerin tesadüfi dağılı-

mından ötürü bir varyasyon söz konusudur. Bu nedenle Şekil 11a'daki gibi bir eğri tüm spektrogramların temelini oluşturmaktadır. Buna ideal spektrum denilir. Ünlform uzunluktaki liflerden oluşan bir iplik için bu eğri,

$$\begin{aligned} n &= \text{İplik kesitindeki lif sayısı} \\ l &= \text{Lif uzunluğu} \\ \lambda &= \text{Dalga boyu} \\ k &= 1/\sqrt{\pi n} \end{aligned}$$

olmak üzere spektrumun genliğini veren,

$$\text{Spektrum Genliği} = S(\log \lambda) = k \frac{\sin \frac{\pi l}{\lambda}}{\sqrt{\frac{\pi l}{\lambda}}} \quad (14)$$

formülüyle hesaplanır.

İdeal spektrumun maksimum genliği ortalama lif uzunluğunun 2,3 - 2,7 katı civarındaki bir dalga boyunda görülür.

Uster düzensizlik ölçeri kapasitif ölçüm prensibine göre çalışmakta olup frekansları birbirine modüle olmuş yüksek frekanslı iki osilatör ile donatılmıştır. Osilatörlerden biri ölçüm sonucuna bağlı olmadan belirli ve sabit bir frekansta osilasyon yapar. Diğer osilatör ise geçen malzemenin kütlesi ile orantılı olarak frekansını değiştirir. Bu iki osilatörün frekansları arasındaki fark, kondansatörün plâkaları arasında bant, fitil veya iplik gibi tekstil malzemesi yokken sıfırdır. Arada tekstil malzemesi bulunduğu zaman net bir frekans farkı elde edilir ve bu bir frekans ayırıcı ile voltaj farkına dönüştürülür.

Uster spektrogramı 35-55 sabit frekansa göre (konvensiyonel tiplerde 35, Uster tester-I'de 54, Uster tester-II'de 55),

$$\left. \begin{aligned} a &= \frac{1}{\pi m} \int_0^{2\pi m} f(t) \sin(wt) d(wt) \\ b &= \frac{1}{\pi m} \int_0^{2\pi m} f(t) \cos(wt) d(wt) \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots (15)$$

formülleriyle a ve b Fourier katsayılarını hesaplar. (Formüllerde f(t) spektrograma beslenen voltajdır. m ise test edilen toplam iplik uzunluğuna karşılık gelen süre (t) olduğunda wt/2'ye eşit olarak seçilen aralık sayısıdır). Daha sonra aşağıdaki işlem sırasına göre C Fourier katsayısı spektrogram tarafından hesaplanır.

1- Uster düzensizlik ölçme aleti ipliğin f(t) kesit değişimini, U = f(t) voltajına çevirir.

2- Spektrograma giriş voltajı, 35-55 farklı frekansın sinüs ve kosinüs bileşenlerine çarpılır.

3- Sinüs ve kosinüs bileşenlerinin m aralık üzerinden rezonans akım filtreleri ile integrasyonu yapılır. Bitişik frekans kanallarının bir miktar üst üste binmesi için m sayısı 5 olarak seçilir.

$$\begin{aligned} U = f(t) & \begin{cases} \rightarrow f(t) \sin wt \rightarrow \frac{1}{\pi m} \int_t^{t+m2\pi} f(t) \sin(wt) d(wt) \rightarrow a \\ \rightarrow f(t) \cos wt \rightarrow \frac{1}{\pi m} \int_t^{t+m2\pi} f(t) \cos(wt) d(wt) \rightarrow b \end{cases} \\ (1) & \quad (2) \quad (3) \end{aligned}$$

$$C \rightarrow \int_{t_2-t_1}^{t_2} C \cdot dt \rightarrow \frac{1}{\pi m} \int_0^{2\pi m} f(t) e^{wt} d(wt) \quad (5)$$

4- a ve b katsayılarının vektörel toplamı özel bir devre yardımıyla yapılır.

5- Elde edilen C katsayısının yeterli ölçüde büyük bir aralıkta ortalaması alınır.

Daha sonra hesaplanan Fourier katsayıları 35-55 toplayıcı kondansatörde frekansı uygun olanlarına eklenir. Diyagram almak için gerekli süre sonunda yazıcıdan spektrogram alınır.

Buraya kadar olan açıklamalardan da anlaşılacağı gibi periyodik varyasyonların diyagram boyunca analizinde en avantajlı ve en kolay uygulanabilir yöntem spektrogram analizidir. Spektrogram varyasyonları tamamen tesadüfi mi, yoksa periyodik mi olduğunu açıkça göstermekte ayrıca hatanın dalga boyunun kolaylıkla saptanmasına imkân vermektedir. Böylece hatanın kaynağı hakkında kesin bir fikir sahibi olunarak bunun giderilmesi yoluna gidilebilir.

KAYNAKÇA:

- BAŞER, G., Periodic variations in A.S.D. yarns (tez çalışması) 1962.
- FOSTER., G.A.R., Manual of Modern Cotton Spinning. Vol. 4, Part 1. The Textile Institute, Manchester, England. 1958.
- GOSWAMI., MARTINDALE., SCORDINO; Textile Yarns. A. Wiley - interscience publication. 1979.
- H. BRENLY., The calculation of the variance length curve from the length disturbance of fibres., Journal of the Textile Institute. January 1953.
- H. OLERUP., Calculation of the variance length curve for an ideal sliver. Journal of the Textile Institute., 1952.
- USTER., Zelweger. Spectrograph. 133.952.
- USTER., Zelweger. Evennes Testing Application handbook.