

Tekstilde Uygulanan Bazı Laser Yöntemleri ve Sağladıkları Üstünlükler

Emel ÖNDER

Tekstil Y.Müh.

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

Laser tekniklerinin pek çok teknoloji alanlarına olduğu gibi tekstile de uygulanmaları, gittikçe daha yaygın hale gelmektedir; çünkü, laser ışınları kullanmak, hassas ve hızlı ölçümler yapmada ve işlemleri kontrol etmede son derece elverişli olmaktadır. Bir objeye ince, paralelleştirilmiş ve kutuplanmış bir ışın demeti yollanarak bazı optik dalga olayları oluşturulur. Bu yolla, yüzeyler, hacimler ya da bazı noktalar hakkında kesin bir bilgi edinilmesi mümkün olabilir.

Laser Çift Odaklı Anemometre kullanarak, hava jetli dokuma makinasının dokuma kanalındaki akımın davranışını açığa çıkarılabilir. Bu, atkı ipliğinin optimal ani geçişinin sağlanabilmesine yardımcı olur.

Tops ve bantlardaki liflerin paralelliklerinin ya da ipliklerin tüylülüklerinin ölçümü, optik kırınım ile gerçekleştirilen bir görüntü analizine dayanmaktadır. Bu da, iplik üretim prosesindeki makinaların lif paralelleştirme etkilerinin belirlenmesi için bilgi sağlar veya güvenilir iplik tüylülük değerleri verir.

"Beneklenme deseni" yönteminde, bir kumaşdaki hata tipleri veya periodik hataların varlıkları ve büyüklükleri belirlenebilmektedir. Aynı zamanda, bir kumaşın yüzey yapısı da elde edilmektedir.

SOME LASER TECHNIQUES APPLIED IN TEXTILES AND THEIR ADVANTAGES

The application of laser techniques in textiles as well as in many technological areas are becoming increasingly widespread situation, since it is extremely convenient to use laser beams for making precise and quick measurements and controlling the

operations. Some optical wave events are evolved through irradiating an object by thin, parallelised and polarized beams. In this way, it may be possible to obtain an exact knowledge about surfaces, volumes or some points.

By using Laser Two Focus Anemometer, the flow behaviour in the weaving channel of an air-jet weaving machine can be detected. This helps to achieve optimal impulse transmission to the weft yarn.

To measure the parallelism of fibers in tops and slivers or the hairiness of yarns is based on the image analysis performed by optical diffraction, which provides information for determining the fiber parallelisation efficiency of the machines in the spinning process or gives reliable hairiness values of yarns.

In "speckle pattern" method, kinds of defects or presence of periodic defects in a woven fabric and their size can be detected. The surface configuration of a fabric is also obtained.

1. GİRİŞ

Laser, çok şiddetli ve tek renk ışık elde etmek üzere son yıllarda geliştirilmiş düzeneklerin ismidir. Işık gibi sinüzoidal dalgalar halinde yayılan laser ışınları, sadece tek bir düzlemde titreşim yapma özelliğine sahiptirler. Bu ışınlar üretilme yöntemlerine göre değişik dalga boylarında ve değişik güçte olabilirler.

Laser ışınları dağılıp etrafa saçılmadan, çok uzak noktalara keskin ve çok ince bir paralel ışın demeti halinde yollanabildiklerinden çok dar bir alana odaklanabilir ve ince işlemlerde kullanılabilirler. Bazı durumlarda geri yansıyan ışınlar aracılığıyla duyarlı uzaklık ölçümleri de yapılabilir. Milimetrenin elli binde biri düzeyinde ölçüm yapma olanağı laserlere resim çizme, metal kesme, Ay uzaklığını ölçme, elmas ya da iğneye delik açma, iletişim veya tıpta ameliyat ve hücre tedavisi gibi alanlarda kullanılma işlevini vermiştir. Artık tekstil teknolojisinde de çok katlı olarak hassas kumaş kesimi gibi bir işlemde veya çeşitli üretim aşamalarındaki ölçümlerde laserlerin kullanımı sağlanmaktadır.

Hava jetli dokuma makinalarında, atkı ipliğinin geçirildiği dokuma kanalı içerisindeki hava akımının süratli bir ölçümü laser optik ölçerlerle gerçekleştirilmektedir. Tops ve bantlardaki paralellik derecesinin belirlenmesi ve iplik tüylülüğünün ölçümünde optik kırınım (difraksiyon) gerçekleştirilen bir görüntü analizi yöntemi kullanılmaktadır. Laser ışınlarıyla aydınlatılan bir dokuma kumaştan yansıyan ve geçen ışınların gözlem yapılan bir düzlem üzerinde oluşturduğu "beneklenme deseni", dokunuştaki ince farkların ayırdedilebilmesine ve kumaştaki hataların belirlenmesine olanak sağlamaktadır.

Bu yazıda, laserlerin ve teknolojiye kullanılan yöntemlere esas oluşturan bazı dalga optiği olaylarını kısa bir tanıtım yapıldıktan sonra, tekstil alanında laser uygulamasına yukarıdaki verilen örnekler açıklanmakta, getirdiği yenilik ve üstünlüklerden söz edilmektedir.

2. LASERLER VE BAZI DALGA OPTİĞİ OLAYLARI

Kuantum Fiziği'nde, elektromanyetik ışınının madde tarafından sürekli olarak salınıp soğurulmayıp, elektromanyetik ışınım enerjisinin "kuant" adı verilen enerji paketleri halinde salınıp soğurulduğu kabul edilmektedir. Her kuantın enerjisi de ışığın frekansı ile orantılı olup, "foton" adını alır. Buna göre ışık demeti bir foton sağnağından ibarettir. Bir metal yüzey üzerine düşen fotonlardan bir kısmı çarptıkları atomu uyararak ondan elektron kopmasına, yani ışık salınmasına neden olurlar.

Uyarılmış atomun belirli frekansta kendiliğinden yayaacağı fotonun salınması, bu atoma tamamen aynı frekansta diğer bir fotonun çarpmasıyla kamçılanarak hızlandırılabilir. Olayı kamçılaman foton madde tarafından soğurulmaz; bu fotonun gelişi yönünden atomu terk eden iki foton, diğer uyarılmış atomları kamçılar. Böylece ilk gelen foton yönünde aynı fazda bir foton sürüsü doğar. Kamçılanmış ışına ile ışık artırılması (Light Amplification by Stimulated Emission and Radiation) anlamına gelen sözcüklerin kısaltılmışı olan Laser, bu yöntemle ışın üreten sistemlerin ismi olarak kullanılmaktadır.

Laserler dalga boyu ve güçlerine göre, katılı, sıvılı ve gazlı olmak üzere üç cinstir. Tüm laserler üç ana unsurun birleşiminden oluşurlar:

Laser aktif ortamı:

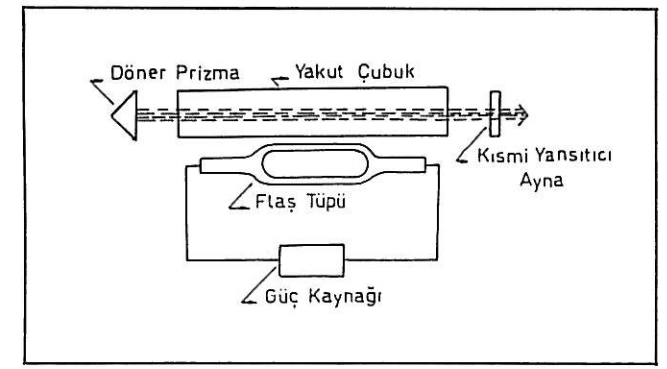
Suni bir yakut kristali, argon, helyum-neon gibi laser yapmakta kullanılan bir madde olup, esas özelliği yarı kararlı enerji düzeyi veya düzeylerine sahip olmasıdır.

Enerji kaynağı-Pompalama sistemi:

Laser ortamı içerisine enerji pompalayarak, elektronların daha yüksek enerji seviyesine çıkmasını sağlar. Optik, elektron çarpışmalı veya kimyasal reaksiyon içeren tipleri bulunur.

Şiddetlendirici optik alan:

Bir laser tüpünün her iki ucuna birer ayna yerleştirilerek oluşturulur. Şekil 1'de katı halli bir yakut laserinin şeması yer almaktadır. "Ksenon flash" tüpü optik pompalama yapar. Döner bir prizma ile ışığın bir kısmını geçirip bir kısmını yansıtan aynı yakut çubuk eksenine dik, birbirlerine göre tam paralel ve aralarındaki op-



Şekil 1. Katı halli yakut laser [Environmental Health Criteria 23, 1982].

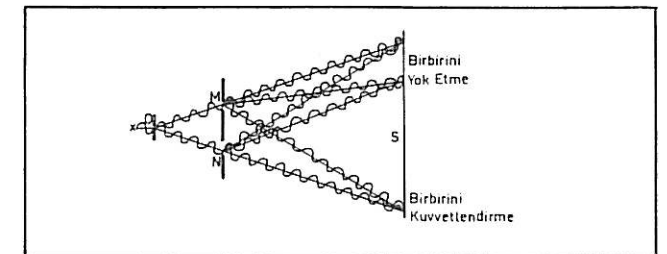
tik yol dalga boyunun tam katı olacak şekilde yerleştirilmiştir. Prizma hem ayna görevi hem de dönerek ışının çok kısa sürede kamçılanması işlevini görür. "Nicol Prizması"ndaki gibi ikiye ayrılan ışından biri tam yansımaya uğrar, diğeri ise düşey doğrultuda çizgisel kutuplanmış olarak prizmayı geçer.

Düşük bir enerji seviyesinden yüksek bir enerji seviyesine pompalanan elektronlar vasıtasıyla uyarılmış bir foton sürüsü sağlanır. Bunlardan kendiliğinden yayılan fotonlar diğeri uyarılmış atomları kamçılarken, birbirleriyle aynı enerji fazında yeni fotonları yayılmasını gerçekleştirirler. Aynalarla laser tüpünü (burada yakut çubuğu) bir veya birden çok kez geçen ışınlar sayesinde her geçişte yayılan foton sayısı artırılmış olur. Kısmi yansıtma yapan aynada, her bir yansımada bir miktar ışın tüp eksenine doğrultusunda, paralel ve kutuplanmış olarak dışarıya verilir.

Laser ışınlarının özelliklerini kavrayabilmek açısından, aşağıda bir elektromanyetik dalga olarak kabul edilen ışıkla ilgili bazı özellikler açıklanmaktadır.

GİRİŞİM (İnterferens):

Verilen bir noktaya aynı zamanda varan iki ışık dalgasının birleşik hareketi, bunların dalga boylarına, genliklerine ve fazlarına bağlı bir toplam aydınlanma oluşturur. Duran bir girişim olayı gözleyebilmek için gelen dalgaların aralarında sabit bir faz bağıntısı olmalıdır (Koherent Dalgalar). Şekil 2'de bir girişim olayının meydana gelişi görülmektedir.



Şekil 2. İki yarıyla oluşturulan girişim olayı

X lambasından çıkan tek renk (*monokromatik*) ışık, birinci ekrandaki O deliğine gönderilerek, bu deliğin ikinci ekrandaki M ve N deliklerini aydınlatan bir kaynak olarak görev yapması sağlanır. M ve N deliklerini uygun fazda terk eden dalgalar, S ekranına doğru ilerleyen dalgalara dönüşürler. Eşit yollar gitmiş veya bir diğeri tam dalga boyunun katı kadar fazla yol almış uygun fazda iki dalga ekran üzerinde birbirini kuvvetlendirir. Biri diğeri yarım dalga boyu veya yarım dalga boyunun tek katları kadar farklı yol gitmiş olarak ekran üzerine zıt fazda ulaşan iki dalga birbirini yok eder. Sonuçta, ekran üzerinde "saçaklar" veya "franjar" denen ve bir-biri ardına parlak ve karanlık çizgilerden meydana gelmiş bir girişim deseni elde edilir.

İnce bir film tabakası üzerine gelen ışıklardan bir kısmı doğrudan üst yüzeyden, bir kısmı da kırılarak alt yüzeyden yansır. Film tabakasının kalınlığına bağlı olarak üst ve alt yüzeyden yansıyan ışınların katettikleri yol uzunluklarının farklı olması, girişim saçaklarının meydana gelmesine neden olur. Düzgün bir cam levha bir yüzey üzerine konup, yukarıdan aydınlatıldığında iki yüzey arasında sınırlanan hava filmi yardımıyla o yüzeyin optik bakımdan düzgünlüğü kontrol edilebilir.

Işığın dalga boyunu bir uzunluk standardı cinsinden ölçmekte veya bilinmeyen bir uzunluğu, bilinen ışık dalga boyları cinsinden ölçmekte İNTERFEROMETRE'ler kullanılır. Girişim prensibine dayanan bir ölçüm tekniğine sahip bu cihazlarla çok küçük uzunluk ve genişlikleri ölçmek mümkündür.

KIRINIM (Difraksiyon):

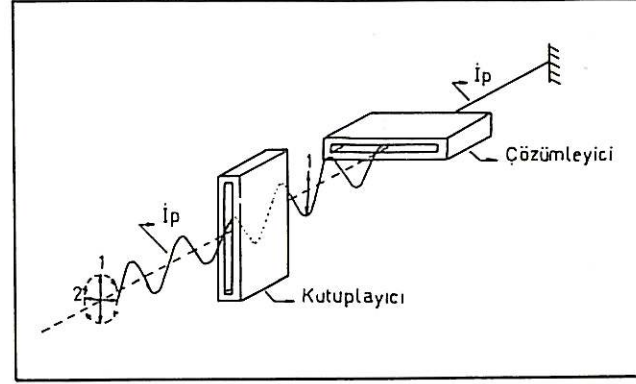
Bir ışın demetinin bir engelin arkasındaki bölgeye bükülerek geçişine kırınım adı verilir. Bir ipekli kumaş parçası arasından, uzaktaki bir ışık kaynağına bakıldığında, ışığın yolu birçok küçük lekelerden meydana gelmiş gibi görünür. Kırınım nedeniyle, bir yarık arasından geçerek bir ekran üzerine gelen paralel ve tek renk ışık demeti, yarıktan daha geniş bir parlak leke oluşturur. Leke şeridinin kenarlarından ve dar bir bölgede ard arda karanlık ve parlak ince şeritler bulunur.

Kırınım Ağı veya Optik Şebeke, genellikle saydam bir levha üzerine birbirine paralel ve eşit aralıklı olarak çizilmiş çok ince ve sık çizgilerden oluşmuş bir alettir. Bir kırınım ağına verilen görüntü, onun kendi yapısıyla ilgilidir. Belirli bir dalga boyu ile elde edilen böyle bir görüntüden o görüntüyü veren cismin yapısı çıkarılabilir veya yapısı bilinen bir cismin görüntüsünden ışınların dalga boyu hesaplanabilir.

KUTUPLANMA (Polarizasyon):

Enine ve boyuna dalgalarda girişim ve kırınım olayları oluşur; ancak, kutuplanma sadece enine dalgalarda

meydana gelir. Bir enine dalganın titreşimlerinin yer aldığı düzleme "titreşim düzlemi" denir. Dalgaların yayılma doğrultusundan sonsuz sayıda titreşim düzlemi geçebileceğinden enine dalgalar yayılma doğrultusuna dik tüm doğrultularda titreşebilirler. Titreşimleri yalnız bir düzlemde yer alan dalgalara "çizgisel veya düzlemsel dalgalar" denir. Şekil 3'de enine dalgaların kutuplanmasını gösteren bir model deney yer almaktadır.

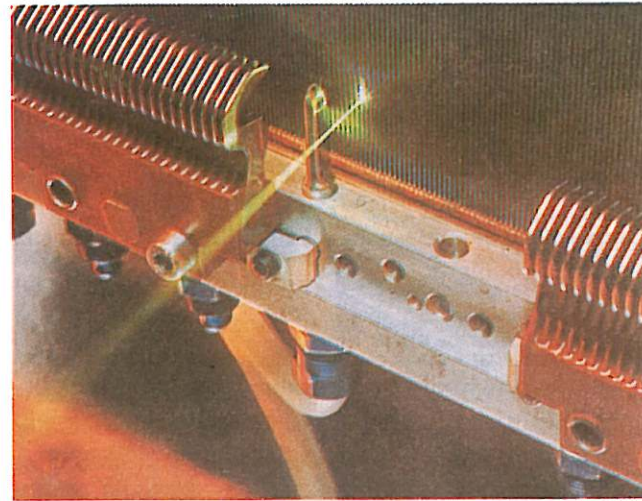


Şekil 3. Kutuplanma model deneyi

Elektromanyetik dalga niteliğinden olan ışığın titreşim düzlemi olarak elektrik alan titreşimlerinin yer aldığı düzlemler alınır. Bir ışık kaynağından yayılan her bir foton çizgisel kutuplanmış olmakla beraber, rastgele yönelmiş atomlardan yayılan ışık içinde her doğrultuda titreşim yapan dalgalar mevcuttur. Ancak laser ışınları kutuplanmış olarak elde edilirler.

3. TEKSTİLDE LASERLERİN BAZI UYGULAMA ALANLARI

3.1. Hava Jetli Dokuma Makinasının Dokuma Kanalında Yapılan Ölçümler



Resim 1. Hava jetli bir dokuma makinasının dokuma kanalında L2F ölçümünün yapıldığı [Schachenmann, 1986]

Hava jetli dokuma makinalarının daha ileri gelişme düzeylerine çıkarılabilmeleri ve optimizasyonlarının sağlanabilmesi, atkı ipliğinin geçirildiği dokuma kanalı içerisindeki hava akımının davranışı hakkında kesin bilgiler gerektirmektedir. Akışın sağlandığı sınırlı boşluk ve hava jeti başlıkları civarındaki yüksek hızlar dikkate alındığında, laser teknolojisinin hava akımı ölçümü için açık bir seçenek olduğu görülmektedir.

3.1.1. Optik Akım Ölçümü

Laser optik teknikleri kullanarak akım ölçme yöntemleri, çalışan bir makina üzerinde yapılan ölçümlerin endüstriyel amaçlarla kullanılabileceği bir gelişme düzeyine ulaşmıştır.

Optik sistemler, akışı etkilemeksizin ve herhangi bir temas olmaksızın ölçüm yapmaya uygun olma üstünlüğüne sahiptirler. İnterferometri ve leke fotoğraf tekniği gibi klasik yöntemler, prensip olarak gaz dinamiğinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Yoğunluk değişiminin söz konusu olmadığı akımlarda, gözlem yapabilmek için çeşitli teknikler uyarlanabilir; ancak, genellikle nicel bir değerlendirme yapmak, son derece güçtür.

Uygun bir ışık kaynağı olarak laserin kullanımıyla, akım içinde partiküller halinde yayılan ışığın "doppler" etkisinden yararlanarak, akış hızını ölçmek mümkün olabilmektedir (Laser Doppler Anemometre-LDA Tekniği). Diğer bir yöntemde ise, yüksek şiddetteki laser ışını sinyali ile çalışan bir anahtar vasıtasıyla yayılan ışık partiküllerinin uçuş (ilerleme) süreleri ölçülebilmektedir [Schachenmann, 1986].

Her iki yöntem, optik tekniklerinin, fiziksel bir temasın olmaması, değişken ortam koşullarından etkilenmeme, akım vektörünü belirleyebilme, uzam ve zamanda iyi çözümüleme yapabilme gibi üstün taraflarını paylaşmaktadır.

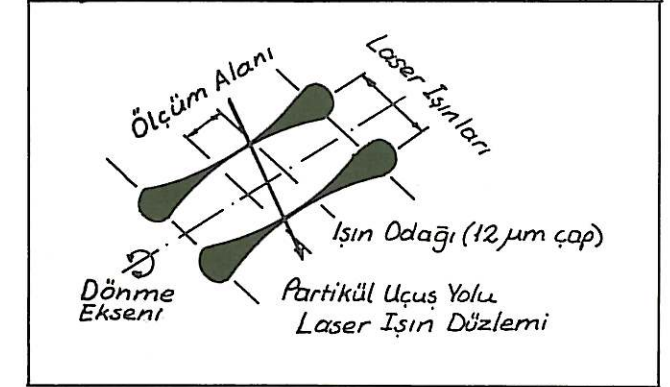
Hava jetli dokuma makinalarında L2F tekniğinin kullanımıyla, dokuma kanalının enine kesitinin tamamında ölçümler yapılmakta ve bu sayede akım şeklinin kesin bir resmi elde edilmektedir. Bu da, ipliğin optimal ani geçişinin sağlanabilmesine büyük ölçüde yardımcı olmaktadır.

3.1.2. Laser Çift Odaklı Anemometre (L2F)

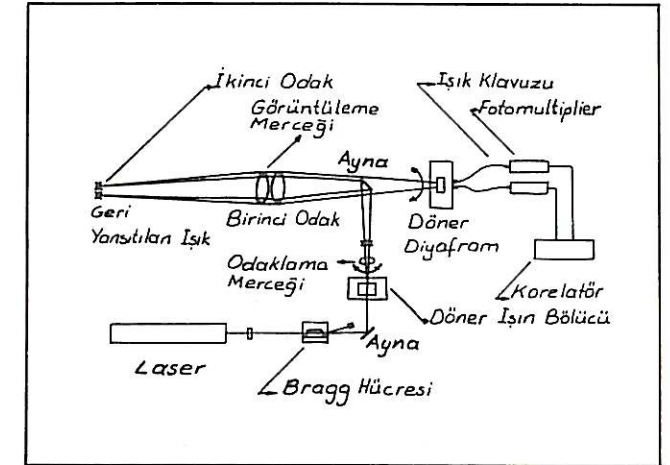
3.1.2.1. Ölçüm Prensibi

Laser çift odak sistemiyle, odaklanmış laser ışınlarına sahip iki ışık anahtarı tarafından yayılan bir partikülün uçuş (ilerleme) süresi saptanmaktadır. Laser ışınları arasındaki bilinen uzaklık ve ölçülmüş uçuş süresinden, ışın eksenine normal olan hız bileşeni belirlenebilir. Şe-

kil 4 ölçüm hacminin geometrisini göstermektedir. Odak çapı (12µm) ile ışınlar arası uzaklık (237µm) arasında uygulanan oran, uçuş açısının kesin olarak saptanmasına izin verir. Bunun için iki laser ışığı, uçuş süresini ölçmede kullanılan çapraz (*cross*) korelasyon fonksiyonu maksimuma ulaşıncaya kadar, ışın eksenini etrafında döndürülür.



Şekil 4. L2F ölçüm hacmi geometrisi [Schachenmann, 1986]



Şekil 5. L2F optik düzenlemesi [Schachenmann, 1986].

3.1.2.2. Optik Düzenleme

Bir akışkanlar mekaniği laboratuvarında, endüstriyel amaçlarla uygulanan bir L2F optik sistemi tasarlanarak, bir araya getirilmiştir. Bir x-y koordinat sehvası üzerine monte edilmiş sabit bir kamera odacığına, Şekil 5.'de gösterildiği biçimde optik parçalar uygun bir şekilde yerleştirilmiştir.

Laser ışını döner bir prizmada eşit şiddetle iki paralel ışına ayrılır. Bu ışınlar bundan sonra bir mercek tarafından 10 µm lik bir çapa odaklanır. İki odaklı noktadan oluşturulan esas ölçüm sahası, yansıtıcı merceklerin merkezi kısmıyla 700 mm çalışma uzaklığına yansıtılır. Ölçüm sahası içinde partiküller halinde yayılan ışık, yansıtıcı merceğin dış kısmıyla geri alınarak kademeli bir motor ta-

rafından ışın bölücü prizma ile eşzamanlı olarak döndürülen iki diyafram üzerine aksettirilir. Diyaframların arkasında yer alan iki adet cam lifli ışık kılavuz kablosu, yayılan ışığı iki foto-kademeleyiciye (*fotomultiplier*) nakleder. Dönme açısının çözümlenmesinin gerekli olduğu turbo makinalardaki ölçümler için, tetik görevi yapan elektronik elemanlarla kontrol edilen bir Bragg hücresi tarafından, laser ışığı optik aracın içinde veya dışında birleştirilir.

3.1.2.3. Sinyal İşlemi ve Elektronik Düzenekler

İki adet "*fotomultiplier*" yayılan ışık sinyallerini elektronik çarpma sinyallerine (*pulse train*) çevirir. Dijital korelatör (120 hat ve minimum bant genişliği 10 ns) iki çarpma dizisinin çapraz korelogramını oluşturur. Korelogram bir bilgisayarda istatistiksel olarak değerlendirilir. Bu aynı zamanda ışın açısını ayarlaması için kademeli motorları da kontrol eder. Böylece uçuş açısının bilgisayar kontrollü olarak belirlenmesi mümkün kılınır. Değerlendirme programı ortalama hız ve ışın yönüne normal düzlemdeki uçuş açısı için veri sağlar. Programlanabilir elektronik anahtar (tetik) bir anahtar açma aralığında seçilecek herhangi bir ölçüm penceresini etken duruma getirir.

3.2. Tops ve Bant Paralellliği ile İplik Tüylülüğü Ölçümünde Yeni Laser Yöntemleri

Bir kesikli lif ipliği üretiminde, ipliğin eğrilmesinden önceki hazırlık devresinin her aşamasında liflerin olabildiğince paralelleştirilmesine veya paralellüğün iyileştirilmesine çalışılır, çünkü, ipliği oluşturan lif kütlesinin ipliğin uğradığı çeşitli etkiler karşısındaki davranışı, iplik özelliklerini belirleyen temel unsurlardan biridir.

Tops, bant veya fitil içerisindeki liflerin birbirlerine göre konumları ne kadar düzgün veya paralellikleri ne kadar iyi ise, o tops, bant veya fitilden eğrilen ipliğin düzgünlük değeri de orantılı olarak o derecede iyi olur. Birim iplik uzunluklarındaki ağırlık değişiminin az olması, iplik mukavemetini artıran direk bir etmendir. Düzgünlük ve büküm dağılımı yakından ilgilidir. İpliklerde neps oluşumu, lif uzunluğu dağılımına bağlı olduğu kadar lif paralellğine bağlı olarak da değişim gösterir. İplik tüylülüğü üzerinde yine lif paralellği etkili olmaktadır.

Aynı şekilde, istenen görünüm ve davranış özelliklerine sahip bir kumaş dokuyabilmek için özellikleri kesin belirlenmiş iplikleri kullanmak gerekir. İplik üretiminin kontrollü olarak yürütülebilmesi bakımından, burada, tops ve bantlardaki paralellüğün hassas ve seri bir yolla ölçülebilmesinin ve değerlendirilebilmesinin önemi orta-

ya çıkmaktadır. Üretim sonrasında yapılan kontroller de iplik kalitesinin tam olarak belirlenebilmesi bakımından önemlidir. Ancak, örneğin iplik tüylülüğü, kumaşın görünüm ve kullanım özelliklerini etkileyen önemli bir parametre olmasına karşın, ölçümünde geçmişte uygulanan teknikler son derece yetersiz kalmıştır.

Hem tops ve bantlardaki paralellği hem de iplik tüylülüğünü belirlemede kullanılan eski yöntemlerde, incelenen parametrelerle doğrudan bağlantılı olmayan büyüklükler ölçülmektedir. Bu ölçümler, ölçülen büyüklüklerin gerçek değerlerini vermemeleri yüzünden sakıncalıdır ya da örneğin, iplik tüylülüğünün ölçümünde kullanılan ve optik-elektronik bir prensiple çalışan bazı aletlerde olduğu gibi, yalnız iplik gövdesinden bir miktar uzaklıktan itibaren çıkan uçlar dikkate alınmaktadır. Bu yöntem çok açık olarak kısa tüyleri ve onların uzunluklarını ihmal etmekte ve bu yüzden tüylülüğün ancak kısmen değerlendirilmesine olanak vermektedir. Elektrotatik yöntemlerde, tüylerin sayımını kolaylaştırmak bakımından lifler iplik gövdesine dik olacak şekilde kabartılırlar. Fakat bu, lifler normal konumlarının dışında bir pozisyona zorlandıklarından, ölçümde hata yaratır. "Vidicon tüpü ile iplik muayenesi" sistemi de kullanılabilir. Bu sistemde de ipliğin ölçüm kafasından geçirilmesi son derece zaman alıcıdır. Mekanik prensiple çalışan aletlerin düzenlenmesi ise oldukça karmaşık ve güçtür [Barella, Martin, Vigo ve Manich, 1980].

Laser ışını kolayca ölçülebilen ya da kayda geçirilebilen ışık şiddetlerine sahip bulunan difraktometrelerin yapılma olanağını vermiştir. Burada da, optik araçlarla gerçekleştirilen analizlerin, işleyebildikleri büyük miktarda bilgi, analiz gerçekleştirildiği hız (ışık hızı) ve iki boyutlu ölçme olanağı bakımından üstün olmalarından yararlanılmaktadır. Tarama ve eğirme işleminin farklı aşamalarında lif paralellüğünün gelişiminin ve paralellüğünün iplik üzerinde ve çeresindeki uzaysal dağılımının ölçüsünü veren yeni optik analiz yöntemleri sayesinde tekstil materyallerinin özelliklerinin izlenip, kontrol edilebilmeleri mümkün olmaktadır.

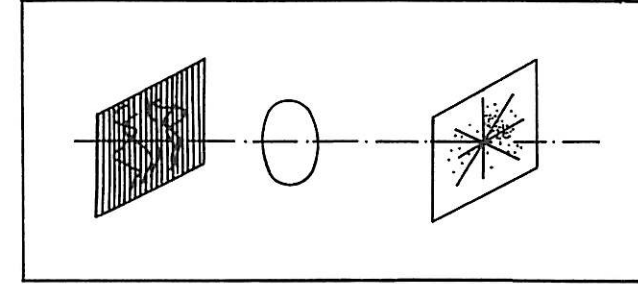
Söz konusu yöntemler optik kırılma ile gerçekleştirilen bir görüntü analizine dayanmaktadır. Objenin bir Fourier transformu olan bu analiz, ışın tarafından aydınlatılan alan içerisindeki ortalama vermektedir. Her bir ölçümde dizilme (*oryantasyon*) eğiliminin veya iplik tüylülüğü durumunda liflerin silindirik yerleşmeden olan sapmalarının genel bir göstergesi elde edilmektedir [Silva, Rodrigues, Morgado ve Amoreia, 1981].

3.2.1. Paralellüğün Değerlendirilmesi

Kırınım (*difraksiyon*) deseni, liflerin gelişigüzel dağılımı söz konusu olduğunda ışık şiddetinin de gelişigü-

zel dağılımına bağlı bir görünüm verir: Tüm liflerin paralel olduğu durumda, bu desen liflere normal doğrultuda gelişen bir dağılıma dönüşmüş halde elde edilir. Herhangi bir gerçek kırınım deseni ise, bu iki biçim arasında yer alır.

Çeşitli kırınım desenlerini birbirlerinden ayırmak için difraktometre ekseninden 4 mm. uzağa bir fotodiyot lambası yerleştirilmiştir. Bu fotodiyotu kırılma düzleminde çevirmek ve akımı ölçmek suretiyle, akımın maksimum olduğu konumla, kayıt değerinin bu değer yarısı olduğu konum arasındaki açının değeri, paralellüğün ölçüsünü veren bir değer olarak elde edilmektedir. Bu değer küçüldükçe liflerin dağılımı daha paralel olmaktadır. Şekil 6.'da yöntem şematik olarak gösterilmektedir.



Şekil 6. Tops veya bantta lif paralellği tayini.

ışığın objeyi kesmesi nedeniyle, geniş bir alanın analiz edilebilmesi için örneğin ince olması gerekmektedir. Bu yüzden Şekil 6.'da, belli bir hacim içerisindeki dağılımın yüzeydeki dağılımla aynı olduğu kabul edilerek, tops ya da bantın bir bölümü slayt çerçevesine alınmak suretiyle bir analiz örneği oluşturulmuştur.

Yöntem hızlı ve güvenilirdir. Yapılan araştırmalar, kamgarn iplik üretim makinaları içinde paralellik konusunda en etkin makinanın tarama makinası olduğunu göstermiştir [Silva, Rodrigues, Margado ve Amoreia, 1981].

3.2.2. Tüylülük Ölçümü

İplik, etrafından tüylerin çıktığı bükülmüş bir silindir olarak alınabilir. Böyle bir objenin kırınım deseni, burulmuş silindirin kırınım deseni ile buna eklenen ve tüylerin gelişigüzel dağılımından kaynaklanan tüm bilgilerden oluşur. Burada, burulmuş bir silindirden sağlanan kırınım deseninin analizini yapmada kullanılan klasik yöntemlerden yararlanılmaktadır.

Uygun bir maskeyle karartma yapılarak, ipliğin kendisinden ya da kırılmadan ileri gelen ışığa göre sadece tüylülüğe bağlı olan bir bilgi ölçümü yapmak mümkün olur. Tüylülüğü olmayan bir ipliğin kırınım deseni dışına düşen ışığın kaydedilmesi için, bu ışık bir fotodiyot içine bir optik düzenleme vasıtasıyla odaklanmaktadır. Uygun

devreler vasıtasıyla düşen ışık şiddetiyle orantılı çarpma sinyalleri (*pulse train*) elde edilir. Bu sinyallerin senkronizasyonu ve uygun şekilde muamele edilmesi ile mm olarak tüyün çap ve uzunluğu belirlenir, amprik birimlerin belirlenmesine dayalı bir tüylülük göstergesi bulunur. Düzenlenen cihaz bu üç parametrenin bir ölçüme ait minimum, maksimum ve ortalama değerlerini dijital formda verir [Barella, Martin, Vigo ve Manich, 1980].

Sinyaller bir mikro bilgisayara beslendiğinde iplik uzunluğu boyunca, tıpkı iplik düzgünlüğünün ölçümü gibi (ona eşit hızda) iplik tüylülüğü ölçümü yapılabilir. Bu sayede iplik çapı, tüylülük göstergesi ve tüy uzunluk göstergesi belirlenebilir ve alınan datalarla istatistiksel bir analiz gerçekleştirilebilir.

3.3. Laser Işınları Yardımıyla Dokuma Kumaşlardaki Hataların Belirlenmesi

Kumaşlar üzerinde yapılan fiziksel muayenelerde, kişiye göre değişebilen yorum ve sonuçlardan olabildiğince kurtulabilmek amacıyla çeşitli kumaş özellikleri için (örneğin, kumaş dökümlülüğü gibi bir özellik için bile) standardlaşmaya gidilmektedir. Ancak, çözü kopuğu, atkı boncuğu (atkı kırılması), çift atkı gibi çeşitli kumaş hatalarının muayeneleri genellikle gözle yapılmakta, belli bir alanda görülme sıklıklarına göre kumaş kalitesi hakkında bir yoruma varılmaktadır. Gözle muayene bazı hataların gözden kaçmasına veya küçük hataların görülmemesine neden olabilmektedir.

Kumaş düzgünlüğüne ya da kumaş gramaj ve yoğunluğunda değişmeye yol açan sıklık değişimi hatalarının belirlenmesi de son derece önemli bir konudur. En kolay yol olarak kumaşta gramaj analizi yapmak, yalnızca incelenen kumaşın kendi standardı içerisinde olup olmadığını belirlemeye yarar. Sıklık hatalarının ve hata periyodlarının belirlenmesini mümkün kılmaz. Son yıllarda yapılan araştırmalarda tezgah üzerinde kumaş boyunca atkı sıklığında görülen değişmelerin dinamik halde saptanması, yeni bir optik yöntem olarak denenmektedir.

Hem çeşitlerine göre kumaş hatalarının hem de atkı ve çözü yönündeki sıklık değişimlerinin ortaya çıkarılabilmeleri, laser tekniği kullanarak çok daha hassas biçimde gerçekleştirilebilir. Aynı zamanda, hatalı kumaşlardaki hata büyüklükleri hatasız kumaşlarla karşılaştırılarak saptanabilir. Bu sayede, kumaşın kalite parametreleri herhangi bir hatanın hem görülme sıklığı hem de büyüklüğü dikkate alınarak ortaya konmuş olur.

Laser gibi uygun (*coherent*) bir ışıkla aydınlatılan bir yüzeyden yansıyan ve geçen ışınlar, bir gözlem düzlemi üzerinde "beneklenme deseni" diye adlandırılacak kırınım saçakları formunu oluştururlar. Daha önce (3.2.

de) açıklanan yöntemlerde olduğu gibi buradaki yöntemle de materyalin yüzey durumu hakkında bilgi sağlanabilir [Toba ve Sawaji, 1982].

Bu bölümde, söz konusu olan çalışmada açıklanan laser beneklenme deseni yöntemi, dokunuştaki ince farkların ayırtedilebilmesinde ve kumaştaki hataların muayenesinde kullanılacak bir teknik olarak denenmektedir. Aynı zamanda iki boyutlu ya da iki yönlü latis düzenlemedeki kumaşların tüylü yüzeyleri üzerinde de aynı yöntemle inceleme yapılmıştır. Kumaşların otokorelasyon fonksiyonları incelenmiş, korelasyon fonksiyonlarında uygun bir kesilme yapıldığında yöntemin daha da uygulanabilir olduğu saptanmıştır.

3.3.1. Yöntem

Uygun bir ışına tabi tutulan tüylü veya pürüzlü bir yapı (obje düzlemi) için, yansıyan ya da geçen ışınlarla elde edilen beneklenme deseninin enerji spektrumu ile obje düzlemindeki ışık şiddeti dağılımları arasında var olan ilişki tek boyutlu analizle belirlenebilir.

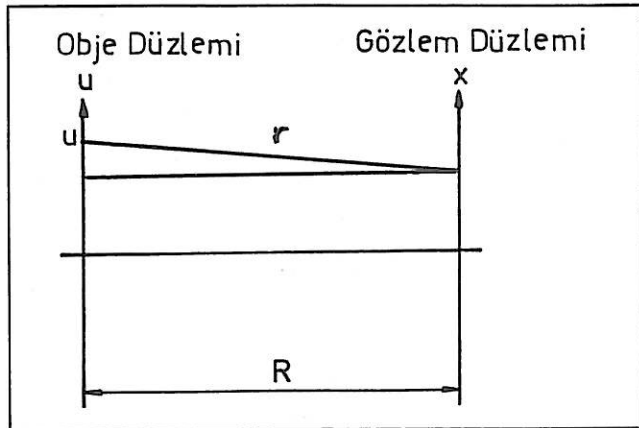
Şekil 7.'de gözlem düzlemi olarak bir fotografik film kullanılmaktadır. λ dalga boyundaki laser ışınlarından, obje düzleminde yansıyan veya geçenlerin ışık şiddeti dağılışı $I(u)$ olup, dağılışın büyüklüğü,

$$I^{1/2}(u)e^{i\psi(u)} \dots \dots \dots (1)$$

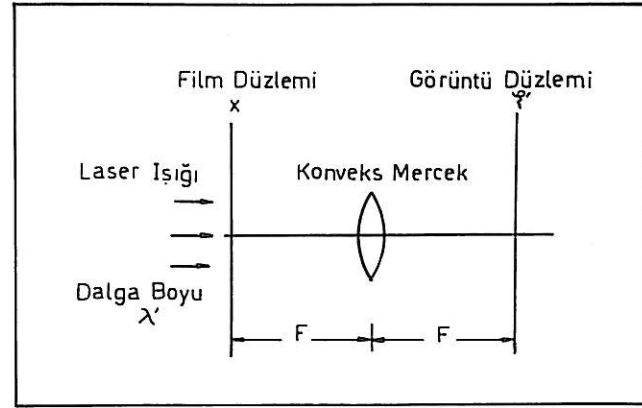
şeklinde tanımlanmaktadır. $\psi(u)$, $I(u)$ 'ya göre daha hızlı olarak şansa bağlı ve düzgün biçimde ($-\pi$ ile π aralığında) değişen gerçek bir fonksiyondur. Gözlem düzlemi üzerindeki bir x noktasında yansıyan ya da geçen bir ışığın genlik dağılımı $A(x)$,

$$A(x) = \frac{1}{\lambda R} \int I^{1/2}(u) e^{i\psi(u)} e^{i2\pi r/\lambda} du \dots \dots \dots (2)$$

şeklinde verilmektedir.



Şekil 7. Beneklenme deseni analizi ile ilgili koordinatlar [Toba ve Sawaji, 1982].



Şekil 8. Fourier dönüşümlü optik sistem [Toba ve Sawaji, 1982].

Bazı dönüşümlerle elde edilen ışık şiddeti dağılışı $|A(x)|^2$ gözlem düzlemindeki fotografik film üzerine kaydedilir. Bu film daha sonra λ' dalga boyunda laser ışınlarına tutularak, Şekil 8'deki gibi bir optik sistem vasıtasıyla Fourier dönüşümüne uğrattılır. $p = 2\pi/\lambda' R$, $q = 2\pi/\lambda' F$ ve F odak uzaklığı olup, fotografik filmin şeffaflık ölçüsünün ışının şiddet dağılışı ile orantılı olduğu kabulü ile görüntü düzlemindeki şiddet dağılışı $P(\phi)$,

$$P(\phi) = \left[\int |A(x)|^2 e^{-iq\phi x} dx \right]^2$$

$$= C \int I(u) I(u + \frac{q}{p} \phi) du \dots \dots \dots (3)$$

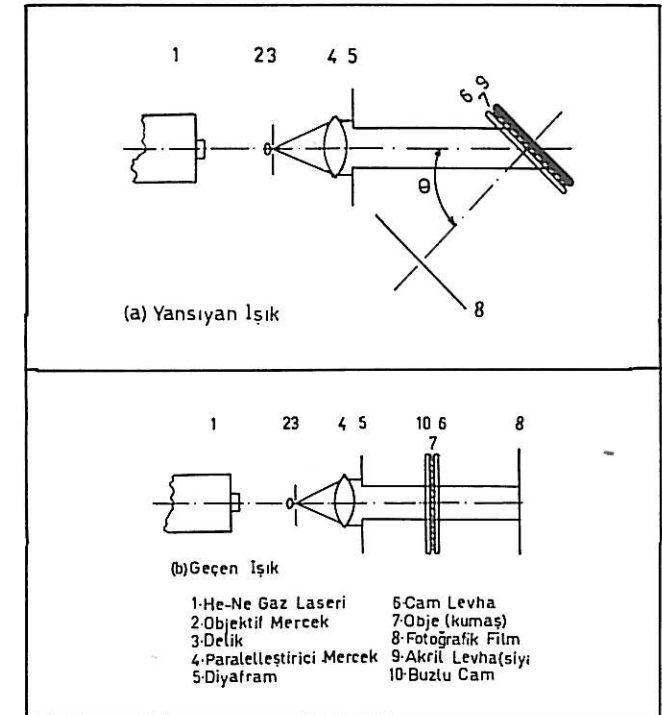
denklemleriyle belirlenmektedir.

Beneklenme deseninin enerji spektrumu, obje düzlemindeki orjinal ölçüye göre $\lambda' F/\lambda R$ oranında büyütülen otokorelasyon fonksiyonu ile aynıdır. Eğer test materyali olarak iki yönlü latis düzenlemede bir dokuma kumaş kullanılmışsa, bunların otokorelasyon fonksiyonlarını saptayarak, yüzeydeki statik durumları ve ipliklerin düzlemsel görünüşleri hakkında kesin bilgiler elde edilebilmektedir. Böylece beneklenme deseni, tekstil yapıları arasında ayırım yapma işleminde de kullanılabilir olmaktadır. Genellikle, yerleşiminde periyodik düzgünlüğün devamlılığının sağlandığı bir materyalin otokorelasyon fonksiyonu belirgin biçimde farklıdır; ancak, düzgünlüğün otokorelasyon fonksiyonu belirginliğini yitirir ve uç noktaları keskinliğini kaybeder. Otokorelasyon fonksiyonunun görüntüsündeki gölgeleme ölçüsü veya varyasyon, materyaldeki hataların varlığını saptamayı mümkün kılar.

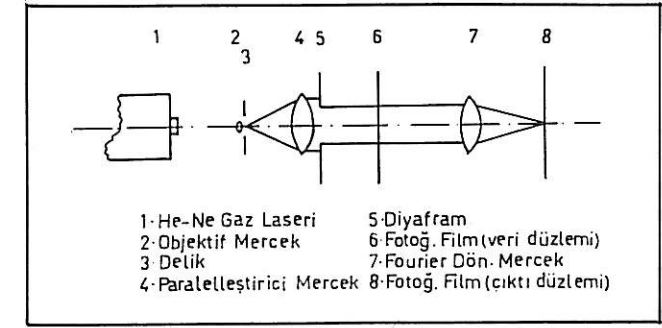
3.3.2. Optik Düzenleme

Şekil 9'da beneklenme deseninin elde edilmesinde kullanılan deneysel aparatlar görülmektedir. Şekil 9(a)'da, He-Ne gaz laserinden yayılan ışınlar ($5mW; \lambda = 632.8 \mu m$ dalga boyu) bir objektif mercek (2), bir iğne deliği (3)

ve bir paralelleştirici mercek (4) tarafından genişletilir ve paralelleştirilir. Bir diyafram (5) yardımıyla, çapı 15 mm de muhafaza edilen bu paralel ışınlar $21 mm \times 16 mm$ lik dokuma kumaş yüzeyinin üzerine düşürülür. Kumaş yüzeyinden yansıyan ve kumaştan geçen ışınlarla elde edilen beneklenme desenleri fotografik film üzerine kaydedilir. Kumaş, 1 mm kalınlıkta temiz bir cam levha (6) ile karartılmış 1 mm kalınlıkta akril bir levha (9) arasında sabitlenmiştir. 1 mm kalınlıkta buzlu cam (10) ışığa kumaş yüzeyinden itibaren yeterli faz varyasyonunu verir. Kumaşlar, çözgü iplikleri sistemlerin aksel düzlemleri üzerinde olacak şekilde yerleştirilirler (Şekil 9 (b)). Film yüzeyi ile kumaş arasındaki uzaklık 150 mm dir. Yansıma metodunda, laser ışınının kumaş yüzeyine geliş açısı θ , 45° dir. Beneklenme deseninin elde edilmiş süresi 0.25 ile 1 saniye arasındadır.



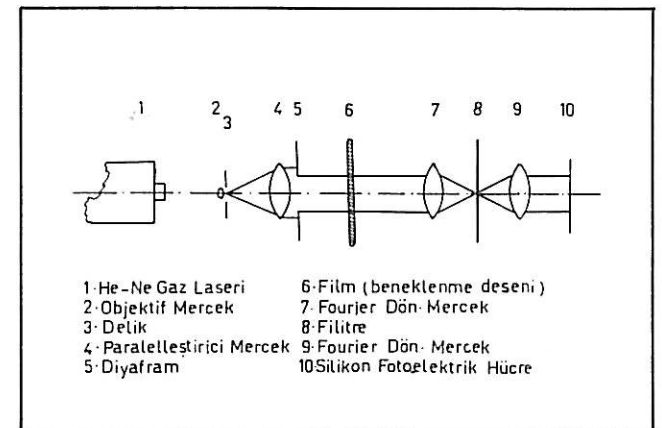
Şekil 9. Beneklenme deseni için optik düzenleme [Toba ve Sawaji, 1982].



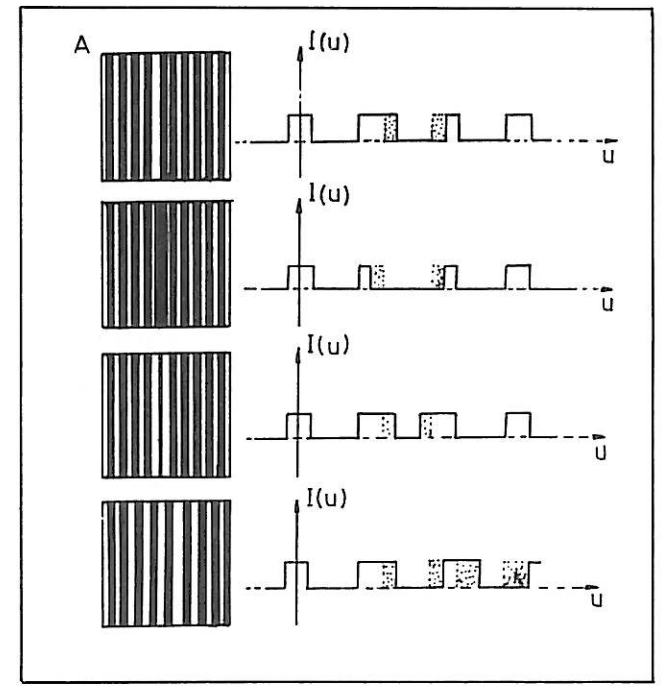
Şekil 10. Beneklenme deseninin enerji spektrumunu veren optik düzenleme [Toba ve Sawaji, 1982].

Kumaşların beneklenme desenlerinden elde edilen enerji spektrumunun (otokorelasyon fonksiyonunun) kaydedilmesinde kullanılan optik sistem Şekil 10'da görülmektedir. He-Ne gaz laser ışını ($5mW$ enerji çıktısı, $\lambda = 632.8 \mu m$ dalga boyu) 15 mm çapta paralelleştirilerek, önceden beneklenme deseninin fotoğrafının alındığı film (6) üzerine yollar. Beneklenme deseni bir mercek (7) ($F = 300 mm$ odak uzunluğu) vasıtasıyla Fourier dönüşümüne uğrar. Kumaşların otokorelasyon fonksiyonları bundan sonra merceklerin (7) odak düzlemindeki (8) fotografik film üzerine kaydedilir.

Kumaşlardaki hataları belirlemede kullanılan optik aparat ise Şekil 11'de yer almaktadır.



Şekil 11. Kumaş hatalarını belirlemede kullanılan deneysel aparat [Toba ve Sawaji, 1982].



Şekil 12. Model örnekler ve geçiş (transmission) fonksiyonları [Toba ve Sawaji, 1982].

Kumaşların otokorelasyon fonksiyonunun görüntü düzlemi (8) üzerine bir filitre (kırınım ağı) düzgün olarak yerleştirilir. Bu, yüzeyden genlik geçiş düzeyinin dönüşümlü olarak sıfır veya birim değer arasında değişen değerler almasını sağlar. Silikon fotoelektrik hücre tarafından alınan ışık miktarı ve foto-elektro motor kuvvet v, filtresiz ölçümden elde edilen fotoelektromotor kuvvet v_0 'daki fotoğrafik-kontrast varyasyonundan kaynaklanan hatayı düzeltecek şekilde ölçülür. $\beta = v/v_0$ olmak üzere β değerleri belirlenir. β değeri otokorelasyon fonksiyonunun gölgelenme derecesini göstermektedir.

3.3.3. Deneme Sonuçları

Dokuma kumaşlarda pratikte oluşan çeşitli hatalar dikkate alınarak fotoğrafik filmler yardımıyla ikili geçiş (transmission) dağılımı model örnekleri Şekil 12'deki gibi hazırlanmıştır. Dört farklı kafes biçimi, ayrı ayrı örnek filmler üzerine basılmıştır. A örneğinde çubuklar arası genişlik 2 mm olup, ortada olanın pozisyonu sola kaydırılarak her iki taraftaki kafes aralıkları değiştirilmiştir. B ve C örneklerinde kafes aralıkları (1 mm) sabit ancak, B de ortadaki çubuk daha geniş, C de ise iplik kopuğu olan bir kumaşta olacağı gibi dardır. D örneğinde ise çubuk genişlikleri sabit, kafes aralığı değişkendir. Bu da, doku yoğunluğu değişken, dokuma kolonlarının var olduğu bir kumaşın benzeri olarak ele alınmaktadır.

Model deneme sonuçlarında hata büyüklükleri ile $\Delta\beta$ değerleri arasındaki ilişkiler incelenmiştir. A, C ve D örnekleri için bu ilişkilerin doğrusal olduğu gözlenmiştir. B örneğinin otokorelasyon fonksiyonu, filtrenin ışını kesme frekansının etkisine girdiği için bu örnekteki hatalar belirlenememiştir. Periyodik değişimli A ve D örnekleri için β değerindeki değişim genişlik değişimli B ve C örneklerindeki değişimden daha büyüktür.

Hazırlanan 1 mm periyodlu (düzgün aralıklı) pamuk ipliği kafes modelleri ile hatasız ve hatalı PET bezayağı kumaşların otokorelasyon fonksiyonları da elde edilerek, yapılan incelemelerle yönetim geçerliliği ve uygulanabilirliği kanıtlanmıştır. Otokorelasyon fonksiyonlarının gölgelenme dereceleri (β değerleri), örneklerindeki periyodik düzensizlik ve hata dereceleriyle orantılı olarak değiştiğinden, β değerlerini hesaplama yoluyla kumaşlardaki bu tip hataların varlığını ve büyüklüklerini saptamak mümkündür. Ayrıca bu deneysel teknik, normal kumaş ile β değeri cinsinden sayısal olarak hatası belirlenmiş olan kumaşlar arasındaki farkları elde etmede de yararlıdır. Bu farklar, kumaşlardaki hataların nicel olarak değerlendirilebilmesi bakımından son derece etken olacaktır.

Bu yöntem kumaştaki hataları, iplik düzensizliği veya tüylenme gibi iplik görünüşünün etkilerini azaltıcı

bir tarzda belirlendiğinden, çift kırınım yöntemine göre daha üstündür. Ancak, filtrenin hazırlanması ve doğruluk ayarının dikkatlice yapılması zorunludur. Ayrıca, fotoğrafik film geliştirme işlemi prosesin yürütülmesinde oldukça uzun bir zaman almaktadır.

4. SONUÇ

Günümüz teknolojisinin her alanında kullanımı git-tikçe yaygınlaşan laser ışınları ve laser teknikleri, tekstilde de geliştirilen yöntemlerde çeşitli üstünlükler yaratmıştır. Kumaşların çok katlı olarak hassas kesiminde olduğu gibi direk kullanımlarının yanı sıra, bu yöntemler çeşitli tekstil işlemlerinde gereken hızlı ve hassas ölçümler için de avantajlıdır. Ayrıca, sadece statik bir konuma veya kesikli bir işleme ait ölçümler için değil, aynı zamanda sürekli işlemlerin yürütülmesi sırasındaki çeşitli ölçümler için de son derece elverişlidir. Bu nedenle, hem bir parametrenin doğru ve hassas olarak belirlenmesinde hem de bir işlemi kontrollü olarak yürütülmesinde kullanılabilirlerdir.

Laser Çift Odaklı Anemometre tekniği sayesinde, hava jetli dokuma makinelerinin dokuma kanalındaki akımın kesin ve süratli ölçümü yapılarak, atkı ipliğinin optimal ani geçişini sağlamada yardımcı olmaktadır. Tops ve bantlardaki liflerin paralelliği yeni laser yöntemleriyle hassas biçimde belirlenebildiği gibi, ipliğin tüylülüğü ve tüylülük ve tüy uzunluk göstergeleri bulunacak şekilde sürekli olarak ölçülebilmektedir. Tüy çap, uzunluk ve sayısına göre iplik çapının gerçeğe daha yakın belirlenmesi böylece mümkün olmaktadır. Statik haldeki dokuma kumaşlarının otokorelasyon fonksiyonları laser beneklenme desenlerinden yararlanarak elde edilmekte, yansıma yöntemiyle bir dokuma kumaşın yüzey görünümü saptanabilmekte veya ışın geçişi yöntemiyle ipliklerin düzlemsel yerleşimleri çıkarılabilmektedir. Dokuma kumaşlardaki periyodik hataların varlığı ve bunların büyüklükleri bu sayede ortaya konabilmektedir. Yine bu yöntemle filitre tiplerinin uygun bir seçimini yaparak, değişik kumaş hatalarını da saptamak olasıdır.

KAYNAKÇA

- Barella, A., Martin, V., Vigo, J.P. ve Manich, A.M., 1980, Jour. Text. Inst., Vol. 71, No. 6, 277
- Environmental Health Criteria 23, 1982, Lasers and Optical Radiation, World Health Organization, GENEVA.
- Ertaş, İ., 1977, Denel Fizik Dersleri 2C, Cilt 2, Ege Üniversitesi Matbaası, Bornova, İZMİR.
- Schachenmann, A., 1986 Corporate Staff-Research and Development, Sulzer Technical Review, Vol. 68, No. 3, 29
- Silva, M.S., Rodrigues, F.C., Morgado, C.P. ve Amorera, L., 1984, 2-4 Kasım 1981 İZMİR Atatürk'ün 100. Doğum Yılı Uluslararası Tekstil Sempozyumu, 965, Ege Üniversitesi Basımevi, Bornova, İZMİR.
- Toba, E. ve Sawaji, M., 1982, Jour. Text. Inst., Vol. 73 No. 2, 47

Son Gelişmelerle İpek Baskıcılığı

Mehmet YAKARTEPE

Tekstil Y.Müh.

Organik Kimya A.Ş. İSTANBUL

Zerrin YAKARTEPE

Tekstil Müh.

İpekli mamullerin genel basma prensipleri yüne benzemekle beraber ipeğin, bazlara karşı yünden daha dayanıklı olması nedeniyle pamuk baskıcılığına benzeyen baskı prensipleri de mevcuttur.

İpeğin yüksek değeri nedeniyle kalitenin korunması açısından çok dikkatli olunmalıdır.

İpek boyacılığında yaygın olarak kullanılan boyarmadde sınıfları asit, metal kompleks, reaktif ve substantif boyarmaddelerdir.

İpek üzerine direkt baskıdan başka, beyaz ve renkli aşındırma baskılar da uygulanabilmektedir.

Bu yazıda; ipek baskıcılığında kullanılan baskı prensipleri ve reçeteler son gelişmeler dikkate alınarak açıklanmıştır.

SILK PRINTING WITH RECENT DEVELOPMENTS

The general printing principles of silk goods are like in wool printing. However, since silk is considerably more stable towards alkali than wool, printing principles for cotton are also applied.

One should be very careful to preserve the quality of silk owing to high value of silk.

The classes of dyestuffs commonly used for silk printing are; acid, metal complex, reactive and substantive dyes. Apart from direct printing on silk goods, white and coloured discharge printing are also applied.

In this article, the printing principles and typical recipes used in silk printing are explained with due regard to recent developments.

1. GİRİŞ

Salgı ürünü protein liflerine tabi olan ipek çok değerli bir doğal lif olup, işlenmesi özen isteyen bir lifdir.

Temel olarak basma prensipleri yüne benzemekle beraber, bazlara karşı daha dayanıklı olması nedeniyle pa-

muk baskıcılığına benzeyen baskı metodları da uygulanır.

İpek lifleri amfoterik bir yapıya sahip olmaları nedeniyle yani, hem bazik (amino), hem de asidik (karboksil) grupları ihtiva ettikleri için hemen hemen tüm anyonik ve katyonik boyarmadde sınıfları ile basılabilmektedirler. Boyarmaddelerin liflere bağlanması iyonik bağlar, hidrojen köprüleri, Van der Waals kuvvetleri, koordinatif bağlar ve kimyasal bağlarla gerçekleştirilmektedir. Serisini uzaklaştırmış ve gerekliyse ağartılmış ipekli mamüllerin basılması için en fazla kullanılan boyarmaddeler; asit, 1:2 metal kompleks, reaktif ve substantif boyarmaddelerdir. Kromlama boyarmaddelerinin ipek baskıcılığında kullanılması yüksek haslıklarına rağmen, parlaklıklarının azlığı dolayısıyla yaygın değildir. Bazik (Katyonik) boyarmaddeler ise renklerinin parlaklığının fazla olmasına karşılık ışık haslıklarının iyi olmaması, yıkama sırasında beyaz kısımları kirletmesi gibi özellikleri nedeniyle avantajlı bir boyarmadde sınıfı değildir. Pigment, küpleukoester (indigosol) boyarmaddeleri de ipek boyacılığında yaygınlaşmamıştır.

İpek mamullerinin yüksek değerleri nedeniyle kalitenin korunması açısından baskı işleminde dikkatli ve bilinçli olunması gereklidir. Ağırlaştırılmış ipeğin basılması durumunda ağırlaştırma derecesine bağlı olarak buharlaştırma koşulları ipeğin zarar görmesine neden olabilmektedir.

İpek üzerine direkt baskı yanında, beyaz ve renkli aşındırma baskıların da yapılması mümkündür.

2. İPEK MAMULLERE BASKI UYGULANMASI

2.1. Asit Boyarmaddeleriyle Baskı

Asit boyarmaddeleri ipek baskıcılığı için önemli boyarmadde sınıfıdır. Renklerinin parlaklığı ve maliyetlerinin düşüklüğü bu boyarmaddelerin önemli bir avantajıdır.

İpek liflerine elektrostatik çekim kuvvetleriyle bağlanan bu boyarmaddelerin liflere bağlanması asidik ortamda sağlandığından, fiksaj anında asit sağlayıcı bir madde kullanılmaktadır. Bu maddeler; amonyum sülfat, amonyum tartarat, amonyum oksalat, asetik asit veya glikolik asit olabilmektedir.

Baskı patında bulunan maddeler; boyarmadde, çözünmeyi kolaylaştırıcı yardımcı madde, üre, kıvamlaştırıcı, fiksaj anında asit sağlayıcı maddelerdir. Kıvamlaştırıcı olarak kuru maddece zengin kristal gümme, keçiyoynuzu unu ve düşük viskozitede alginatlar gibi kumaştan kolayca giderilebilecek maddelerin kullanılması daha yaygındır. Üre, boyarmadde veriminin ve haslıkların artırılmasında etkili olmaktadır.