



TEKSTİL VE MÜHENDİS
(Journal of Textiles and Engineer)

<http://www.tekstilvemuhendis.org.tr>



Teknik İpliklerin Disk (Capstan) Sürtünmesi Üzerine Deneysel Çalışmalar

Some Experimental Investigations Upon the Capstan Friction Properties of Technical Yarns

Arif KURBAK
Dokuz Eylül Üniversitesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü, Buca, İzmir, Türkiye

Online Erişime Açıldığı Tarih (Available online):31 Aralık 2018 (31 December 2018)

Bu makaleye atıf yapmak için (To cite this article):

Arif KURBAK (2018): Teknik İpliklerin Disk (Capstan) Sürtünmesi Üzerine Deneysel Çalışmalar, Tekstil ve Mühendis, 25: 112, 355-361.

For online version of the article: <https://doi.org/10.7216/1300759920182511209>

Sorumlu Yazara ait Orcid Numarası (Corresponding Author's Orcid Number) :

<https://orcid.org/0000-0002-5391-3335>

TEKNİK İPLİKLERİN DİSK (CAPSTAN) SÜRTÜNMESİ ÜZERİNE DENEYSEL ÇALIŞMALAR

Arif KURBAK*

Dokuz Eylül Üniversitesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü, Buca, İzmir, Türkiye

Gönderilme Tarihi / Received: 02.04.2018

Kabul Tarihi / Accepted: 28.08.2018

ÖZET: Bu makalede teknik ipliklerin (2×68 tex Cam, 200 tex Cam ve 168 tex Kevlar) disk (capstan) statik sürtünmesi ile ilgili deneysel çalışmalar verilmiştir. İlk deney olarak disk üzerini iplikle kaplayarak iplik-iplik sürtünmesi incelenmiştir. İplik-iplik disk sürtünmesinin Howell formülünün diske uygulanmış haline uyduğu görülmüştür. Daha sonra aynı disk üzerinde iplik-metal disk sürtünmesi incelenmiştir. İplik-metal disk sürtünme formülünün iplik-iplik sürtünmesinden elde edilen formüle bir f_m metal faktörü eklenerek bulunabileceği gösterilmiştir. Çalışmanın devamında disk sürtünmesine disk çapının etkisi 12 kademeli bir disk üzerinde incelenmiştir ve disk çapı azaldıkça sürtünme katsayısının azaldığı bulunmuştur. Ayrıca; f_m metal faktörünün belli bir iplik giriş gerginliğinden sonra ortaya çıktığı, cam iplikleri için daha fazla olduğu ve dolayısı ile cam ipliklerinin metali daha fazla aşındıracağı tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Disk sürtünmesi, cam ipliği, aramid ipliği, Howell formülü, metal faktörü

SOME EXPERIMENTAL INVESTIGATIONS UPON THE CAPSTAN FRICTION PROPERTIES OF TECHNICAL YARNS

ABSTRACT: In this paper some experimental investigations are given upon the capstan static friction properties of technical yarns (2×68 tex glass, 200 tex glass and 168 tex Aramid). Firstly, two experimental works were carried out one of which was to measure yarn to yarn static friction on capstan by covering the capstan device by the same yarns, the other was to measure yarn to metal static friction on the same capstan device. It was seen that yarn to yarn static friction properties could be given by the capstan friction equation based on the Howell's general friction equation while yarn to metal friction properties could be obtained by adding a metal friction factor, f_m , on the yarn to yarn friction equation. Secondly, the effects of capstan radius of curvatures on the friction properties of technical yarns were investigated experimentally by having 12 different capstan diameters. It was seen that the coefficient of friction was reducing with the reducing capstan diameter. Apart from the above given results; it was observed that metal friction factor, f_m , was affecting after a certain amount of yarn input tension, the parameter, f_m , was bigger for glass yarns and thus the glass yarns would create much more wear on metal surfaces.

Keywords: Capstan friction, glass yarn, aramid yarn, Howell's equation, metal factor

Sorumlu Yazar/Corresponding Author: arif.kurbak@deu.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0002-5391-3335>

DOI: 10.7216/1300759920182511209, www.tekstilvemuhendis.org.tr

1. GİRİŞ

Bu makalede teknik ipliklerin disk (capstan) statik sürtünmesi ile ilgili iki çalışma verilmiştir. Birinci çalışmada teknik ipliklerin disk sürtünmesi üzerine iplik-iplik ve iplik-metal sürtünme özellikleri deneysel olarak incelenmiştir. İkinci çalışmada teknik ipliklerin disk sürtünmesinde disk yarıçapının etkisi deneysel olarak incelenmiştir.

1.1. Teknik İpliklerin Sabit Çapta İplik-İplik ve İplik-Metal Disk Sürtünmesi

Cam ve kevlar iplikleri ile 160 mm çapında bir disk etrafında statik sürtünme katsayısı ölçümleri yapılmıştır.

Üç çeşit teknik iplik alınmıştır.

- 2×68 tex bükümlü cam ipliği
- 200 tex bükümsüz cam ipliği
- 168 tex bükümsüz kevlar ipliği (Aramid ipliği)

Her bir iplikte iplik giriş gerginlikleri 2, 5, 10, 20, 30 ve 50 gr için deneyler tekrar edilmiştir. Her bir deney 10 kere tekrar edilip ortalaması alınmıştır. Her bir deney yapılırken iki tarafa iplik giriş ağırlığı kadar ağırlık konulmuş daha sonra çıkış tarafındaki ağırlık, iplik kaymaya başlayıncaya kadar artırılmıştır. Dolayısı ile çalışmada ölçülen statik sürtünme katsayılarıdır. İki şekilde deney yapılmıştır.

Birinci deney: Diskin üzeri iplikle yatay yönde kaplanmış ve iplik-iplik sürtünme katsayısı ölçülmüştür (Şekil 1).

2×68 tex Cam ve 200 tex Cam iplikleri için iplik-iplik sürtünme katsayıları ölçümü deney sonuçları Referans 1’de verilmiştir [1]. Ayrıca bu sonuçlar 168 tex Kevlar iplik-iplik sürtünme katsayısı ölçüm sonuçları ile birlikte Tablo 1’de gösterilmektedir.

Tablo 1. İplik –iplik sürtünme katsayıları

İplik Cinsi	T1 [gr]	T2 [gr]	μ
2x68 tex Cam	2,06	4,1416	0,2223
	5,23	9,2441	0,1813
	10,00	16,7191	0,1636
	30,00	47,9990	0,1496
	50,21	79,0326	0,1444
200 tex Cam	2,06	4,1861	0,2257
	5,23	9,2644	0,1820
	10,00	17,0801	0,1704
	30,00	48,7742	0,1547
	50,21	79,5557	0,1465
168 tex Kevlar	2,06	5,22	0,2954
	5,23	12,41	0,2748
	10,00	24,08	0,2797
	20,23	52,20	0,3016
	30,00	70,38	0,2713
	50,21	121,73	0,2818



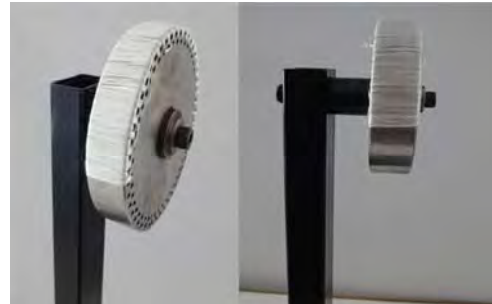
a. Sürtünme ölçüm aleti yandan görünüşü



b. Sürtünme ölçümünün yapılması



c. Üzeri iplik kaplanmış disk önden görünüşleri



d. Üzeri iplik kaplanmış disk yandan görünüşleri

Şekil 1 Ölçüm aleti ve Ölçümün yapılması

Sonuçlara Howell tarafından önerilen $F = c_d N^n$ formülünün Capstan sürtünmesine uyarlanmış hali olan

$$T_2 = T_1 e^{c_d \left(\frac{T_1}{\rho}\right)^{-(1-n)} \theta} \quad (1)$$

formülü uygulanmıştır (bkz. Kurbağ [2]). Bu formüldeki T_1 ve T_2 ipliğin giriş ve çıkış gerginlikleridir. c_d sürtünme katsayısı ve n sürtünme üst indisidir. ρ diske sarılan ipliğin eğrilik yarı-çapıdır (burada diskin yarıçapıdır). θ radyan cinsinden ipliğin diske sarılma açısıdır (burada π 'dir). Deney sonuçlarının bu formüle uyduğu görülmüştür. Üç değişik teknik iplik için elde edilen c_d ve n katsayıları Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. c_d ve n sürtünme katsayıları

	c_d	n
2x68 tex Cam	0.1312389	0.87
200 tex Cam	0.134813	0.873
168 tex Kevlar	0.2610701	0.968456

İkinci deney: Diskin üzeri iplik ile kaplanmadan iplik-metal statik sürtünmesi deneyleri yapılmıştır. Aynı üç çeşit iplik ve aynı T_1 giriş gerginlikleri ile deneyler tekrar edilmiştir. Yine her bir deney 10 ölçümün ortalaması olarak alınmıştır.

Deney sonuçları Tablo 3'te verilmiştir ve aşağıda verilen ampirik formülü sağlamaktadır.

Tablo 3. İplik-metal sürtünme katsayıları

İplik Cinsi	T1 [gr]	T2 [gr]	μ
2x68 tex Cam	2,06	4,8323	0,2714
	5,23	10,8266	0,2316
	10,00	19,9789	0,2203
	20,23	42,0625	0,2330
	30,00	64,8747	0,2455
200 tex Cam	2,06	4,2832	0,2330
	5,23	9,9774	0,2056
	10,00	19,1012	0,206
	20,23	35,3768	0,1779
	30,00	59,0026	0,2153
168 tex Kevlar	2,06	5,98	0,3390
	5,23	13,91	0,3112
	10,00	26,64	0,3118
	20,23	51,84	0,2992
	30,00	70,81	0,2732
	50,21	129,92	0,3025

$$T_2 = T_1 e^{c_d \left(\frac{T_1}{\rho}\right)^{-(1-n)} \theta f_m} \quad (2)$$

f_m : metal fonksiyonu şöyledir:

$$f_m = A \left[1 + \left(\frac{27(1-n)}{10.484 n A c_d} \right)^2 \left(\frac{T_1}{\rho} \right)^{27(1-n)} \right] \quad (3)$$

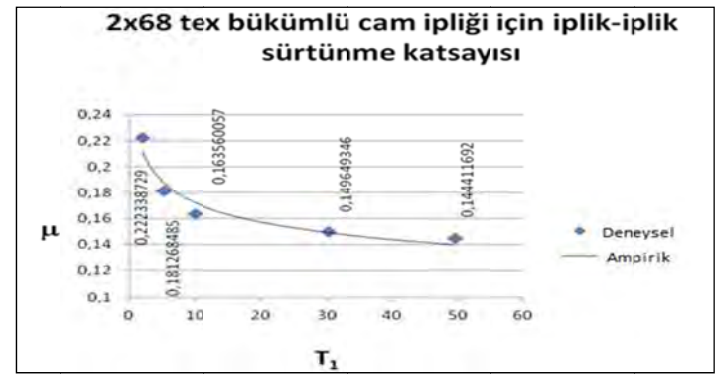
Görüldüğü gibi iplik-iplik ve iplik-metal sürtünme özellikleri birbirinden farklıdır. Fakat iplik-iplik sürtünme formülüne bir f_m metal fonksiyonu ilavesi ile iplik-metal sürtünme ampirik formülü verilebilmektedir.

Yukardaki metal fonksiyonu formülündeki c_d ve n değerleri aynen iplik-iplik sürtünme formülündeki değerlerdir. Farklı olarak sadece A katsayıları gelmiştir ve üç değişik iplik için A katsayıları Tablo 4'de verildiği gibi hesaplanmıştır.

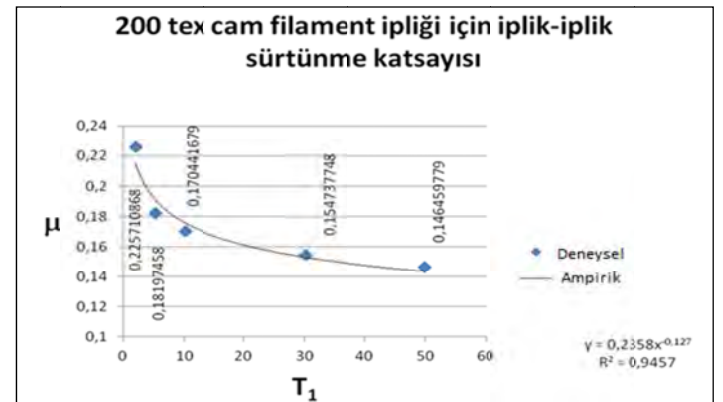
Tablo 4. A katsayıları

	A
2x68 tex Cam	1.2817607
200 tex Cam	1.08372
168 tex Kevlar	1.077

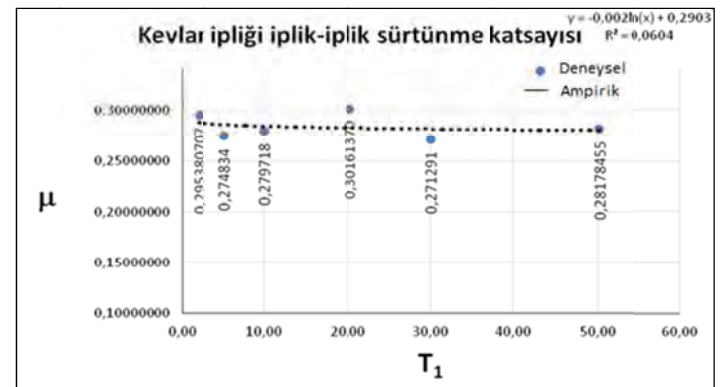
Grafik olarak gösterirsek (Şekil 2):



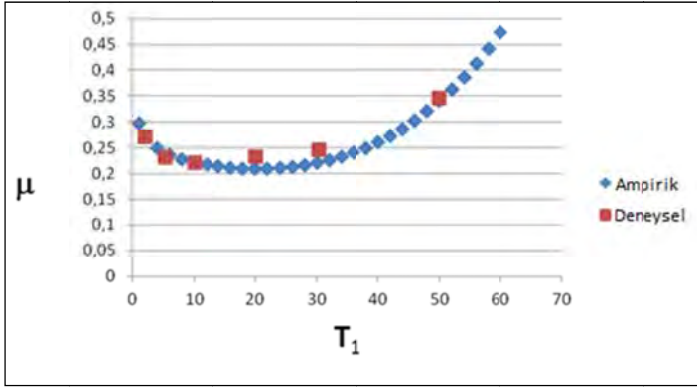
Şekil 2a. 2x68 tex bükümlü cam ipliği için iplik-iplik sürtünme katsayıları



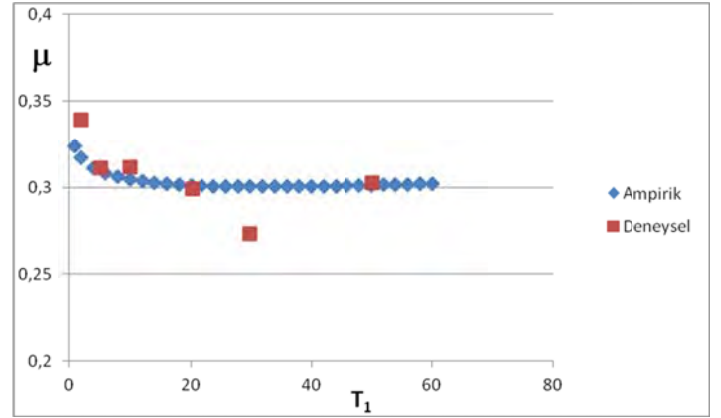
Şekil 2b. 200 tex Cam Filament ipliği için iplik-iplik sürtünme katsayıları



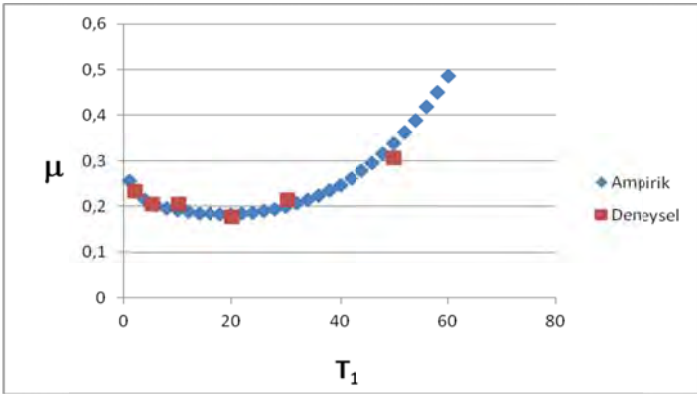
Şekil 2c. 168 tex Kevlar ipliği için iplik-iplik sürtünme katsayıları



Şekil 2d. 2x68 tex Cam ipliği için iplik – metal sürtünme katsayıları



Şekil 2f. 168 tex Kevlar ipliği için iplik – metal sürtünme katsayıları



Şekil 2e. 200 tex Cam ipliği için iplik – metal sürtünme katsayıları

İplik-metal sürtünme katsayılarının iplik-iplik sürtünme katsayılarından daha yüksek olduğu Şekil 2a-2f'den görülmektedir.

1.2. Teknik İpliklerin İplik-Metal Sürtünmesinde Disk Çapının Etkisi

Yukarda elde edilen iplik-metal statik sürtünme ampirik formülündeki ρ eğrilik yarıçapı değişiminin etkisini görmek için ikinci bir deney planı yapılmıştır. Bunun için çapları

$D = e^{(1+0.35 \times N)} [cm]$; $N = 0, 1, \dots, 12$ formülüne uygun bir kademeli disk sistemi imal ettirilmiştir (Şekil 3).



a. Kademeli disk sistemi yandan görünüşü



b. Kademeli disk sistemi üstten görünüşü



c. Kademeli diskin önden görünüşü



d. Kademeli diskin üstten görünüşü

Şekil 3 Kademeli Disk Ölçüm aleti ve Ölçümün yapılması

Birinci çalışma için kullanılan aynı 2×68 tex bükümlü cam, 200 tex bükümsüz cam ve 168 tex bükümsüz Kevlar iplikleri deney materyali olarak alınmıştır. Her bir disk çapı için 15, 30 ve 45 gr. olmak üzere üç değişik T_1 giriş gerginliği alınmıştır. Her çapta, her iplikle ve her T_1 giriş gerginliğinde deneyler tekrar edilmiştir. Her deney 10 kere tekrar edilip ortalaması alınmıştır. Deney yapılırken aynen birinci çalışmada olduğu gibi başlangıçta giriş ve çıkış gerginlikleri yerine giriş gerginliğini verecek şekilde ağırlıklar konulmuştur. Daha sonra çıkış gerginliği, iplik disk üzerinde kaymaya başlayınca kadar artırılmıştır. Dolayısı ile statik sürtünme katsayıları ölçülmüştür.

Sonuçlar Denklem 2’de verdiğimiz ampirik formüle uymamıştır. Denklem 2’de ampirik formülüne bazı ilaveler yaparak ve aynı sürtünme faktörleri c_d , n ve A değerleri kullanılarak aşağıdaki formda bir başka ampirik eşitlik kademeli disk deney sonuçlarına uymaktadır:

$$T_{2y} = f_y f_t (-f_e x + T_{2T}) \quad (4)$$

Bu formüldeki T_{2Y} iplik çıkış gerginliğidir ve T_{2T} sabit disk çapı ile ölçülen iplik-metal çıkış gerginliğinden elde edilen ampirik formülün ρ eğrilik yarıçapları değiştirilerek buraya uyarlanmış şeklidir. x değişkeni eğrilik yarıçapı ile ilgilidir ve aşağıdaki gibi ifade edilebilir.

$$x = 13 - 2.857 \ln\left(\frac{2\rho}{10}\right) + 2.857 \quad (5)$$

Bu formülde ρ mm cinsinden alınmıştır.

f_y , f_t ve f_e faktörleri T_1 giriş gerginliğine; A , c_d , ve n sürtünme sabit terimlerine ve bir de iplik tex değerlerine bağlı olarak aşağıdaki gibi verilebilir.

$$f_y^{*1} = L \frac{E 112.817 - T_1}{112.817 F - T_1} \quad (6)$$

Burada:

$$L = 0.1981 \frac{\text{tex}^{4/3}}{100}$$

$$E = \frac{-\text{tex}^2 + 311.904 \text{ tex} - 21822.41}{3434.6977}$$

$$F = \frac{1}{A^{10/11}} \text{ 'dir.}$$

$$f_t = \frac{G^2 + (T_1 - H)^2}{K^2} \quad (7)$$

Burada:

$$G = -40.9838 + \frac{\text{tex}}{1.9814867}$$

$$H = 31.477875 - \frac{\text{tex}}{36.219581}$$

$$K = -15.449593 + \frac{\text{tex}^{4/3}}{15.241156} \text{ 'dir.}$$

*1: 200 tex cam için $f_y = L \frac{E 112.817 + T_1}{112.817 F + T_1}$ geçerlidir.

$$f_e^{*2} = \frac{c^2 - (T_1 - D)^2}{B^2} \quad (8)$$

Burada:

$$C = \frac{1.6552467 \times 100 c_d}{n A^{1/4}}$$

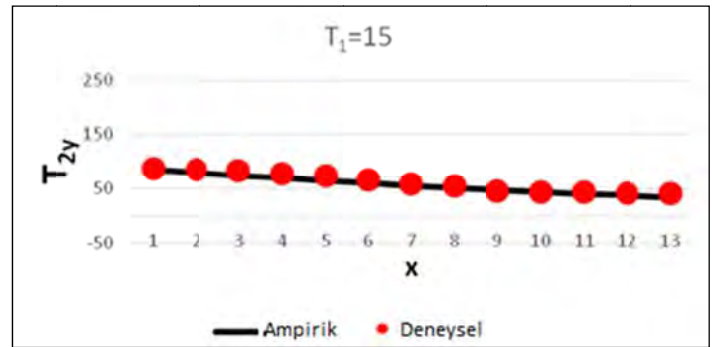
$$D = \frac{1.7030888 \times 100 c_d n^{2/5}}{A^{1/4}}$$

$$B = \frac{\text{tex}^2 \pi^2}{100^2 (10.486 c_d n A)^{1/3}} \text{ 'dir.}$$

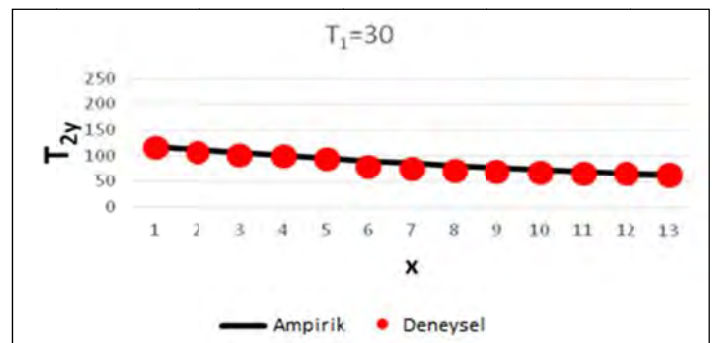
Kademeli disk deney sonuçları Şekil 4’te grafikler halinde verilmiştir. Kademeli disk karşılaştırma deney sonuçları Referans 3’de verilmiştir [3].

Sonuç olarak; sonuçlar her iplik için aynı formülü vermemiştir. 200 tex cam için biraz farklılık göstermiştir. Bu farklılıklar dipnotlarda verilmiştir.

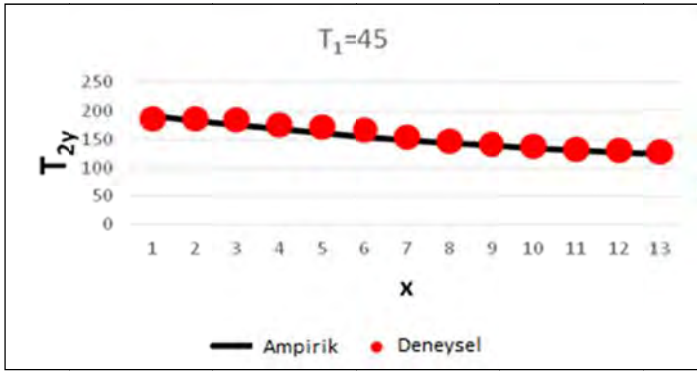
*2: 200 tex cam için $f_e = -f_e$ 'dir.



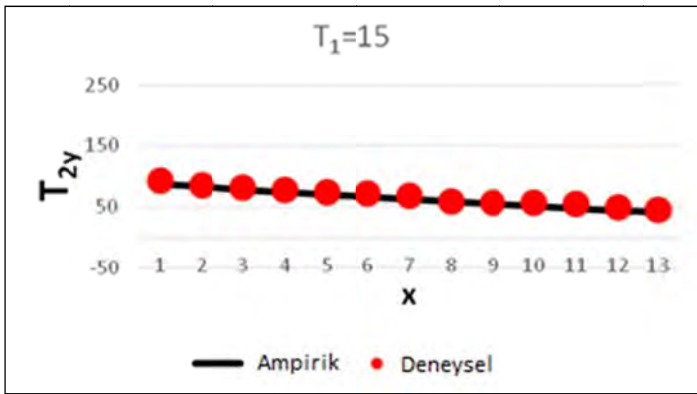
Şekil 4a. 136 tex Cam T1:15 gr. Giriş gerginliği için T2Y çıkış gerginliği (x) disk çapı faktörü ilişkisi



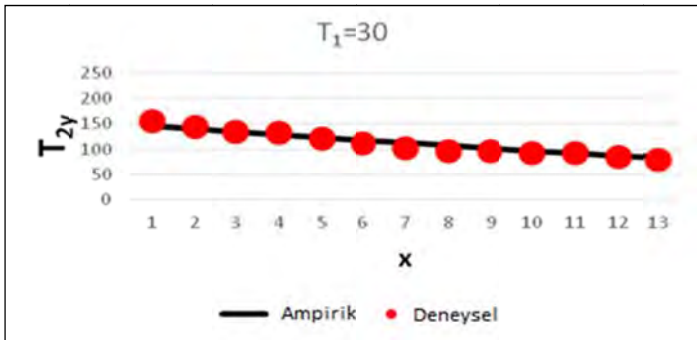
Şekil 4b. 136 tex Cam T1:30 gr. Giriş gerginliği için T2Y çıkış gerginliği (x) disk çapı faktörü ilişkisi



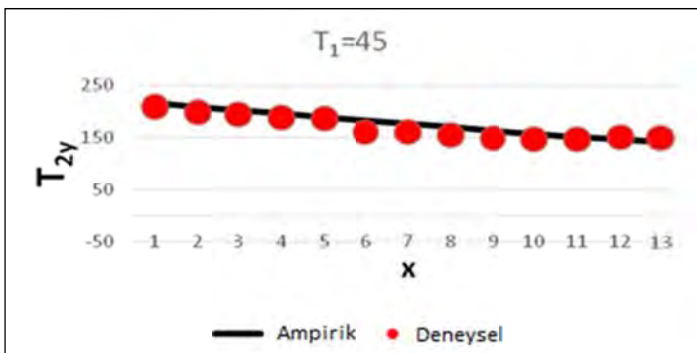
Şekil 4c. 136 tex Cam T1:45 gr. Giriş gerginliği için T2Y çıkış gerginliği (x) disk çapı faktörü ilişkisi



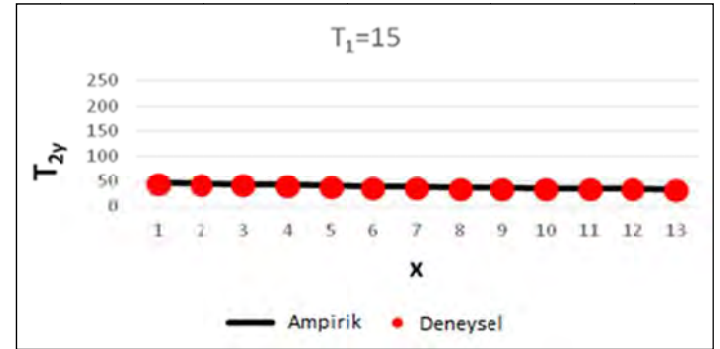
Şekil 4d. 168 tex Kevlar T1:15 gr. Giriş gerginliği için T2Y çıkış gerginliği (x) disk çapı faktörü ilişkisi



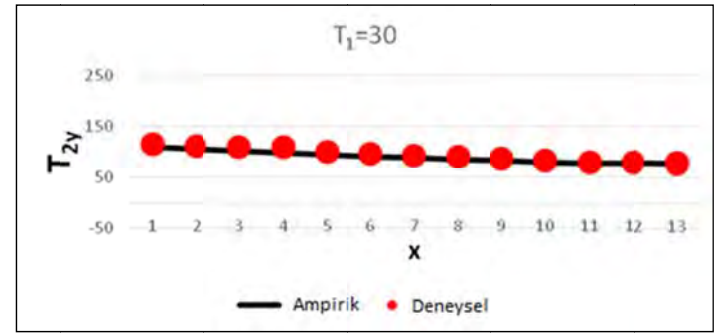
Şekil 4e. 168 tex Kevlar T1:30 gr. Giriş gerginliği için T2Y çıkış gerginliği (x) disk çapı faktörü ilişkisi



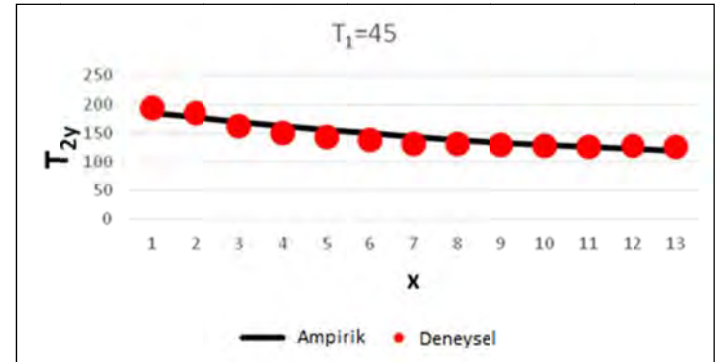
Şekil 4f. 200 tex Cam T1:15 gr. Giriş gerginliği için T2Y çıkış gerginliği (x) disk çapı faktörü ilişkisi



Şekil 4g. 200 tex Cam T1:30 gr. Giriş gerginliği için T2Y çıkış gerginliği (x) disk çapı faktörü ilişkisi



Şekil 4h. 200 tex Cam T1:45 gr. Giriş gerginliği için T2Y çıkış gerginliği (x) disk çapı faktörü ilişkisi



Şekil 4i. 200 tex Cam T1:45 gr. Giriş gerginliği için T2Y çıkış gerginliği (x) disk çapı faktörü ilişkisi

2. SONUÇLAR

Sonuç olarak şunları söyleyebiliriz:

- İplik-iplik sürtünmesi Howell formülüne uyar.
- İplik-metal sürtünmesinde iplik metali de aşındırmaktadır, dolayısı ile bir f_m fonksiyonu ilave edilmelidir.
- Disk sürtünmesinde disk çapı azaldıkça sürtünme katsayısı da azalmaktadır (Şekil 4).

Metal faktörü, f_m , belli bir iplik gerginliğinden sonra etkili olmaya başlamaktadır. Bu da şunu göstermektedir; iplik gerginliği arttıkça iplik yoğunluğu da artmaktadır ve ipliğin yüzeyi

sertleşerek metali de aşındırmaya başlamaktadır. Bu çalışmada cam ipliklerinin metal katsayılarının fazla olduğu bulunmuştur ve bu durum Şekil 2d ve 2e'den de görülmektedir. Bu sonuçlara göre cam ipliklerinin geçtiği metali daha fazla aşındıracağı söylenebilir.

KAYNAKLAR

1. Yılmaz, H. ve Güvenç, H.(2013), “*Sürtünme Katsayısı Ölçümü Üzerine Çalışmalar*”, Lisans Bitirme Tezi, D.E.Ü. Tekstil Mühendisliği Bölümü, Tınaztepe-İzmir.
2. Kurbak, A. (1990), “*İğne-iplik Sürtünmesi*”, Tekstil ve Teknik Dergisi, 67, (78-83).
3. Bal, B., (2014), “*Teknik İpliklerin Sürtünme Katsayılarının Capstan Yöntemiyle Belirlenmesinde Disk Çapının Etkisi*” Lisans Bitirme Tezi, D.E.Ü. Tekstil Mühendisliği Bölümü, Tınaztepe-İzmir.