



TEKSTİL VE MÜHENDİS
(Journal of Textiles and Engineer)

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



Kaplamanın Koruyucu Eldivenlerin Performans Özelliklerine Etkisi

Effect of Coating on the Performance Properties of Protective Gloves

Mustafa ERTEKİN
Ege Üniversitesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü, İzmir, Türkiye

Online Erişime Açıldığı Tarih (Available online): 30 Eylül 2017 (30 September 2017)

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

Mustafa ERTEKİN (2017): Kaplamanın Koruyucu Eldivenlerin Performans Özelliklerine Etkisi, Tekstil ve Mühendis, 24: 107, 172-180.

For online version of the article: <https://doi.org/10.7216/1300759920172410705>



Araştırma Makalesi / Research Article

KAPLAMANNIN KORUYUCU ELDİVENLERİN PERFORMANS ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ

Mustafa ERTEKİN*

Ege Üniversitesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü, İzmir, Türkiye

Gönderilme Tarihi / Received: 07.04.2017

Kabul Tarihi / Accepted: 12.09.2017

ÖZET: Bu çalışmanın amacı, kişisel koruyucu donanımlar arasında yer alan koruyucu eldivenlerin performans özelliklerine kaplamanın etkisinin incelenmesidir. Bu amaçla ilk olarak para-aramid, meta-aramid ve PES Trevira® kesikli liflerinden iplikler üretilmiş ve üretilen ipliklerden eldiven üretimi gerçekleştirilmiştir. İkinci aşamasında ise eldivenler nitril ve sıvı silikon ile kaplanmış ve ham ile kaplanmış eldivenlerin mekanik risklere karşı dayanım (aşınma, kesme, delinme, yırtılma dayanımı) ve yanma davranışı özellikleri incelenmiştir. Çalışmanın sonucunda kaplamanın eldivenlerin aşınma, kesme, delinme dayanımlarında artışa, yırtılma dayanımında ise düşüşe neden olduğu tespit edilmiştir. 59 tex para-aramid ipliklerle üretilmiş eldivenlerin nitril kaplanmışlarının mekanik risklere karşı, silikon kaplanmışlarının ise hem mekanik risklere hem de ısı ve alev gibi termal risklere karşı koruma gerektiren alanlarda kullanılmasının avantaj sağlayacağı belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Koruyucu eldivenler, aramid lifleri, PES Trevira® lifleri, ısı ve alev dayanım.

EFFECT OF COATING ON THE PERFORMANCE PROPERTIES OF PROTECTIVE GLOVES

ABSTRACT: The aim of this study is to analyze the effect of coating on the performance properties of protective gloves used for personal protective equipment. For this purpose, in the first stage ring spun para-aramid, meta-aramid and PES Trevira® yarns were produced and gloves were manufactured on a full-automatic glove knitting machine. In the second stage, gloves were dip coated with nitrile and liquid silicone and compared with their raw forms against mechanical risks such as abrasion, cut, puncture and tear. Also, the burning behaviors of the gloves were examined. As a result of the study, it has been found that coating had a major improvement on the abrasion, cut and puncture resistance of the gloves; however, coating of the gloves had a deteriorating effect on the tear resistance properties. Gloves manufactured with 59tex para-aramid yarns and coated with nitrile were found to be appropriate to use against mechanical risks and silicone coated of the same type had optimum properties for both mechanical risks and flame resistance.

Keywords: Protective gloves, aramid fibres, PES Trevira® fibres, heat and flame resistance.

* **Sorumlu Yazar/Corresponding Author:** mustafa.ertekin@ege.edu.tr

DOI: [10.7216/1300759920172410705](https://doi.org/10.7216/1300759920172410705), www.tekstilvemuhendis.org.tr

1. GİRİŞ

Uluslararası Çalışma Örgütü'nün (ILO) rakamlarına göre her yıl yaklaşık 2 milyon 200 bin insan iş kazaları ve meslek hastalıkları nedeniyle yaşamını yitirmektedir. Dünyada her yıl 270 milyon iş kazası gerçekleşmekte ve 160 milyon insanda çalışmadan kaynaklı hastalık meydana gelmektedir [1]. Ülkemiz, iş kazaları açısından Avrupa'da birinci, dünyada ise üçüncü sırada yer almaktadır [2]. İş kazalarının dağılımına bakıldığında son üç yıldaki Sosyal Güvenlik Kurumu istatistiklerine göre yıllık ortalama 70 bin iş kazasının %30'luk gibi büyük bir kısmını, el, parmak ve kol yaralanmalarının oluşturduğu görülmüştür [3]. Kullandığımız en önemli aletler olan ellerimizi korumanın en etkili yolu ise riskli ortamlarda her zaman koruyucu eldiven kullanmaktır [4].

Koruyucu eldivenler, teknik tekstiller içerisinde yer alan koruyucu teknik tekstillerin bir parçası olup; özellikle askeriye, güvenlik kuvvetleri, özel timler, itfaiyeciler, kurtarma ekipleri, madenciler, hastanelerdeki bazı birim görevlileri ile yol yapım ve onarımında, kimya, elektrik-elektronik sanayisinde, ağır sanayide, nükleer santrallerde çalışanlar, vb. tarafından kullanılmaktadır. Koruyucu eldiven üretiminde materyal olarak örme, dokuma ve dikim işlemlerinde kullanılan lifler ve kumaşlar ile polimer malzemeler tercih edilmektedir [5]. Koruyucu tekstil yapılarında hammadde olarak kullanılan liflerin klasik liflerle kıyaslandığında birtakım üstünlüklere sahip olması gerekir. Bu lifler genellikle sentetik liflerin geliştirilmesiyle elde edilen ve "yüksek performanslı lifler" olarak adlandırılan teknik liflerdir [6]. Mekanik ve/veya termal risklere karşı koruyucu eldivenlerin üretiminde yüksek mukavemete sahip olan ve/veya yüksek sıcaklığa dayanabilen lifler (örn. aramid lifleri, yüksek yoğunluklu polietilen lifleri (HDPE), metal lifleri) kullanılmaktadır [7].

Mekanik risklere karşı koruyucu eldivenler, kuru veya ıslak ortamda nesnelere tutmak için kavrama özelliklerine ek olarak kesilmelere, yırtılmalara, yıpranmalara ve delinmelere karşı koruma sağlayacak şekilde tasarlanır. Bu alanda, genellikle yüksek hava geçirgenliği ve elastikiyet özelliklerine sahip, dikişsiz yapısı sayesinde sürtünmeden dolayı oluşan tahrişi azaltan örme tekniği ile üretilen eldivenler sıklıkla tercih edilir [5, 8]. Ancak bu eldivenlerin kimyasal ve biyolojik ürünlere ve delinmelere karşı dayanımı düşük olduğundan laminasyon ve kaplama (örn. PVC, lateks, nitril, neopren, poliüretan, politetrafloretlen (PTFE)) ile dayanım özellikleri iyileştirilmektedir [9].

Literatürde koruyucu eldivenlerin mekanik riskler ile ısı ve alev karşı dayanım özelliklerinin incelendiği çeşitli çalışmalar yer almaktadır [7, 10-18]. Irzmanska ve Stefko mineral yağlar ve aşınma, kesme, yırtılma dayanımı gibi mekanik faktörlere karşı koruyucu kauçuk ve polimer kaplı eldivenlerin kullanım ömürlerini belirlemek için bir metot ortaya koymuştur [10]. Laboratuvar ortamında kirletilmiş ve fiilen kullanılmış koruyucu eldivenlerin mekanik etkilere (kesme, delinme, yırtılma) karşı dayanım özelliklerine yağ ve gres yağının etkisi Dolez ve arkadaşları tarafından incelenmiştir. Laboratuvar ortamında kirletilmiş eldivenler (kesme dayanımında %38, delinme

dayanımında %59 oranda azalma) ile kullanılmış eldivenlerin (kesme, delinme, yırtılma dayanımında %34 oranda azalma) dayanımları arasında önemli düzeyde farklılık olduğunu belirlemişlerdir [11]. Özdemir, mekanik risklere karşı koruyucu örme eldivenlerin boyutsal ve performans özelliklerini incelediği çalışmasında eldivenlerin delinme direncini EN 388 standardına uygun olarak ölçebilecek bir aparat tasarlamıştır. Ayrıca, yüksek mukavemetli ipliklerin kullanıldığı sık ve yüksek gramajlı interlok örgülerden üretilen nitril kaplı eldivenlerin yüksek aşınma ve delinme direnci değerlerine sahip olduğunu; yine aynı iplikten örülen orta sıklıktaki, interlok örgü yapısında ve lateks kaplı eldivenlerin ise yüksek yırtılma direnci gösterdiğini tespit etmiştir [12]. Harrabi ve arkadaşları, dokuma veya örme yüzeyden üretilmiş koruyucu eldivenlerin kesme ve delinme dayanımlarını inceledikleri çalışmalarında, nitril kauçuktan yapılan eldivenin daha yüksek delinme dayanımı ve yüksek esneklik özelliklerine sahip olduğunu gözlemlemişlerdir [13]. Kauçuk kaplı örme ve dokuma tekniği ile üretilmiş 23 farklı kalınlıktaki eldivenlerin kesme ve yırtılma direnci ile esnekliklerini inceleyen Harrabi ve arkadaşları, sertliği yüksek (genellikle daha kalın olanlar) olan eldivenlerin kesmeye ve delinmeye karşı daha yüksek dayanım gösterdiğini tespit etmişlerdir [14]. Klapötke ve arkadaşları, koruyucu eldivenlerde mekanik risklerin yanı sıra, çalışma esnasında meydana gelebilecek kazalarda şarapnel parçalarının etkilerini de inceleyen bir çalışma yapmışlar; Kevlar®-tek ve Kevlar®-çift katlı iplikte örülmüş olan numunelerin deri ve Kevlar® ile örülmüş eldivenlerden daha dayanıklı olduğunu belirlemişlerdir [15]. Flambard ve arkadaşları, Kevlar® ve geri dönüşümlü paraaramid ipliklerini kullanarak ürettikleri milano örgü yapısındaki numunelerin gramaj, kalınlık ve mekanik özelliklerini (kesme ve aşınma dayanımı) incelemişlerdir. Çalışmanın sonucunda EN 388 kesme indeksine göre Kevlar®'in en iyi kesme direncine sahip olduğu; aşınma direnci açısından geri dönüşümlü paraaramidin, 1000 devirden sonra ağırlığının %40'ını, Kevlar®'in ise, 2500 devirden sonra yaklaşık olarak ağırlığının %30'unu kaybettiğini saptamışlardır [16]. Alpyıldız ve arkadaşları, paraaramid liflerinden ön ve arka yüzü aynı görünümde askı ile birleştirilmiş çift yüzü örme kumaş yapısı ve iplik yatırımı çift yüzü örme kumaş yapısı geliştirmişler ve bu yeni kumaş yapıları ile düz örgü ve pelüş yapıların kesme ve delinme dayanımlarını karşılaştırmışlardır. Çalışma sonucunda, özellikle iplik yatırımı çift yüzü örme kumaş yapısının pelüş ve düz örgü kumaş yapılarına göre daha yüksek kesme ve delinme dayanımına sahip olduğunu ortaya koymuşlar ve iplik yatırım miktarı ile yatırımda kullanılan iplik tipinin, kesme ve delinme dayanımı üzerinde önemli etkiye sahip olabileceğini belirtmişlerdir [17].

Bu çalışmanın amacı, kişisel koruyucu donanımlar arasında yer alan koruyucu eldivenlerin performans özelliklerine kaplamanın etkisinin incelenmesidir. Bu amaçla ilk olarak paraaramid, metaaramid ve PES Trevira® kesikli liflerinden iplikler üretilmiş ve üretilen ipliklerden eldiven üretimi gerçekleştirilmiştir. İkinci aşamasında ise eldivenler nitril ve sıvı silikon ile kaplanmış ve ham ile kaplanmış eldivenlerin mekanik risklere karşı dayanım (aşınma, kesme, delinme, yırtılma dayanımı) ve yanma davranışı özellikleri incelenmiştir.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışmada yüksek performanslı ipliklerden üretilmiş koruyucu eldivenlerin performans özelliklerine kaplamanın etkisinin incelenmesi hedeflenmiştir. Bu amaçla para-aramid, meta-aramid ve PES Trevira® kesikli lifleri kullanılarak Pinter Merlin numune ring iplik makinasında $\alpha_e=3,5$ büküm değerinde ve 59, 30, 20 tex numaralarda iplikler üretilmiştir. Üretilen ipliklerin özgül kopma mukavemeti ve kopma uzaması değerleri Tablo 1’de verilmiştir.

Eldivenlerin üretimi, 13 G incelikteki JOMDA GD-D tam otomatik bilgisayarlı eldiven makinesinde gerçekleştirilmiştir (Şekil 1). Eldivenler, tek sıklık değerinde manşet kısmı, mock rib, aya ve parmak kısımları süprem yapıda örülmüştür.



Şekil 1. JOMDA GD-D tam otomatik bilgisayarlı eldiven makinesi

Silikon kaplama özellikle ısı dayanımı ve nitril kaplı ürünler ise mazot, yağ ve tiner gibi maddelere dayanıklı oldukları için tercih edilmektedir [19, 20]. Eldivenlerin performans özelliklerini iyileştirmek amacıyla eldivenler nitril ve silikon kaplama işlemine tabi tutulmuştur. Çalışmada kullanılmış olan nitril çözelti Beybi Eldiven A.Ş.’den hazır olarak temin edilmiştir. Sıvı silikon olarak iki bileşenli (A:B, ağırlıkça 10:1) MM240TV (ACC Silicones) kullanılmıştır. Kaplama prosesi Baby Eldiven A.Ş (Bursa)’daki işletmede eldivenlere uygulanan proses süreleri simüle edilerek uygulanmıştır.

Nitril ve silikon kaplama işlemi şu adımlarda gerçekleştirilmiştir:

- Eldivenin üzerine giydirileceği teflon kaplı alüminyum el profili etüvde 100°C’ye kadar ısıtılmıştır.

- Isıtılmış el profili sulandırılmış sıvı sabunla silinerek üzerine kaplama işlemi uygulanacak eldiven geçirilmiştir.
- Profile geçirilmiş eldiven hazırlanmış çözeltiye batırılmış ve 10 saniye tutulup çıkarılmıştır.
- Çözelti kaplanmış eldiven, el profili üzerinde iken kurluşma için Nüve vakumlu etüvde 20 dakika 120°C’de kurutulmuştur.
- Kaplanmış eldiven profilden çıkarılmıştır (Şekil 2).

Ham (9 tip), nitril kaplanmış (9 tip), silikon kaplanmış (9 tip) olmak üzere toplamda 27 tip eldiven ölçümler için hazırlanmıştır.

Ham ve kaplanmış eldivenlere TS EN 388 “Mekanik Risklere Karşı Koruyucu Eldivenler” standardına göre aşınma, kesme, yırtılma ve delinmeye karşı dayanım testleri ile TS EN ISO 15025 “Koruyucu Giyecekler–Isı ve Aleve Karşı Koruma” standardının işlem A prosedürüne göre yanma davranışları testi uygulanmıştır [21, 22].

Tablo 1. Üretilen ipliklerin özgül kopma mukavemeti ve kopma uzaması değerleri

İplik Tipi	İplik numarası (tex)	Özgül Kopma Mukavemeti (cN/tex)	Kopma Uzaması (%)
Para-aramid	59	61,81	4,06
	30	60,20	3,61
	20	50,86	3,05
Meta-aramid	59	24,42	20,66
	30	19,69	15,68
	20	19,94	15,43
PES Trevira®	59	30,64	13,51
	30	30,88	12,49
	20	26,20	10,83

EN 388 standardı; aşınma, bıçakla kesilme, yırtılma ve delinme gibi mekanik risklere karşı koruyucu eldivenlere ilişkin özellikleri içeren uluslararası bir standarttır. Mekanik tehlikelere karşı koruma, her biri belli bir tehlikeye karşı gösterilen performansı temsil eden (performans seviyeleri) dört rakamın da yer aldığı bir simge tarafından ifade edilir. “Mekanik Riskler” piktogramında 4 haneli bir kod yer almaktadır (Şekil 3):



Şekil 2. Kaplama prosesi



Şekil 3. "Mekanik Riskler" piktogramının açıklaması

Tablo 2. Testlerdeki tekrar sayısı ve numune ebatları

Test	Tekrar sayısı	Numune ebatları
Aşınma Dayanımı	Her bir tipten 4 test numunesi	Ø38mm
Kesme Dayanımı	Her bir tip için 2 test numunesi (sıra ve çubuk yönünde)	(60 ± 6) mm x (100 ± 10) mm
Yırtılma Dayanımı	2 sıra ve 2 çubuk yönünde olmak üzere her bir tipten 4 test numunesi	(100 ± 10) mm x (50 ± 5) mm
Delinme Dayanımı	Her bir tipten 4 test numunesi	Ø40mm

* Tüm test numuneleri, eldivenlerin avuçiçi kısmından alınmıştır.



Şekil 4. Para-aramid eldivenlerin kesiminde kullanılan makaslar

Performans testlerinin tekrar sayısı ve numune ebatları Tablo 2.'de verilmiştir. Test numunelerinin tümü eldivenlerin avuçiçi kısmından alınmıştır. Numunelerin kesilip hazırlanmasında özel makaslar kullanılmıştır (Şekil 4).

Aşınma dayanımı testi EN ISO 12947-1 standardına uygun olarak ölçüm yapabilen James-Heal marka Nu-MartinDale aşınma ve boncuklanma cihazında (Şekil 5a.) numuneler üzerine (9 ± 0,2) kPa basınç uygulanarak ölçülmüştür. Aşındırma kağıdı olarak EN 388 standardında önerilen "OAKLEY Glass Quality Cabinet Paper Grade F2, Grit 100" zımpara kağıdı kullanılmıştır (Şekil 5b.).

Delinme ve yırtılma dayanımı testleri, EN 388 standardına uygun olarak Zwick/Roell Z010 cihazında gerçekleştirilmiştir. Kesme dayanımı testi Mesdan Cut Tester cihazıyla (Şekil 6.) EN 388

standardında belirtilmiş olan referans kumaş ve yuvarlak bıçak kullanılarak yapılmıştır.

EN 388 standardına göre kesme dayanımı testi, dairesel bıçak, 500 gr (5N)'lık bir yük altında 50 mm'lik bir mesafede sinusoidal bir hareketle 0-10 cm/sn hızda dönüş yönünün tersine numune üzerinde ileri-geri hareket ederek gerçekleştirilmiştir (Şekil 7.) [21, 23]. Test prosedürüne göre kesme dayanımı testine ilk olarak standartta özellikleri belirtilmiş referans kumaşı ile başlanır. İletken kauçuk üzerine alüminyum folye ve onun üzerine filtre kağıdı yerleştirildikten sonra üst parçayla kumaşın kaymasını önlemek için sıkıştırılır. Referans kumaşından sonra test numunesi üzerinde test yapılır ve ardından tekrar referans kumaşı test edilir. Her numuneden iki ölçüm (sıra ve çubuk yönünde) yapılır ve ölçüm sonuçları, Tablo 3'teki gibi düzenlenerek indeks değeri hesaplanır.

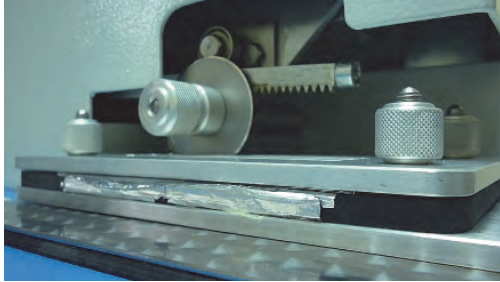


(a)



(b)

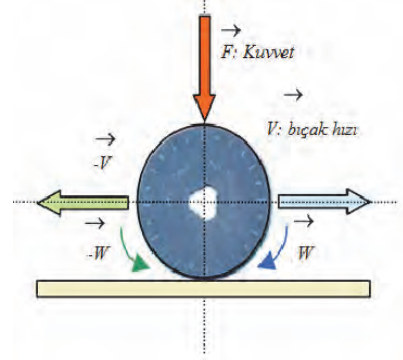
Şekil 5. (a) James-Heal marka Nu-MartinDale aşınma ve boncuklanma cihazı, (b) “OAKEY Glass Quality Cabinet Paper Grade F2, Grit 100” zımpara kağıdı



Şekil 6. Mesdan Cut Tester

Tablo3. İndeksin hesaplanması

Sıra	C_n Kontrol Numunesi	T_n Deney Numunesi	C_{n+1} Kontrol Numunesi	I Index
1	C1	T1	C2	I1
2	C2	T2	C3	I2
3	C3	T3	C4	I3
4	C4	T4	C5	I4
5	C5	T5	C6	I5



Şekil 7. EN 388 standardına göre dairesel bıçakın hareketi ve kuvvetin uygulandığı [24]

Her bir ölçümün İndeks değeri aşağıda belirtildiği şekilde hesaplanır:

$$i_n = \frac{(\overline{C_n} + T_n)}{C_n} \quad (1)$$

Buradaki “ $\overline{C_n}$ ” test numunesinden önce ve sonra referans kumaş ile ölçülen sayaçtaki dönüş sayısının onda birini ve “ T_n ” ise aynı şekilde test numunesinin değerini göstermektedir.

$$\overline{C_n} = \frac{(C_n + C_{n+1})}{2} \quad (2)$$

İki numune için de indeks değerlerinin ortalaması alınarak I_1 ve I_2 değerleri hesap edilir.

$$I = \frac{1}{5} \sum_{n=1}^5 i_n \quad (3)$$

Her numuneden iki test yapılarak toplam da iki ayrı ortalama indeks değeri hesaplanır ve sonuç olarak kesme dayanımı indeksi I_1 ve I_2 değerlerinin minimumu olarak belirlenir.

$$I = \text{Min}(I_1, I_2) \quad (4)$$

EN 388 standardına göre gerçekleştirilen aşınma, kesme, yırtılma ve delinme dayanımı testlerinin ölçüm sonuçları Tablo 4’te verilen skalaya göre değerlendirilmiştir.

Tablo 4. EN 388 standardına göre performans seviyesi derecelendirme

Test/Derecelendirme*	0	1	2	3	4	5
a. Aşınma Dayanımı (döngü)	<100	100	500	2000	8000	-
b. Kesme Dayanımı (İndeks)	<1,2	1,2	2,5	5,0	10,0	20,0
c. Yırtılma Dayanımı (Newton)	<10	10	25	50	75	-
d. Delinme Dayanımı (Newton)	<20	20	60	100	150	-

*"0" değeri en düşük, "5" ise en yüksek performans seviyesini göstermektedir.

Eldivenlerin yanma davranışları, TS EN ISO 15025 "Koruyucu Giyecekler-Isı ve Alev Karşı Koruma – Sınırlanmış Alev Sıçraması için Deney Metodu"na göre SDL Atlas M233B AutoFlamm Tester cihazında gerçekleştirilmiştir. TS EN ISO 15025 standardında iki ayrı işlem belirtilmiştir. Ölçümlerde delik oluşumunu da tespit edebileceğimiz İşlem A (Yüzey tutuşması) yöntemi tercih edilmiştir. Buna göre eldivenlerin yanma davranışları, herhangi bir alevlenmenin üst kenara veya deney numunesinin düşey kenarlarından herhangi birine ulaşmış olmadığı, alev sonrası zaman, hasar görmemiş alan içerisindeki alev sıçrama alanı (genellikle karbonlanmış alan) arkasına parlama sonrası sıçramanın olup olmadığı, parlama sonrası zaman, kalıntı oluşumu, yüzeyde delik oluşup oluşmadığı şeklinde değerlendirilmiştir.

3. BULGULAR VE DEĞERLENDİRME

Ham ve kaplanmış eldivenlerin gramaj ve kalınlık değerleri Tablo 5'te verilmiştir.

Ham ve kaplanmış eldivenlerin gramaj ve kalınlık değerleri incelendiğinde, her üç numara için de en yüksek gramaj ve

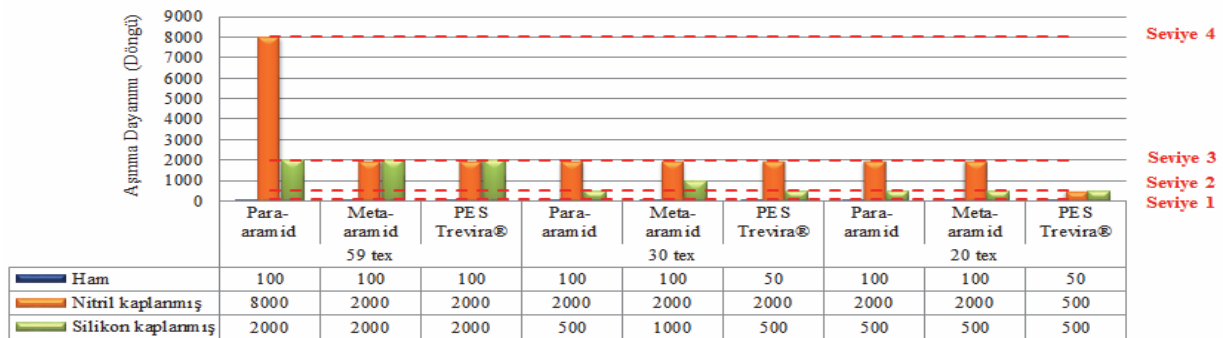
kalınlık değerinin para-aramid ipliklerle örülmüş eldivenlerde olduğu ve bu eldivenleri PES Trevira® ipliklerden üretilmiş eldivenlerin takip ettiği gözlenmiştir. Ayrıca kaplamanın gramaj ve kalınlığa etkisine bakıldığında ise en yüksek gramaj ve kalınlık değerleri silikon kaplanmış eldivenlerde saptanmıştır.

3.1. Aşınma Dayanımı

Eldivenlerin aşınma dayanımı değerleri incelendiğinde, kaplamanın aşınma dayanımını iyileştirdiği ve nitril kaplanmış eldivenlerin ham ve silikon kaplanmış eldivenlere göre her üç numara için de daha yüksek aşınma dayanımı değerlerine sahip olduğu gözlenmiştir. Nitrilin silikona göre daha yüksek aşınma dayanımı performansına sahip olduğu literatürdeki çalışmalarla da desteklenmiştir [19, 20, 25]. Ayrıca en yüksek aşınma dayanımı değerleri her üç materyal için de 59 tex numara ipliklerden üretilmiş eldivenlerde tespit edilmiştir (Şekil 8). Ham eldivenlerde aşındırma kağıdı olarak standartta önerilen zımpara kağıdının özelliğinden ötürü çabuk aşınma gerçekleştiği için materyalin aşınma dayanımına etkisi net bir şekilde gözlenmemiştir ve 30 ve 20 tex PES Trevira® hariç diğer tüm eldivenlerde en düşük düzeyde aşınma saptanmıştır.

Tablo 5. Ham ve kaplanmış eldivenlerin gramaj ve kalınlık değerleri

Kumaş Tipi	Gramaj (g/m ²)			Kalınlık (mm)			
	Ham	Nitril	Silikon	Ham	Nitril	Silikon	
59 tex	Para-aramid	175,16	373,80	619,00	0,57	1,20	0,89
	Meta-aramid	151,80	347,10	486,40	0,55	0,78	0,88
	PES Trevira®	165,70	350,20	543,20	0,56	0,95	0,89
30 tex	Para-aramid	129,80	281,50	495,30	0,49	0,63	1,27
	Meta-aramid	118,60	236,40	309,50	0,45	0,52	0,74
	PES Trevira®	119,01	239,30	466,00	0,46	0,62	0,79
20 tex	Para-aramid	103,50	255,90	459,00	0,47	0,81	0,80
	Meta-aramid	100,20	218,00	405,40	0,43	0,65	0,70
	PES Trevira®	101,60	234,40	418,30	0,42	0,70	0,77

**Şekil 8.** Aşınma dayanımı değerleri

EN 388 standardında yer alan performans seviyesi derecelendirmesine göre (Tablo 4) sonuçlar değerlendirildiğinde, ham eldivenlerin aşınma dayanımı 30 ve 20 tex PES Trevira® hariç Seviye 1 olarak belirlenmiştir. Nitril kaplanmış eldivenlerde 59 tex para-aramid eldiven Seviye 4, 20 tex PES Trevira® dışındaki tüm eldivenler ise Seviye 3 düzeyinde aşınma dayanımı performansı göstermiştir. Silikon kaplanmış eldiven grubunda ise en yüksek aşınma dayanımı performansı, 59 tex numara ipliklerden üretilmiş eldivenlerde Seviye 3 olarak tespit edilmiştir.

3.2. Kesme Dayanımı

Şekil 9'da eldivenlerin kesme dayanımı değerleri verilmiştir. Hem nitril hem silikon kaplamanın kesme dayanımı değerlerinde artışa neden olduğu; silikon kaplanmış eldivenlerin ham ve nitril kaplanmış eldivenlere göre daha yüksek kesme dayanımı değerlerine sahip olduğu tespit edilmiştir. Kumaşların kesme dayanımı, kullanılan hammadde, kumaşın gramajı, kumaşın konstrüksiyonu, alan başına denk gelen dikiş ve dikiş ipliği sayısı ile kaplamalı olup olmaması gibi faktörlere bağlıdır [26]. Silikon kaplanmış eldivenlerin kesme dayanımlarının daha yüksek olmasının daha ağır ve kalın olmalarından kaynaklandığı düşünülmektedir. Numaranın kesme dayanımına etkisi incelendiğinde ise, daha kalın ipliklerden üretilmiş eldivenlerin daha yüksek kesme dayanımına sahip olduğu ve bu durumun da yine gramaj değerlerinin daha yüksek olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Materyal açısından ise beklenildiği üzere malzemenin kendi doğasından ötürü para-aramid ipliklerden örülmüş eldivenlerde daha yüksek kesme dayanımı değerleri tespit edilmiştir [17].

EN 388 standardında yer alan performans seviyesi derecelendirmesine göre (Tablo 4) sonuçlar değerlendirildiğinde ise, 59 tex para-aramid, 30 ve 20 tex meta-aramid eldiven gruplarında hem nitril hem silikon kaplamanın kesme dayanımı performans seviyesinde artışa neden olduğu; 59 tex para-aramid grubunda Seviye 3, 30 ve 20 tex meta-aramid gruplarında ise Seviye 1'e yükselttiği belirlenmiştir. 30 tex PES Trevira® ve 20 tex para-aramid eldivenlerin silikon kaplanmış grupları sırasıyla Seviye 1 ve 2 düzeyinde kesme dayanımı performansı sergilemişlerdir. Nitril ve silikon kaplanmış 59 tex para-aramid

eldivenlerde Seviye 3 ile en yüksek kesme dayanımı performansı tespit edilmiştir.

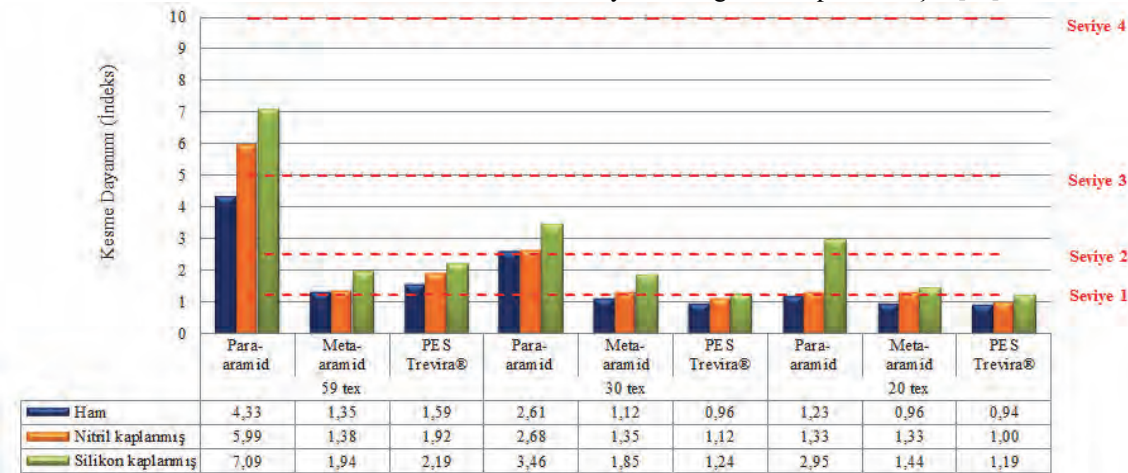
3.3. Yırtılma Dayanımı

59 tex para-aramid ham ve nitril kaplanmış eldivenler ile 59 tex PES Trevira® ham eldivenlerde maksimum kuvvete ulaşıldığı için yırtılma dayanımı ölçümleri gerçekleştirilememiş ve değerleri Şekil 10'da "-" olarak gösterilmiştir. Her üç numara grubu için de kaplamanın, eldivenlerin yırtılma dayanımı performanslarında düşüşe neden olduğu ve en düşük yırtılma dayanımı değerleri nitril kaplanmış eldivenlerde saptanmıştır. Eldivenlerde kullanılan iplik kalınlaştıkça yırtılma dayanımı değerlerinde artış gözlenmiştir, bu durum gramaj ve kalınlık değerlerinin, kalın ipliklerle üretilmiş eldivenlerde daha yüksek olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Materyal açısından incelendiğinde para-aramid ipliklerden üretilmiş eldivenlerin daha yüksek yırtılma dayanımına sahip olduğu belirlenmiştir. Bu durum, para-aramid ipliğin meta-aramid ve PES Trevira® ipliklere göre daha yüksek özgül kopma mukavemeti değerlerine sahip olması ile açıklanabilir (bkz. Tablo 1).

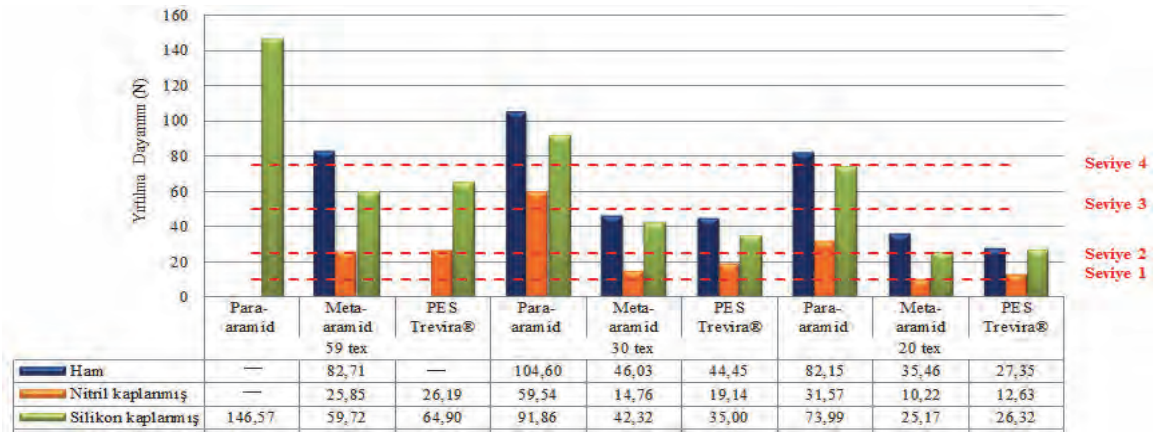
Yırtılma dayanımı sonuçları EN 388 standardındaki performans derecelendirmesine göre değerlendirildiğinde (Tablo 4), 59 tex para-aramid ham ve kaplanmış eldivenler, 59 tex meta-aramid ve PES Trevira® ham eldivenler, 30 tex para-aramid ham ile 20 tex para-aramid ham eldivenlerin Seviye 4 ile en yüksek yırtılma dayanımı performansına sahip olduğu görülmüştür.

3.4. Delinme Dayanımı

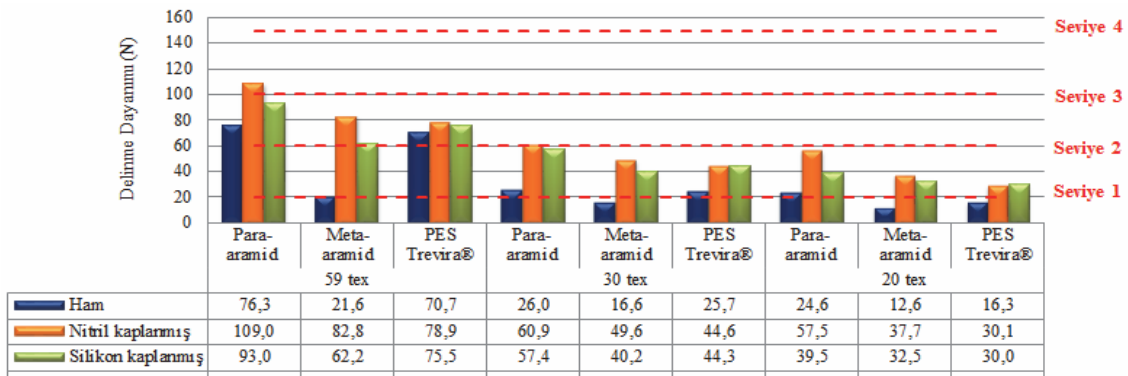
Eldivenlerin delinme dayanımı değerleri incelendiğinde (Şekil 11), kaplamanın eldivenlerin delinme dayanımını artırdığı ve nitril kaplanmış eldivenlerin silikon kaplanmışlara göre daha yüksek delinme dayanımına sahip olduğu gözlenmiştir. Numaranın kesme dayanımına etkisi incelendiğinde ise, daha kalın ipliklerden üretilmiş eldivenlerin daha yüksek kesme dayanımına sahip olduğu ve bu durumun da yine gramaj değerlerinin daha yüksek olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Materyal açısından ise beklenildiği üzere malzemenin kendi doğasından ötürü para-aramid ipliklerden örülmüş eldivenlerde daha yüksek kesme dayanımı değerleri tespit edilmiştir [17].



Şekil 9. Kesme dayanımı değerleri



Şekil 10. Yırtılma dayanımı değerleri



Şekil 11. Delinme dayanımı değerleri

EN 388 standardında yer alan performans seviyesi derecelendirmesine göre (Tablo 4) sonuçlar değerlendirildiğinde, 59 tex para-aramid nitril kaplanmış eldivenlerde Seviye 3 ile en yüksek delinme dayanımı performans seviyesi belirlenmiştir. 59 tex meta-aramid ham eldiven (Seviye 1) hariç diğer tüm 59 tex ipliklerden üretilmiş ham ve kaplanmış eldivenler ile 30 tex para-aramid nitril kaplanmış eldivenlerin, Seviye 2 düzeyinde delinme dayanımı performansına sahip olduğu gözlenmiştir.

3.5. Yanma Davranışı

TS EN ISO 15025 “Koruyucu Giyecekler – Isı ve Alev Karşı Koruma – Sınırlandırılmış Alev Sıçraması için Deney Metodu” İşlem A (Yüzey tutuşması) yöntemine göre yapılan ölçümler sonucunda, ham eldiven grubunda para-aramid ve meta-aramid ipliklerden üretilmiş eldivenlerde tutuşma, delik oluşumu ve üst kenara kadar yayılma gözlenmez iken; PES Trevira® ipliklerle üretilmiş eldivenlerde ise alevin temas ettiği bölgede sadece delik oluşumu görülmüştür. Nitril kaplanmış tüm eldivenlerin tamamen tutuştuğu gözlenmiştir. Silikon kaplanmış eldiven gruplarında ise, tutuşma, delik oluşumu ve üst kenara kadar yayılma tespit edilmemiştir.

4. SONUÇ

Bu çalışmanın amacı, kişisel koruyucu donanımlar arasında yer alan koruyucu eldivenlerin performans özelliklerine kaplamanın

etkisinin incelenmesidir. Bu amaçla ilk olarak para-aramid, meta-aramid ve PES Trevira® kesikli liflerinden iplikler üretilmiş ve üretilen ipliklerden eldiven üretimi gerçekleştirilmiştir. İkinci aşamasında ise eldivenler nitril ve sıvı silikon ile kaplanmış ve ham ile kaplanmış eldivenlerin mekanik risklere karşı dayanım (aşınma, kesme, delinme, yırtılma dayanımı) ve yanma davranışı özellikleri incelenmiştir. Çalışmanın sonucunda;

- Kaplamanın, eldivenlerin aşınma, kesme, delinme dayanımlarında artışa, yırtılma dayanımında ise azalmaya neden olduğu saptanmıştır. Nitril kaplanmış eldivenler ham ve silikon kaplanmış eldivenlere göre daha yüksek aşınma ve delinme dayanımı göstermiştir. En yüksek kesme dayanımı değerleri silikon kaplanmış eldivenlerde belirlenmiştir.
- Eldivenlerin mekanik risklere karşı dayanım özelliklerine numaranın etkisi incelendiğinde, iplik kalınlaştıkça daha yüksek aşınma, kesme, yırtılma ve delinme dayanım özellikleri elde edilmiştir.
- Para-aramid ipliklerden üretilmiş eldivenler, diğer eldivenlere göre daha yüksek kesme, yırtılma ve delinme dayanımı performansı sergilemişlerdir.
- EN 388 standardına göre seviyelendirme yapıldığında, 59 tex para-aramid nitril kaplanmış eldivenin Seviye 4 ile en yüksek aşınma ve yırtılma dayanımı, Seviye 3 ile en yüksek kesme ve delinme dayanımı özelliği ile incelenen eldivenler

içerisinde mekanik risklere karşı en yüksek dayanımı göstermiştir. Ayrıca 59 tex para-aramid silikon kaplanmış eldiven ise Seviye 3 düzeyinde aşınma ve kesme dayanımı, Seviye 4 düzeyinde yırtılma dayanımı ile Seviye 2 düzeyinde delinme dayanımına sahiptir.

- Yanma davranışları incelendiğinde ise, nitril kaplanmış eldivenlerin tümünün tutuştuğu ve silikon kaplamanın ise eldivenlerin yanma davranışlarını iyileştirdiği gözlenmiştir.

Elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde, 59 tex para-aramid nitril kaplanmış eldivenin mekanik risklere karşı dayanımın gerekli olduğu alanlarda (örneğin: Kimya, makine, metal ve inşaat gibi sektörlerde, kimyasal maddeler, elektrik, sıcaklık, titreşim gibi etmenlerin yol açacağı kesme, delinme ve yanık gibi risklere karşı korunma) kullanıma uygun olacağı düşünülmektedir. Hem mekanik risklere karşı dayanımın hem de güç tutuşur özelliğın ön planda olduğu kullanım alanları için ise 59 tex para-aramid silikon kaplanmış eldivenler önerilebilir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, Ege Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu tarafından desteklenmiştir (Proje No: 15-BİL-025).

KAYNAKLAR

1. TMMOB Makine Mühendisleri Odası. *İş Sağlığı ve Güvenliği*, http://www.mmo.org.tr/resimler/dosya_ekler/a2a095df28f81a0_ek.pdf?tipi=4&turu=H&sube=0, Erişim Tarihi: 06.04.2017.
2. T.C. Sosyal Güvenlik Kurumu. *İş Kazalarında Avrupa Birincisiyiz*, <http://www.sgk.gov.tr/wps/wcm/connect/adad60b4-ae07-415a-80bd-eaf98b2df841/%C4%B0%C5%9F+kazalar%C4%B1nda+Avrupa+birincisiyiz.pdf?MOD=AJPERES&CACHEID=adad60b4-ae07-415a-80bd-eaf98b2df841>, Erişim Tarihi: 06.04.2017.
3. T.C. Sosyal Güvenlik Kurumu. *İş Kazaları İstatistikleri*, www.ssk.gov.tr, Erişim Tarihi: 06.04.2017.
4. Davas Aksan, A., Durusoy, R., Bal, E., Kayalar, M., Ada, S., Tanık, F. A., (2012), *Risk Factors for Occupational Hand Injuries: Relationship Between Agency and Finger*, American Journal of Industrial Medicine, 55, 5, 465-473.
5. Dolez, P., Soulati, K., Gauvin, C., Lara, J., Vu-Khanh, T., (2012), *Information Document for Selecting Gloves for Protection Against Mechanical Hazards*, <https://www.irsst.qc.ca/gants/en/InfoDocu.pdf>, Erişim Tarihi: 06.04.2017.
6. Hearle, J.W.S., (2001), *High Performance Fibers*, Woodhead Publishing Ltd, Abington, England.
7. Ciobanu, R., Ionesi, D., Budulan, C., (2010), *Protective Gloves Against Mechanical Hazard*, 7th International Conference-TEXSCI 2010, September 6-8, Liberec, Czech Republic.
8. Mapa Professionnel. *Koruyucu Eldivenler Kataloğu*, http://www.mapa-pro.com/fileadmin/user_upload/Documentation/MAPA-Professionnel_Product-catalogue_TR.pdf, Erişim Tarihi: 06.04.2017.
9. Satra Technology. *Assessing Protective Gloves*, http://www.satrapro.com/spotlight/article_view.php?id=319, Erişim Tarihi: 06.04.2017.
10. Irzanska, E., Stefko, A., (2015), *Simulation Method for Assessing the End of Service Life of Gloves Used by Workers Exposed to Mineral Oils and Mechanical Factors*, International Journal of Industrial Ergonomics, 47, 61-71.
11. Dolez, P.I., Gauvin, C., Lara, J., Vu-Khanh, T., (2010), *The Effect of Protective Glove Exposure to Industrial Contaminants on Their Resistance to Mechanical Risks*, International Journal of Occupational Safety and Ergonomics, 16, 2, 169-183.
12. Özdemir, F., (2011), *Mekanik Risklere Karşı Koruyucu Eldivenlerin Performanslarının İyileştirilmesi Üzerine Çalışmalar*, Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi, İzmir.
13. Harrabi L., Dolez P. I., Vu-Khanh T., Lara J., (2006), *Optimization in the Selection of Protective Gloves for Resistance to Mechanical Risks*, Second International Conference of Applied Research on Textile, November 30- December 2, Monastir, Tunisia.
14. Harrabi, L., Dolez, P.I., Vu-Khanh, T., Lara, J., Tremblay, G., Nadeau, S., Lariviere, C., (2008), *Characterization of Protective Gloves Stiffness: Development of a Multidirectional Deformation Test Method*, Safety Science, 46, 7, 1025-1036.
15. Klapötke, T.M., Krumm, B., Mayr, N., Steemann, F.X., Steinhäuser, G. *Safety Testing of Protective Gloves*, http://publik.tuwien.ac.at/files/PubDat_169519.pdf, Erişim Tarihi: 06.04.2017.
16. Flambard, X., Ferreira, M., Vermeulen, B., Bourbigot, S., & Poutch, F., (2003), *Mechanical and Thermal Behaviors of First Choice, Second Choice and Recycled P-Aramid Fibres*, Journal of Textile and Apparel, Technology and Management, 3, 2, 1-13.
17. Alpyıldız, T., Rochery, M., Kurbak, A., Flambard, X., (2011), *Stab and Cut Resistance of Knitted Structures: A Comparative Study*, Textile Research Journal, 81, 2, 205-214.
18. Dolez, P.I., Vu-Khanh, T., (2009), *Recent Developments and Needs in Materials Used for Personal Protective Equipment and Their Testing*, International Journal of Occupational Safety and Ergonomics, 15, 4, 347-362.
19. Elbex. *General Properties of Elastomers*, <http://www.elbex-us.com/sites/default/files/General%20Properties%20of%20Elastomers.pdf>, Erişim Tarihi: 06.04.2017.
20. DKI Rubber&Plastic Ltd. *Materials*, <http://www.dkirubber.com/materials.asp>, Erişim Tarihi: 06.04.2017.
21. Standartları Enstitüsü, (2003), *TS EN 388 “Koruyucu Eldivenler-Mekanik Risklere Karşı”*.
22. Türk Standartları Enstitüsü, (2006), *TS EN ISO 15025 “Koruyucu Giyecekler-Isı ve Alev Karşı Koruma”*.
23. Payot, F. *Measurement and Control Method for Cutting Resistance of Protective Gloves, Performance of Protective Clothing:Fourth Volume*, https://www.astm.org/DIGITAL_LIBRARY/STP/SOURCE_PAGES/STP1133.htm, Erişim Tarihi: 06.04.2017.
24. Rebouillat, S. and Steffenino, B., (2005), *Cut Performance Fundamentals and Norms Harmonization*, Journal of ASTM International, 2, 8, 1-21.
25. Difference Between. *Difference Between Rubber and Silicone*, <http://www.differencebetween.com/difference-between-rubber-and-vs-silicone/>, Erişim Tarihi: 06.04.2017.
26. DuPont™ Company, *The Science of Cut Protection*, http://www2.dupont.com/Kevlar_Gloves/en_US/assets/downloads/kevlar_cut_protection_testing.pdf, Erişim Tarihi: 06.04.2017.