

Dikiş performansının optimizasyonu için on-line ölçme sisteminin kurulması

Türkan BAYRAKTAR* , Fatma KALAOĞLU

İTÜ Tekstil Fakültesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü, 34437, Gümüşsuyu, İstanbul

Özet

Bu çalışmada, dikim işlemi sırasında dinamik iplik gerginlikleri ve baskı ayağı kuvvetini ölçmek için on-line ölçme ve izleme sistemi geliştirilmiştir. Öncelikle, dikiş makinasında orijinal baskı ayağı çubuğuna gerilmeölçerler yerleştirilmiştir. İğne, üst lüper ve alt lüper ipliklerinin geçtiği orijinal iplik kılavuzları çıkarılarak, yerlerine üzerlerine gerilmeölçerler yapıştırılan yeni parçalar takılmıştır. Daha sonra, dikiş ipliklerinde oluşan gerginlik kuvvetleri hesaplanmıştır. Dikiş iplikleri kılavuzlardan geçerken oluşan sürtünmenin etkisini görmek için, dikiş ipliği giriş ve çıkış kuvvetleri bulunmuştur. Çalışmada, sürtünmenin ve dikiş ipliği özelliklerinin dikiş ipliği gerginlikleri üzerine etkisi incelenmiş ve dikim işlemi sırasında oluşan dikiş hatalarının on-line izleme sistemi ile belirlenmesi sağlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: *On-line dikiş ölçme sistemi, dikiş ipliği gerginlikleri, sürtünme, overlok dikiş makinası.*

On-line seam monitoring system for sewing performance optimization

Abstract

In this study, an on-line seam monitoring system has been set up to measure the forces coming out of sewing machine components due to tension of sewing threads and foot presser force in overlock sewing machine. The original presser foot bar has been equipped with strain gauges in order to measure the presser foot force of the machine. Moreover, the original components on the looper threads and the needle thread paths have been replaced with the new ones that are equipped with strain gauges in order to measure the forces generated by the needle thread, upper and lower looper threads. Thus, a system measuring these forces on-line has been established. After, the sewing thread tensions were determined. When the sewing threads pass the thread guide, they will be effected by friction. Therefore, friction forces are considered and in order to see effects of friction, the thread in tension and the thread out tension were determined. Consequently, the sewing thread tensions and the presser foot forces were determined. In this work, the effects of friction and sewing thread's properties on the tensions of the needle thread, upper and lower looper threads, have been analysed and faults coming out during seam process can be determined through this on-line seam monitoring system.

Keywords: *On-line seam monitoring system, tensions of sewing threads, friction, overlock sewing machine.*

*Yazışmaların yapılacağı yazar: Türkan BAYRAKTAR. turkanbr@yahoo.com; Tel: (212) 454 02 00 dahili: 1314.

Bu makale, birinci yazar tarafından İTÜ Makina Fakültesi'nde tamamlanmış olan "Dikiş performansının optimizasyonu" adlı doktora tezinden hazırlanmıştır. Makale metni 21.04.2005 tarihinde dergiye ulaşılmış, 19.12.2005 tarihinde basım kararı alınmıştır. Makale ile ilgili tartışmalar 30.11.2006 tarihine kadar dergiye gönderilmelidir.

Giriş

Giysi performansı, kumaş özellikleri ve giysi modeli ile birlikte dikiş performansına bağlıdır. Dikiş performansı, dikiş mukavemeti, esneklik, boyutsal dayanıklılık, konforlu olma ve aynı zamanda dikim işlemi sırasında herhangi bir problemle karşılaşmadan düzgün dikiş formu elde edilmesi olarak açıklanabilir. Dikiş mukavemeti, esnekliği ve dikişlerin vücuda uyum kabiliyeti; kumaş yapısı, malzemesi ve uygulanan bitim işlemlerine, dikim tekniğine, dikiş tipine, dikiş ipliği özelliklerine ve dikiş sıklığına bağlıdır (Carr ve Lutham, 1991; Glock ve Kunz, 1995).

Dikiş problemleri, dikiş görüntüsünü ve performansını etkileyen faktörlerdir. Dikim performansı; atlamış dikişler, dikiş büzülmesi, dikiş kayması, iplik kopuşları ve dikiş açılması olup olmadığı ile ilgilidir. Dikiş hataları tamir edilebilseler dahi müşteri memnuniyetsizliği ve geri iade ile artan maliyetlere sebep olurlar. Dikiş hatalarının sebepleri; uygun olmayan dikiş tipi veya dikim tekniğinin seçilmesi, iplik cinsi ve numarası, iğne şekli ve büyüklüğü ile kumaş arasında uyumsuzluklar olması, besleme mekanizmasının doğru ayarlanmamasıdır. Dikiş hataları aynı zamanda operatörün performansına da bağlıdır (Glock ve Kunz, 1995; West, 1992).

Hazırgiyim mamüllerinde yüksek performans elde edebilmek için üretim aşamasında dikiş performansını arttırmak gerekmektedir. Model aşamasından başlayarak kumaş tipine ve giysinin kullanım yerine bağlı olarak, dikiş ipliği özelliklerinin belirlenmesi, dikim ve dikiş tipinin seçilmesi gerekmektedir. Standart ölçülerde ve özelliklerde, yüksek kaliteli hazır giyim üretimi için gerekli bütün parametrelerin ve makine üzerindeki iplik gerginlik ayarlarının önceden belirlenmesi ve dikim bandındaki bütün makinalarda aynı olacak şekilde her model için önceden ayarlanması gerekmektedir.

Günümüz pazar şartları konfeksiyon imalatında az modelden çok sayıda üretmek yerine, çok fazla modelden daha az sayıda üretime geçilmesine sebep olmuştur. Her farklı model, farklı kumaş ve iplik özellikleri, dikiş ve dikim tipi

demektir. Dolayısı ile dikim bandındaki bütün makinaların ayarlarının değişmesi demektir. Dikiş performansının optimize edilmesi yani bütün bu değişkenlerin dikim işlemi sırasında en iyi dikiş performansını verecek şekilde ayarlanması çok önemlidir.

Son yıllarda, konfeksiyon sektöründe artan rekabet şartları nedeniyle dikiş optimizasyonu konusunda çalışmalar önem kazanmıştır. Otomatik olarak ayarlanabilen, dikiş hatalarını saptayabilen ve gerekli ayarları kendisi yapabilen makinelerin üretilmesi amaçlanmaktadır. Ancak dikiş işleminde hala tam otomasyona geçilememiştir (Stylios ve Sotomi, 1995).

Bu çalışmada, dikim işlemi sırasında on-line olarak dikiş ipliklerinde oluşan dinamik dikiş ipliği gerginliklerini ve baskı ayağında oluşan dinamik kuvvetleri ölçebilen, oluşan dikiş atlamaları, dikiş ipliği gerginlik ayarlarından kaynaklanan dikiş büzülmesi ve iplik kopmaları gibi hataları anında gösterebilen bir ölçme sistemi kurmak amaçlanmıştır.

Deneysel çalışmalar

Ölçme sisteminin kurulması

Ölçme sisteminde temel amaç, dikiş sırasında dikiş ipliklerinde ve baskı ayağında oluşan kuvvetlerin bulunmasıdır. Bu amaçla dikişi oluşturan alt ve üst iplik yolları üzerindeki dikiş makinasının orjinal iplik kılavuzları sökülmüş ve bu parçaların yerine yine bu parçalara benzer, ancak üzerine gerilme-ölçerlerin yapıştırıldığı alüminyum malzemelerden imal edilen özel parçalar yerleştirilmiştir.

Bu parçalar, ipliklerin gidiş yönünde parçaların uçlarına kuvvet gelecek şekilde ankastre giriş tarzında imal edilmişlerdir ve uç kısımlarına ipliğin rahat ve en az sürtünme ile yol alabilmesini sağlamak amacıyla, orjinal makina parçaları olan parlatılmış çelik halkalar yerleştirilmiştir.

Ankastre girişlerde eğilme zorlaması sonucunda oluşan şekil değişiminin ölçülmesi temeline dayanan bu sistemde, birim uzamaların ölçül-

mesi amacıyla elektrik direnç tipi 6 mm ve 3 mm boyunda tekli gerilmeölçerler (HBM Strain-Gauges US – Type 3/120/LY61 ve Micro Measurements EA-06-125BT-120) kullanılmıştır. Gerilmeölçerler yarım köprü şeklinde bağlanarak, hem sıcaklık nedeniyle ortaya çıkabilecek ölçme hatalarının önüne geçilmiş, hem de iplik gerginliğinin yaratacağı en ufak değişimler algılanabilmiştir. Orijinal baskı ayağı çubuğunun üzerine de 3 mm boyutunda tekli gerilmeölçerler yerleştirilmiş ve yarım köprü olarak bağlanmışlardır.

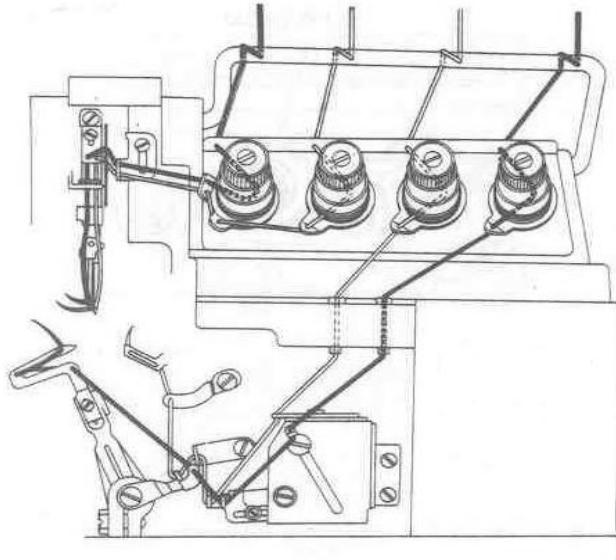
Bu ölçme sisteminde, deneylere başlamadan önce ölçülen kuvvetlerin frekanslarının ankastre kirişlerin frekanslarının çok daha altında olup

olmadığı incelenmiş ve daha sonra ölçümlere başlanmıştır.

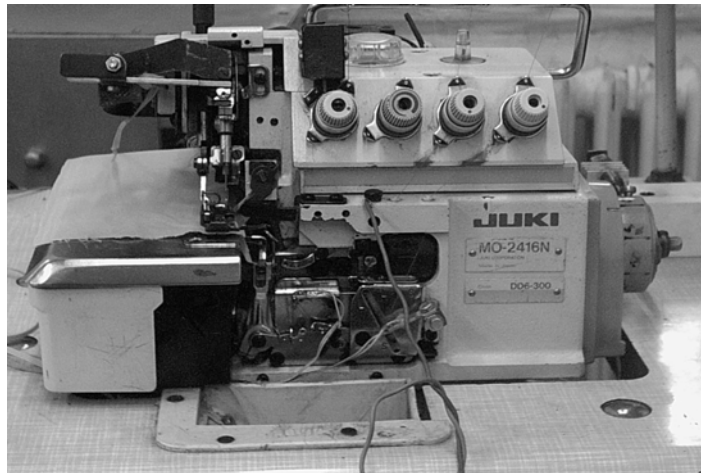
Gerilmeölçerlerden alınan sinyaller HBM ESAM Amplifikatörü ve yazılım programı vasıtasıyla, analog sinyallerden dijital sinyallere, sayısal ve grafiksel verilere dönüştürülmüştür.

Deneylerde aynı kumaşa, farklı dikiş iplikleri ile 504 tipli dikiş tipi uygulanmıştır. Groz-beckert marka 10 Nm 80/12 numaralı iğne ile tek dikiş hızında deneyler gerçekleştirilmiştir.

Şekil 1 ve Şekil 2, sırasıyla, dikiş makinasının orjinal ve ölçmeye hazır hale getirilmiş şeklini göstermektedir.



Şekil 1. Dikiş makinasının orjinal şekli



Şekil 2. Dikiş makinasının ölçmeye hazır hali

Dikiş ipliklerinde oluşan kuvvetler

Ölçme sisteminde ölçülen kuvvet, gerilen ipliğin geçtiği kılavuza uyguladığı kuvvetin dik bileşenidir. Ölçme sisteminde gerilmeölçerlerin ölçme özellikleri ve yapılandırıldığı yer dolayısıyla ancak kılavuzlara gelen dik kuvvet ölçülebilir.

Sürtünmesiz ortamda iğne ipliğinde oluşan kuvvetler-Şekil 3'te iğne ipliği kılavuzu yerine yerleştirilmiş ankastre kiriş tarzı parçada oluşan kuvvetler gösterilmektedir. Bu parçada ölçülen büyüklük kirişe dik açı gelen kuvvet büyüklüğüdür. Üst lüper ve alt lüper için de aynı durum söz konusudur.

Sürtünme ihmal edildiğinde, $F_{\text{iplikçıkış}}$ kuvveti $F_{\text{iplikgiriş}}$ kuvvetine eşit olur.

İğne ipliği gerginliği ise aşağıdaki denklemden bulunabilir:

$$F_{\text{ölçülen}} = F_{\text{iplik}} - F_{\text{iplik}} \cdot \sin\alpha \quad (1)$$

$$F_{\text{iplik}} = F_{\text{ölçülen}} / (1 - \sin\alpha) \quad (2)$$

Sürtünmeli ortamda iğne ipliğinde oluşan kuvvetler - Test edilen dikiş ipliklerinin α ve β açıları, μ sürtünme katsayıları bilindiğinden, $F_{\text{ölçülen}}$ kuvvet ölçüm sisteminden elde edildiğinden $F_{\text{iplikgiriş}}$ ve $F_{\text{iplikçıkış}}$ değerleri aşağıdaki denklemlerden bulunabilir:

$$F_{\text{iplikçıkış}} / F_{\text{iplikgiriş}} = e^{\mu\beta} \quad (3)$$

$$F_{\text{ölçülen}} = F_{\text{iplikçıkış}} - F_{\text{iplikgiriş}} \cdot \sin\alpha \quad (4)$$

Sürtünmesiz ortamda üst lüper ipliğinde oluşan kuvvetler-Şekil 4'te üst lüper ipliği kılavuzu yerine yerleştirilmiş ankastre kiriş tarzı parçada oluşan kuvvetler gösterilmektedir. Sürtünme ihmal edildiğinde, üst lüper ipliği gerginliği aşağıdaki denklemden bulunabilir:

$$F_{\text{ölçülen}} = F_{\text{iplik}} \cdot \sin\alpha + F_{\text{iplik}} \cdot \sin\gamma \quad (5)$$

$$F_{\text{iplik}} = F_{\text{ölçülen}} / (\sin\alpha + \sin\gamma) \quad (6)$$

Sürtünmeli ortamda üst lüper ipliğinde oluşan kuvvetler - Test edilen dikiş ipliklerinin α , γ

açıları ile μ sürtünme katsayısı bilindiğinden, $F_{\text{ölçülen}}$ kuvvet ölçüm sisteminden elde edildiğinden $F_{\text{iplikgiriş}}$ ve $F_{\text{iplikçıkış}}$ değerleri aşağıdaki denklemlerden bulunabilir:

$$F_{\text{iplikçıkış}}/F_{\text{iplikgiriş}}=e^{\mu\beta} \quad (7)$$

$$F_{\text{ölçülen}}=F_{\text{iplikgiriş}} \cdot \sin\gamma+ F_{\text{iplikçıkış}} \cdot \sin\alpha \quad (8)$$

Sürtünmesiz ortamda alt lüper ipliğinde oluşan kuvvetler-Şekil 5'te alt lüper ipliği kılavuzu yerine yerleştirilmiş ankastre kiriş tarzı parçada oluşan kuvvetler gösterilmektedir. Sürtünme ihmal edildiğinde, alt lüper ipliği gerginliği aşağıdaki denklemlerden bulunabilir (Alt lüper ipliğinin iplik gerdiriciden geldiği açı sabittir $\gamma=55^\circ$):

$$F_{\text{ölçülen}}=F_{\text{iplik}} \cdot \cos55 + F_{\text{iplik}} \cdot \cos\alpha \quad (9)$$

$$F_{\text{iplik}}= F_{\text{ölçülen}} / (\cos55 + \cos\alpha) \quad (10)$$

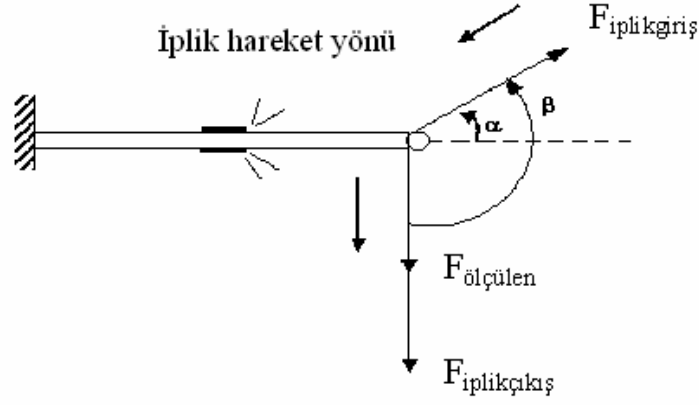
Sürtünmeli ortamda alt lüper ipliğinde oluşan kuvvetler -Test edilen dikiş ipliklerinin α ve β açıları ile μ sürtünme katsayısı bilindiğinden, $F_{\text{ölçülen}}$ kuvvet ölçüm sisteminden elde edildiğinden $F_{\text{iplikgiriş}}$ ve $F_{\text{iplikçıkış}}$ değerleri aşağıdaki denklemlerden bulunabilir:

$$F_{\text{iplikçıkış}}/F_{\text{iplikgiriş}}=e^{\mu\beta} \quad (11)$$

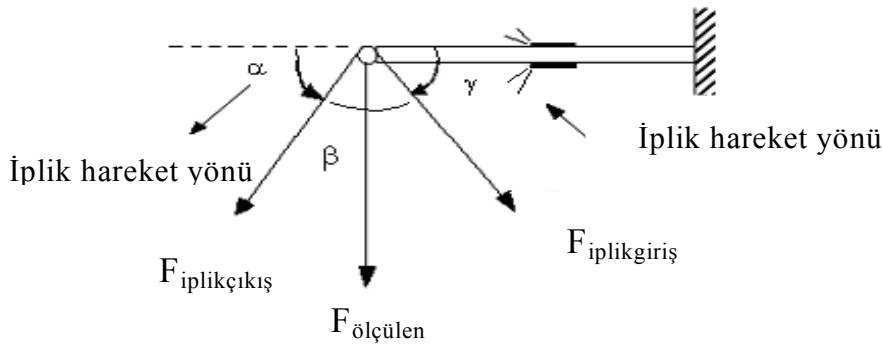
$$F_{\text{ölçülen}}=F_{\text{iplikgiriş}} \cdot \cos55 + F_{\text{iplikçıkış}} \cdot \cos\alpha \quad (12)$$

Şekil 6, 7, 8, 9, 10 ve 11 sürtünme ihmal edildiğinde ve sürtünme katsayısı $\mu=0,135$ olduğunda dikiş ipliklerinde oluşan gerginlik kuvvetlerini göstermektedir.

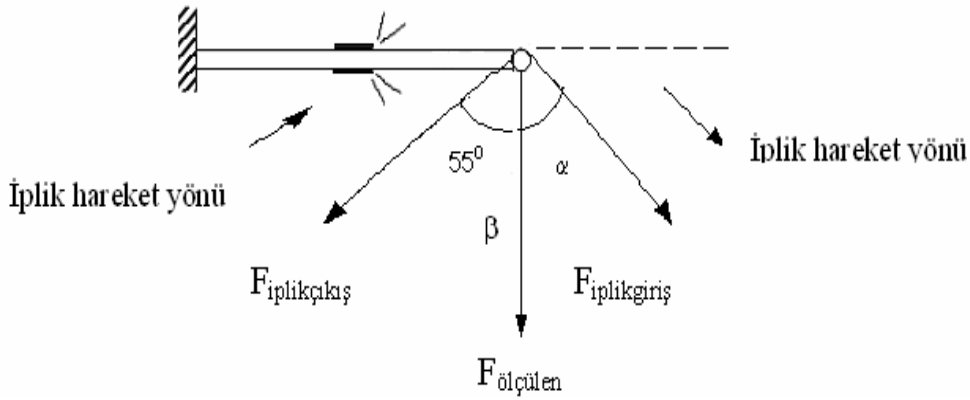
Dikim işlemleri sırasında ortaya çıkan kuvvetlerin oluşturduğu grafikler on-line olarak izlenebilmektedir. Grafiklerden, oluşan dikiş hataları belirlenebilmektedir. Şekil 12 dikiş ipliği koptuğu anda iğne ipliği kılavuzu yerine konan parçada oluşan kuvvetlerin dalga formunu göstermektedir. Şekil 13 ise iğne ipliği koptuğu anda alt lüper ipliği kılavuzu yerine konan parçada oluşan kuvvetlerin dalga formunu göstermektedir.



Şekil 3. İğne ipliğinde oluşan kuvvetler



Şekil 4. Üst lüper ipliğinde oluşan kuvvetler

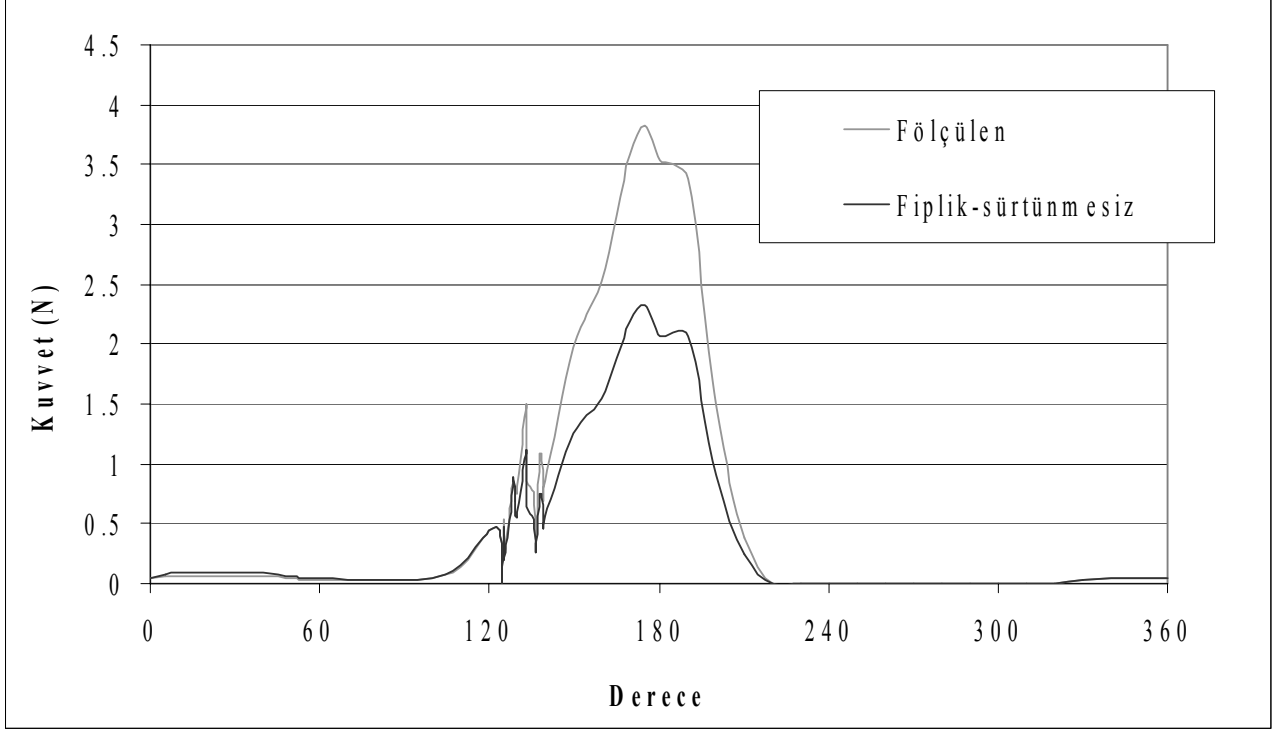


Şekil 5. Alt lüper ipliğinde oluşan kuvvetler

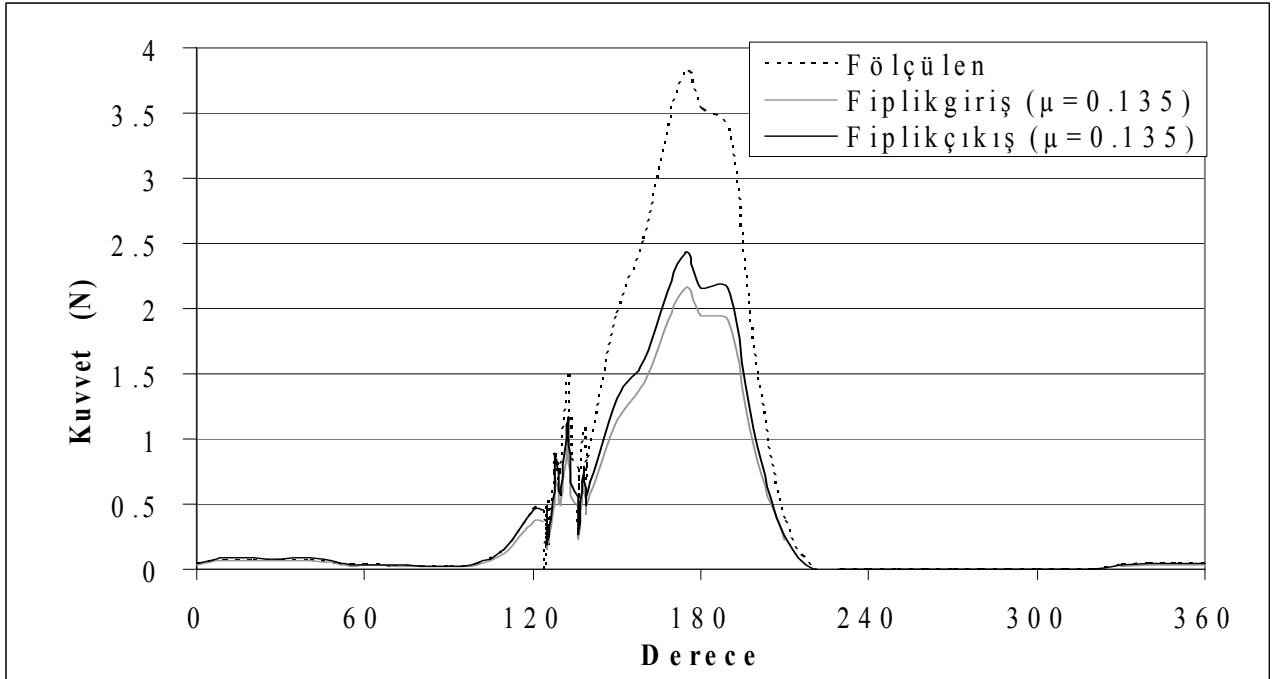
Online dikiş ölçme sistemi yalnızca iplik kopmalarını değil, oldukça sık karşılaşılan iplik atlamalarını da göstermektedir. Şekil 14 ve 15 dikiş atlaması olduğu anda kılavuzların yerine konulan parçalarda oluşan kuvvetlerin dalga formlarını göstermektedir.

Yapılan deneyler

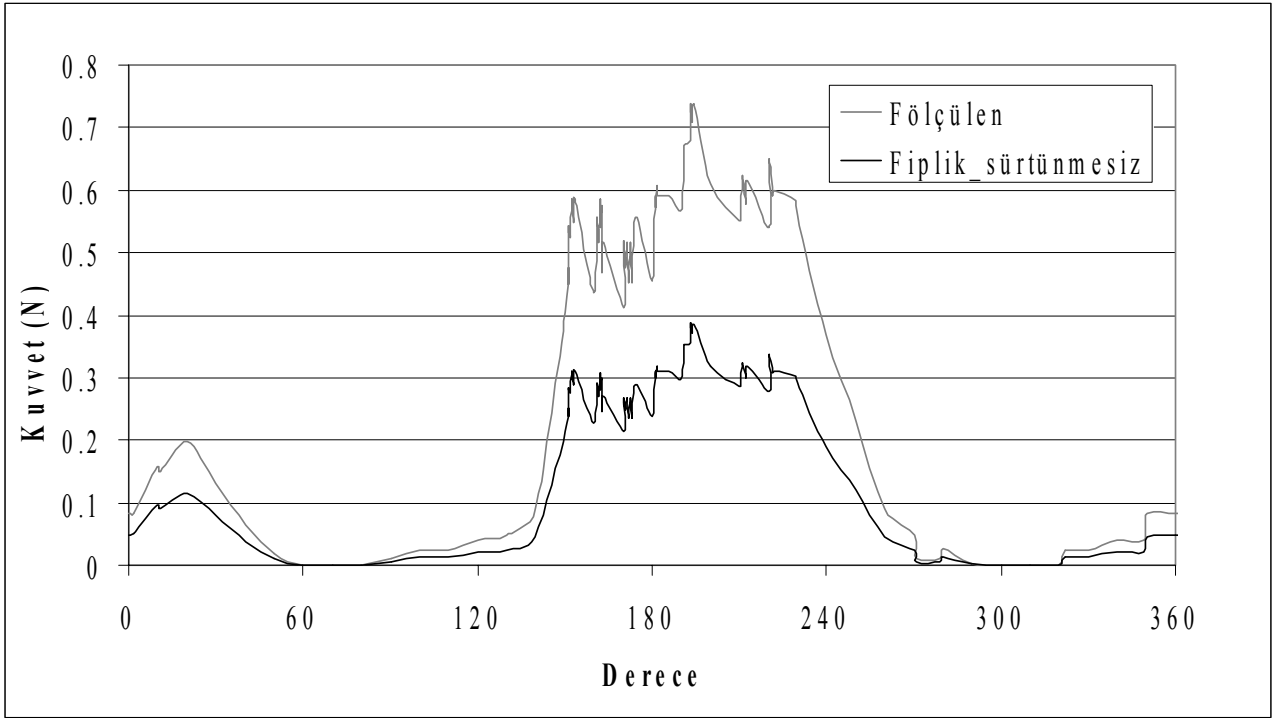
Bu makalede, tez çalışması sırasında gerçekleştirilen deneylerden yalnızca pamuk ipliği ile yapılan deneyler açıklanmaktadır.



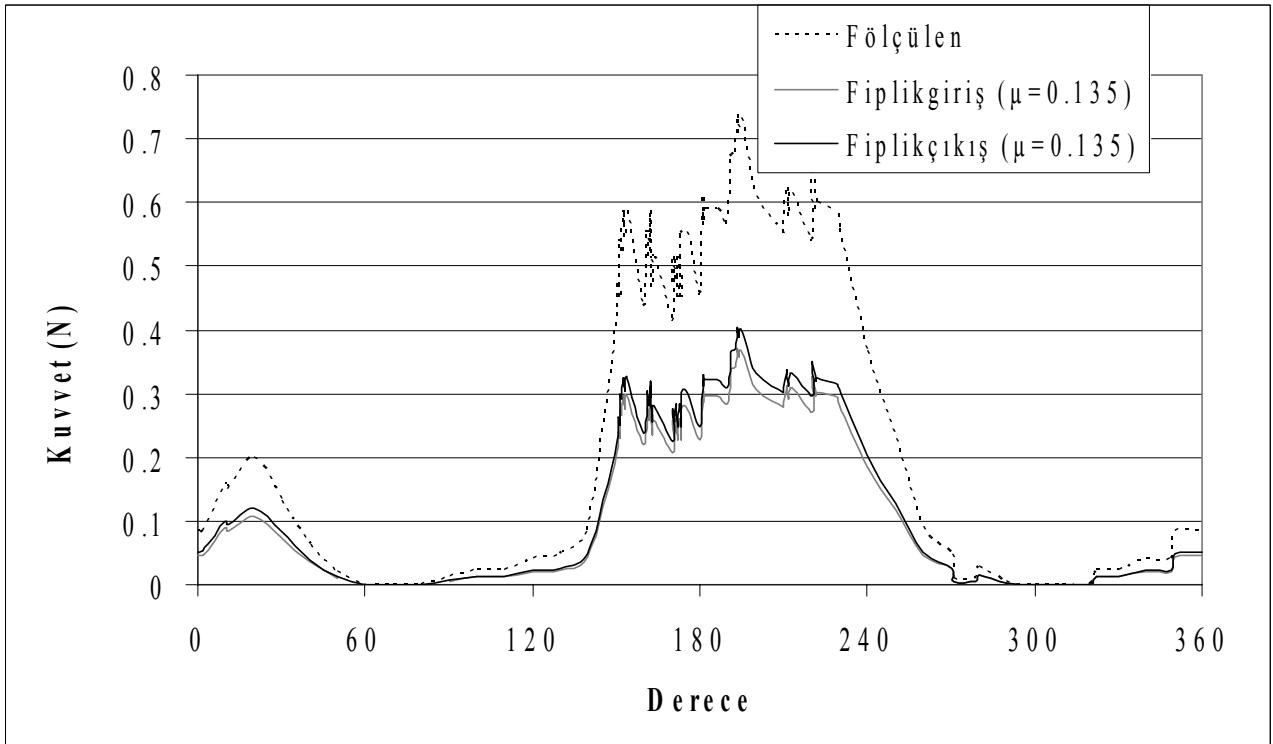
Şekil 6. Sürtünme ihmal edildiğinde iğne ipliği kılavuzunda ($F_{ölçülen}$) ve iğne ipliğinde oluşan gerinlik kuvvetleri ($F_{iplik-sürtünmesiz}$)



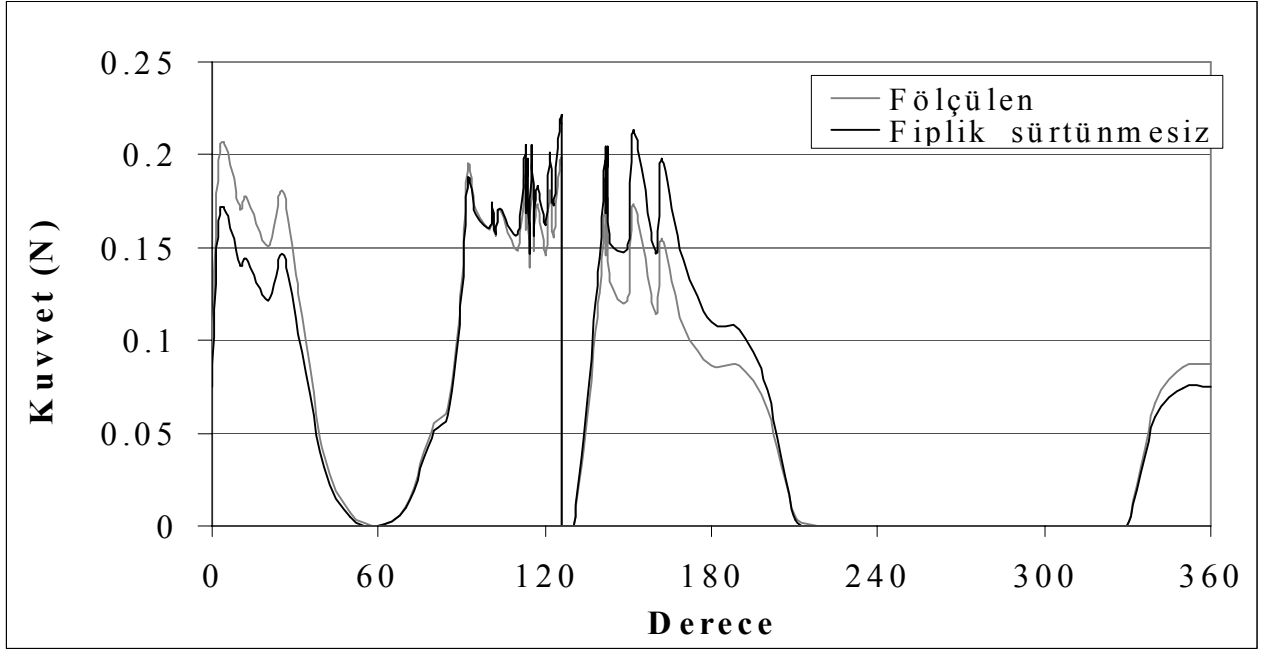
Şekil 7. Sürtünme dikkate alındığında iğne ipliği kılavuzunda ($F_{ölçülen}$) ve iğne ipliğinde oluşan gerinlik kuvvetleri ($F_{iplikgiriş}$, $F_{iplikçıkış}$)



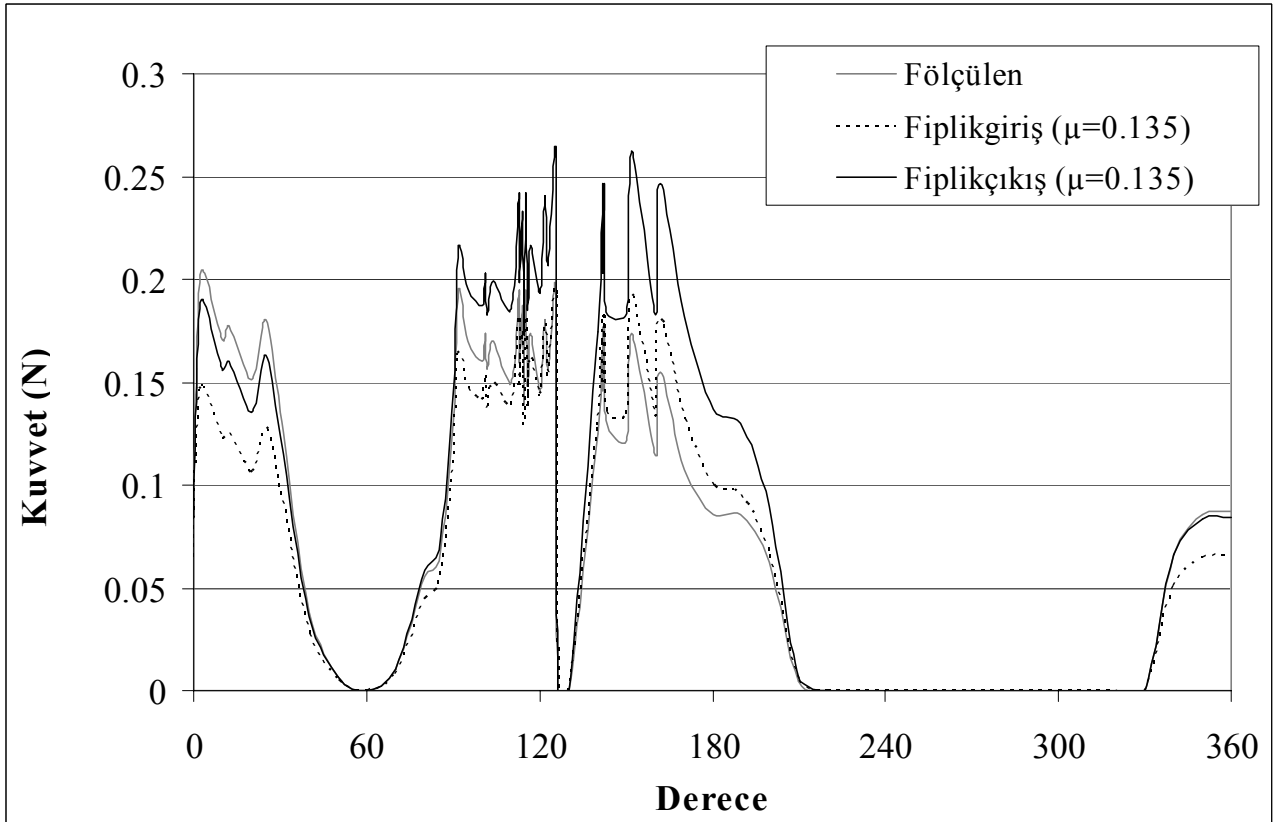
Şekil 8. Sürtünme ihmal edildiğinde üst lüper ipliği kılavuzunda ($F_{ölçülen}$) ve üst lüper ipliğinde oluşan gerginlik kuvveti ($F_{iplik-sürtünmesiz}$)



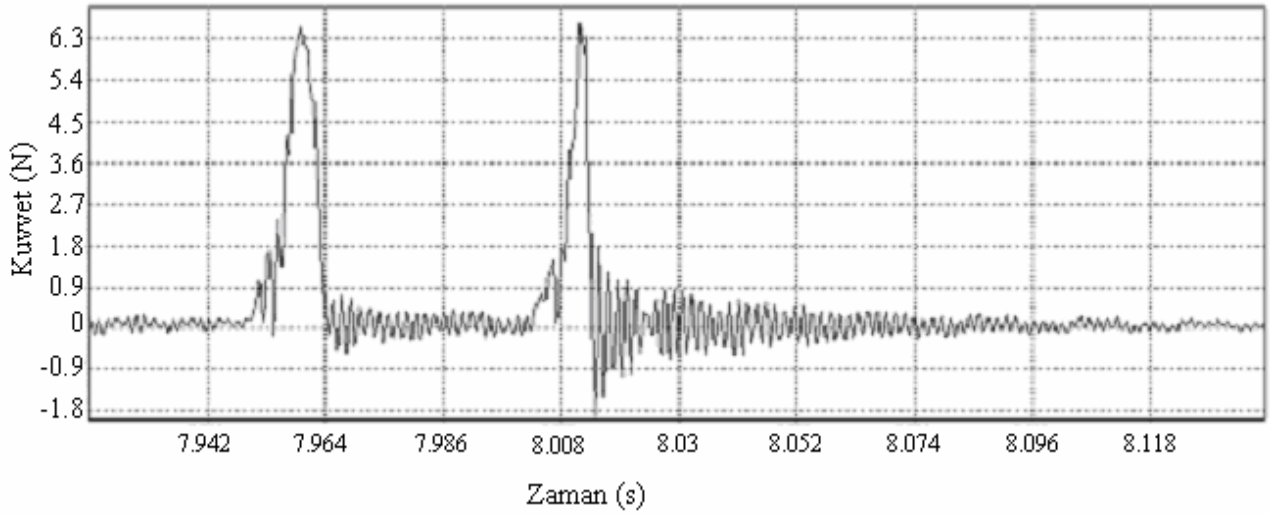
Şekil 9. Sürtünme dikkate alındığında üst lüper ipliği kılavuzunda ($F_{ölçülen}$) ve üst lüper ipliğinde oluşan gerginlik kuvvetleri ($F_{iplikgiriş}$, $F_{iplikçıkış}$)



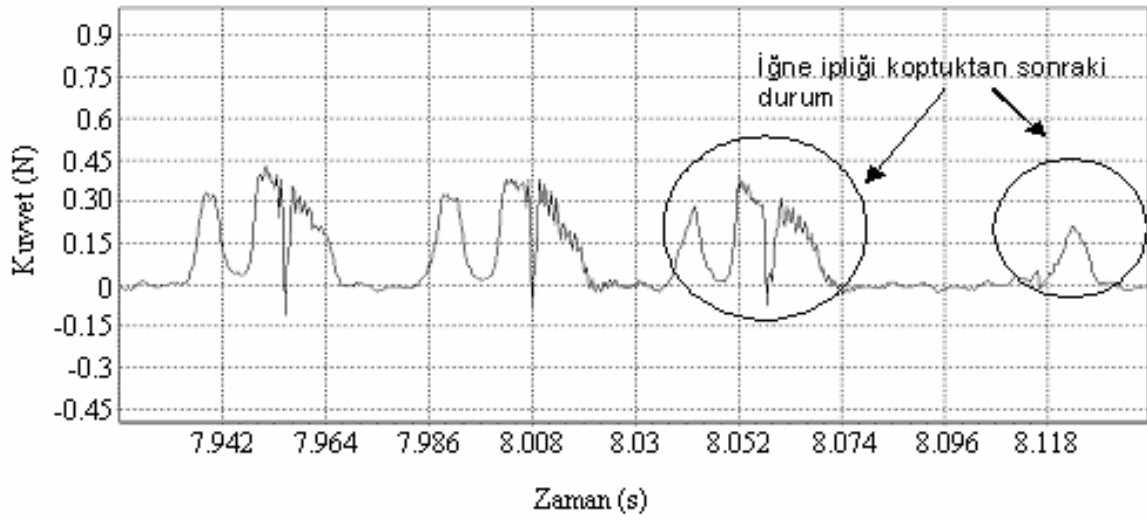
Şekil 10. Sürtünme ihmal edildiğinde alt lüper ipliği kılavuzunda ($F_{ölçülen}$) ve alt lüper ipliğinde oluşan gerginlik kuvveti ($F_{iplik-sürtünmesiz}$)



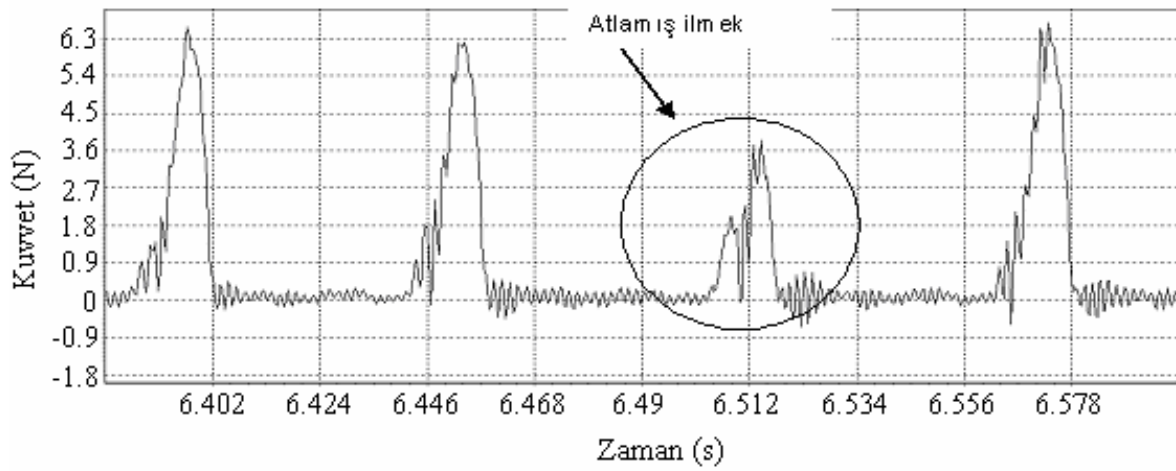
Şekil 11. Sürtünme göz önüne alındığında alt lüper lüper ipliği kılavuzunda ($F_{ölçülen}$) ve alt lüper ipliğinde oluşan gerginlik kuvvetleri ($F_{iplikgiriş}$, $F_{iplikçıkış}$)



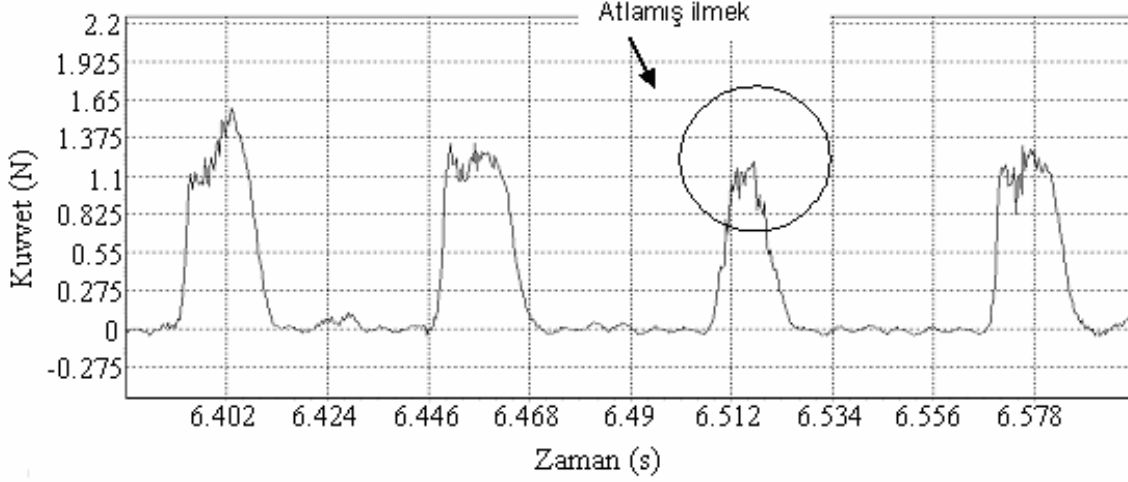
Şekil 12. İğne ipliğinin koptuğu anda iğne ipliği kılavuzunda oluşan kuvvetlerin dalga formu



Şekil 13. İğne ipliği koptuğu anda alt lüper ipliği kılavuzunda oluşan kuvvetlerin dalga formu



Şekil 14. Üst lüper ve alt lüper ipliklerinin atlama yaptığı anda iğne ipliği kılavuzunda oluşan kuvvetlerin dalga formu



Şekil 15. Üst lüper ve alt lüper ipliklerinin atlama yaptığı anda üst lüper iplik kılavuzunda oluşan kuvvetlerin dalga formu

Kullanılan malzemeler-Deneylerde kullanılan pamuk dikiş ipliklerinin özellikleri Tablo 1'de verilmektedir. İplik numaraları TS 244'e göre ölçülmüştür.

Tablo 1. Kullanılan pamuk dikiş ipliği özellikleri

İplik no	Kompozisyon	Yağlanma değeri	İplik no
1	Pamuk	Ham	14,7x2
2	Pamuk	0.5	14,7x2
3	Pamuk	1.9	14,8x2

Kullanılan kumaş %100 pamuk dokuma kumaş olup gramajı TSE 251'e göre 295.85 g/m² olarak ölçülmüştür. Deneyler sırasında dikiş makinası hızı 1000 dev/dak olarak ayarlanmıştır.

Kullanılan dikiş ipliklerinin dikişlerde kullanım sıralarını gösteren Durum no'ları ve yağlanma değerleri Tablo 2'de verilmektedir.

Deney verilerinin değerlendirilmesi - Yapılan deneylerde özellikle iğne ipliğinde gerginlik arttığı zaman kopuşlar yaşandığı gözlenmiştir.

Alt ve üst lüper ipliklerinde gerginlik arttığı zaman dikiş atlamaları meydana geldiği görülmüştür.

Tablo 3'te iğne ipliğinde elde edilen en yüksek gerginlik kuvvet değerleri verilmektedir.

Tablo 2. Dikiş ipliklerinin durum no'ları ve yağlanma değerleri

Durum no	İğne ipliği yağlanma değeri	Üst lüper ipliği yağlanma değeri	Alt lüper ipliği yağlanma değeri
1	1.9	0.5	Ham
2	1.9	Ham	0.5
3	0.5	1.9	Ham
4	0.5	Ham	1.9
5	Ham	1.9	0.5
6	Ham	0.5	1.9

Tablo 3. İğne ipliğinde oluşan gerginlik kuvvetleri

Durum no	İğne ipliği en yüksek giriş gerginlik kuvveti (N)	İğne ipliği en yüksek çıkış gerginlik kuvveti (N)
1	4.24	4.77
2	4.25	4.78
3	4.97	5.46
4	4.98	5.47
5	5.69	6.41
6	5.94	6.68

Tablo 4'te üst lüper ipliğinde elde edilen en yüksek gerginlik kuvvet değerleri verilmektedir.

Tablo 5'te alt lüper ipliğinde elde edilen en yüksek gerginlik kuvvet değerleri verilmektedir.

Tablo 4. Üst lüper ipliğinde oluşan gerginlik kuvvetleri

Durum no	Üst lüper ipliği en yüksek giriş gerginlik kuvveti (N)	Üst lüper ipliği en yüksek çıkış gerginlik kuvveti (N)
1	2.74	2.92
2	2.81	3.06
3	1.33	1.41
4	3.98	4.32
5	1.27	1.35
6	1.14	1.22

Tablo 5. Alt lüper ipliğinde oluşan gerginlik kuvvetleri

Durum no	Alt lüper ipliği en yüksek giriş gerginlik kuvveti (N)	Alt lüper ipliği en yüksek çıkış gerginlik kuvveti (N)
1	1.13	1.53
2	0.84	1.05
3	1.28	1.71
4	0.58	0.72
5	0.46	0.62
6	0.42	0.52

Sonuçlar

Bu çalışmada, daha önce yapılan araştırmalardan farklı bir ölçme sistemi geliştirilmiştir (Araujo vd., 1992), (Rocha vd., 1996), (Corvalho vd., 1997). Yapılan çalışmada; dikiş iplik gerginliklerinin, dikiş ipliklerinin üzerinden geçtikleri her bir kılavuzdan etkilendiği göz önüne alınarak, gerginlik ölçme noktaları olarak mümkün olduğu kadar dikiş bölgesine en yakın orijinal kılavuzların bulunduğu yerler seçilmiştir. Diğer çalışmalarda ise iplik gerginliklerini ölçme yerleri dikim bölgesinden uzakta olduğundan sisteme dışardan gerginlik verilmiş ve hassas sonuçlar elde edilememiştir.

İğne iplik gerginlik kuvvetlerinin lüper iplik gerginlik değerlerinden daha yüksek olduğu ve iğne iplik grafik eğrileri ve her iki lüper iplik grafik eğrilerinin farklı olduğu bulunmuştur.

Ayrıca, çalışmada daha önce yeterli şekilde incelenmeyen iplik sürtünme özelliklerinin etkisi de incelenmiştir.

Deney sonucunda, iplik giriş ve çıkış gerginlik değerleri arasındaki fark sürtünmenin dinamik dikiş iplik gerginlikleri üzerindeki etkisini açıkça ortaya koymaktadır.

Alınan bu sonuçlar, yeni geliştirilecek dikiş ipliklerinde sürtünme özelliğinin göz önünde tutulmasının gerektiğini göstermektedir. Ayrıca bu ölçme sistemi ile oluşturulacak veri tabanı dikiş makinalarının otomasyon çalışmalarına esas oluşturacaktır.

On-line ölçme sisteminin, oluşan dikiş hatalarını dikim işlemi sırasında tesbit ettiği görülmüştür. Böylece dikiş makinası ayarları ve iplik özelliklerinden kaynaklanan hatalar, daha önce elde edilen standart eğrilerle karşılaştırılarak hemen tesbit edilebilecektir. Ölçme sistemi işletmelerde üretim sırasında kullanılabilir şekilde hazır hale getirilmiştir.

Kaynaklar

- Araujo, M. D., Rocha, A. M. ve Ferreira, F. N., (1992). The technology of advanced sewing machines, *VI. Izmir Textile Symposium, Ege University*, 611-624, Izmir.
- Carr, H. ve Latham B., (1991). The technology of clothing manufacture, 10-67, Blackwell Scientific Publications.
- Carvalho, H., Rocha, A. M. ve Monteiro, J., (1997). Research on process monitoring and control in the sewing room: A novel approach, *University Of Minho Proceedings Of The Issue '97*, 961-966, Guimaraes.
- Glock, R. E. ve Kunz G. I., (1995). Apparel manufacturing sewn product analysis, 2nd Ed., 177, Prentice Hall Inc.
- Rocha, A. M., Lima, M. F., Ferreira, F. N. ve Araujo, M. D., (1996). Developments in automatic control of sewing parameters, *Textile Research Journal*, **66**, 4, 251-256.
- Stylios, G. K. ve Sotomi, J. O., (1996). Thinking sewing machines for intelligent garment manufacture., *International Journal Of Clothing Science And Technology*, **8**, 1/2, 44-55.
- TS244, *Türk Standartları*, (1992). Tekstil – İplikler – Doğrusal Yoğunluk Tayini – Çile Metodu, TSE, Ankara.
- TS251, *Türk Standartları*, (1991). Dokunmuş Kumaşlar – Birim Uzunluk ve Birim Alan Kütlelerinin Tayini, TSE, Ankara.
- West, D., (1992). Spun polyester, Prince of threads, *Textile Asia*.