



Konferans Bildirisi

Denim Yıkama Proseslerinde Köpük Aplikasyon Tekniği ile Sürdürülebilir Denim Ürünlerin Geliştirilmesi

Kağan IRMAK^{1*}, Serkan YILMAZ², Merve GİDEROĞLU³

¹ Tayeks Dış Ticaret ve Tekstil Sanayi Anonim Şirketi, Ar-Ge Merkezi, Orcid ID: <https://orcid.org/0009-0007-4255-4166>, e-mail: kagan.irmak@tayeks.com.tr

² Tayeks Dış Ticaret ve Tekstil Sanayi Anonim Şirketi, Ar-Ge Merkezi, Orcid ID: <https://orcid.org/0009-0008-0711-6475>, e-mail: serkan.yilmaz@tayeks.com.tr

³ Tayeks Dış Ticaret ve Tekstil Sanayi Anonim Şirketi, Ar-Ge Merkezi, Orcid ID: <https://orcid.org/0009-0008-6501-360X>, e-mail: merve.gideroglu@tayeks.com.tr

* Sorumlu Yazar: kagan.irmak@tayeks.com.tr; mobile phone: 0544 616 74 16

Received 29 October 2024

Received in revised form 20 December 2024

In final form 27 December 2024

4th International Conference on Design, Research and Development
(RDCONF 2024)
December 19 - 20, 2024

Reference: Irmak, K., Yılmaz, S., & Gideroğlu, M. (2024). Development of sustainable denim products with foam application technique in denim washing processes. *Orclever Proceedings of Research and Development*, 5(1), 459-469.

Özet

Denim yıkama proseslerinde çevresel etkilerin azaltılması ve sürdürülebilirlik hedefleri doğrultusunda; daha az su, daha az kimyasal ve daha az enerji tüketimi olan yöntemlere eğilimin arttığı görülmektedir. Köpük aplikasyon tekniği, konvansiyonel yıkama yöntemlerine kıyasla su ve enerji tüketimini önemli ölçüde azaltırken, kimyasal kullanımını da minimize etmektedir. Köpük bazı uygulamalar, denim kumaşın estetik ve dokusal özelliklerini koruyarak, atık su oluşumunu büyük ölçüde sınırlamaktadır. Özellikle düşük yoğunluklu köpüklerin kullanıldığı yöntemler, kumaşın görünümüne ve dayanıklılığına zarar vermeden istenen efektlerin elde edilmesine olanak tanımaktadır. Bu yenilikçi teknikler, tekstil sektörünün sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmasında önemli bir araç olarak görülmektedir [1-2].



Bu çalışmada, konvansiyonel denim yıkama işlemlerinde karşılaşılan yüksek su ve kimyasal tüketiminin çevresel etkilerini azaltmaya yönelik olarak köpük aplikasyon tekniğinin kullanılabilme olanakları araştırılmıştır. Denim yıkama proseslerinde konvansiyonel yöntemlere kıyasla daha az kaynak kullanımıyla benzer veya daha üstün sonuçlar elde etmeyi mümkün kılan bu tekniğin, sektörde yaygınlaştırılabilir bir alternatif olma olasılığı değerlendirilmiştir. Çalışma kapsamında, yıkama öncesi ve sonrası ürünlerin yırtılma mukavemeti, kopma mukavemeti, elastikiyet, kalıcı uzama, suya karşı renk haslığı, tere karşı renk haslığı ve sürtünmeye karşı renk haslığı gibi fiziksel performans özellikleri analiz edilmiştir.

Bunun yanı sıra, sürdürülebilirlik perspektifinden hareketle, çevre dostu denim ürünlerinin geliştirilmesinde yaratıcı yaklaşımlarla bu sürecin endüstriyel ölçekli uygulamalarda kullanılmak üzere yol haritası oluşturulacaktır.

Anahtar: Denim, Köpük Aplikasyon, Efektlendirme, Sürdürülebilirlik, Denim Yıkama



Conference Article

Development Of Sustainable Denim Products with Foam Application Technique in Denim Washing Processes

Abstract

In denim washing processes, there is an increasing trend towards methods with less water, less chemical and less energy consumption in line with the goals of reducing environmental impacts and sustainability. Foam application technique significantly reduces water and energy consumption and minimizes the use of chemicals compared to conventional washing methods. Foam-based applications preserve the aesthetic and textural properties of the denim fabric and greatly limit wastewater generation. In particular, methods using low-density foams allow the desired effects to be achieved without damaging the appearance and durability of the fabric. These innovative techniques are seen as an important tool for the textile industry to achieve its sustainability goals [1-2].

In this study, the possibilities of using foam application technique to reduce the environmental impacts of high water and chemical consumption in conventional denim washing processes were investigated. The possibility of this technique, which makes it possible to obtain similar or superior results with less resource utilization compared to conventional methods in denim washing processes, has been evaluated as an alternative that can be broadened in the sector. Within the scope of the study, the physical performance characteristics of the products before and after washing such as tear strength, tensile strength, elasticity, residual extension, colour fastness to water, colour fastness to perspiration and colour fastness to rubbing were analyzed.

In addition, based on the sustainability perspective, a pathway will be created for the use of this process in industrial scale applications with creative approaches in the development of environmentally friendly denim products.

Keywords: Denim, Foam Application, Effect Creation, Sustainability, Denim Washing



1. Giriş

Denim ürünler, tüketiciler tarafından modanın vazgeçilmez bir parçası olarak tercih edilmektedir. Ortaya çıktığı 19. yüzyıldan itibaren, tasarımcılar ve üreticiler denim kumaşı çeşitli işlemlerle geliştirerek daha estetik ve fonksiyonel hale getirme çabası içinde olmuşlardır. Denim ürünlerine istenilen görünümü kazandırmak için, dikilmiş ham parçalar üzerinde reçeteye uygun olarak uygulanan yıkama işlemleri kullanılmaktadır. Bu işlemler, ön yıkama, taş yıkama, enzim yıkama, asit yıkama, ağartma ve tint gibi çeşitli yöntemleri içermektedir. Söz konusu işlemler, ürünlerin hem estetik hem de dokusal özelliklerini geliştirerek tüketici taleplerine uygun hale getirmektedir [3-4].

Denim giysilerin çekiciliğini artırmak amacıyla farklı efektler ve renkler oluşturmak için yeni teknikler geliştirilmiştir. Ancak konvansiyonel denim yıkama işlemleri, yüksek miktarda su, enerji ve kimyasal tüketimine neden olmakta, bu durum ise üretim süreçlerinde çevresel sorunlara yol açmaktadır. Bu nedenle, daha yenilikçi ve çevre dostu tekniklerin geliştirilmesi ve uygulanması, sürdürülebilirlik açısından bir gereklilik haline gelmiştir [5].

Tekstil endüstrisinde son yıllarda sürdürülebilirliği artırmaya yönelik önemli bir yenilik ise köpük aplikasyon tekniğidir. Köpük, genellikle hava gibi bir gazın sıvıya enjekte edilmesiyle oluşan mikroheterojen bir sistemdir. Bu teknik, sıvının yüzey alanını yaklaşık 1000 kat artırırken sıvı tüketimini önemli ölçüde azaltmaktadır. Böylece, köpük ince bir film tabakasıyla ayrılmış gaz kabarcıklarından oluşan metastabil bir yapı haline gelmektedir. Tekstil endüstrisinde, sulu çözeltiler sıvı faz olarak tercih edilirken, hava ise gaz faz olarak yaygın şekilde kullanılmaktadır [6].

Bu çalışmada, denim yıkama işlemlerinde yüksek su ve kimyasal tüketiminin azaltılması amacıyla köpük aplikasyon tekniğinin kullanım olanakları araştırılmıştır. Bu amaçla, ürünlere köpük jeneratörü aracılığıyla susuz ortamda sıvı kimyasallar uygulanmış ve elde edilen sonuçlar detaylı bir şekilde incelenmiştir. Araştırmada, köpük aplikasyon tekniğinin denim yıkama süreçlerinde hangi işlemlerde etkili bir şekilde kullanılabileceği, bu tekniğin avantajları ve dezavantajları değerlendirilmiştir.



2. Materyal ve Yöntem

Çalışma kapsamında, denim yıkama işlemlerinde kullanılan konvansiyonel etektlendirme yöntemi olarak; ağartma ve enzim yıkama işlemleri denim giysilere uygulanmıştır. Köpük aplikasyon tekniği ile daha az su ve kimyasal tüketimi sağlamak amacıyla çalışmada geliştirilen ağartma ve enzim yıkama işlemleri de köpük aplikasyon tekniği ile denim giysilere uygulanmıştır. Çalışmada, yıkama prosesleri, Yılmaz markalı köpük jeneratörü ve Yılmaz RF-60 markalı tambur yıkama makinesi kullanılmıştır. Köpük jeneratörü ve tamburlu yıkama makinesi Şekil 1'de verilmektedir.



Şekil 1: Köpük jeneratörü ve endüstriyel yıkama makinesi

2.1. Materyal

Çalışmada, çözgü ipliği indigo ile boyanmış, %98 pamuk ve %2 elastan içeriğine sahip, 3/1 Z dimi dokuma türünde, 406,92 gr/m² gramaja sahip denim kumaştan üretilmiş giysiler kullanılmıştır. Çalışma kapsamında, öncelikle konvansiyonel olarak numunelere ağartma ve enzimatik etektlendirme işlemi yapılmıştır. Daha sonra konvansiyonel yöntemle alternatif olacak köpük aplikasyon tekniği ile de numunelere ayrı ayrı köpük ile ağartma ve köpük ile enzimatik işlem uygulanmıştır. Konvansiyonel ağartma ve enzimatik yıkama işlemlerinde kullanılan kimyasallar Tablo 1'de verilmiş olup, bu yöntemler sırasıyla Konvansiyonel Yöntem-1 ve Konvansiyonel Yöntem-2 olarak adlandırılmıştır. Köpük aplikasyon tekniği ile çalışma kapsamında ağartma ve enzimatik yıkama işlemlerinde kullanılan kimyasallar ise Tablo 2'de belirtilmiştir ve bu reçeteler sırasıyla Reçete-1 ve Reçete-2 olarak kodlanmıştır. Çalışmada, Konvansiyonel Yöntem-1 ile Reçete-1 kapsamında elde edilen numunelerin analiz sonuçları kendi içinde



değerlendirilmiştir. Konvansiyonel Yöntem-2 ve Reçete-2 kapsamında elde edilen numunelerin analiz sonuçları ise kendi içinde değerlendirilmiştir. Kısaca ağartma prosesleri kendi aralarında enzimatik proseslerden elde edilen numuneler ise yine kendi aralarında değerlendirilmiştir.

Tablo 1: Konvansiyonel yöntemde kullanılan kimyasallar

Proses	Kimyasal
Konvansiyonel yöntem-1	Sodyum hipoklorit
	Evo Soft Pro-50 (Yumuşatıcı)
	Lava Cell NSZ (Anti pilling)
	Lava Pret RFL Plus (Reçine)
Konvansiyonel yöntem-2	Sıvı Enzim
	Evo Soft Pro-50 (Yumuşatıcı)
	Lava Cell NSZ (Anti pilling)
	Lava Pret RFL Plus (Reçine)

Tablo 2: Köpük aplikasyon yönteminde kullanılan kimyasallar

Proses	Kimyasal
Reçete-1	Sodyum hipoklorit
	Evo Soft Pro-50 (Yumuşatıcı)
	Lava Cell NSZ (Anti pilling)
	Lava Pret RFL Plus (Reçine)
	Ruco-Coat FO 4010
Reçete-2	Sıvı Enzim
	Evo Soft Pro-50 (Yumuşatıcı)
	Lava Cell NSZ (Anti pilling)
	Lava Pret RFL Plus (Reçine)
	Ruco-Coat FO 4010



2.2.Yöntem

Çalışmada, denim giysi numuneleri konvansiyonel yöntem-1 ve konvansiyonel yöntem-2 Tablo 1' de verilen kimyasallar ile 50 °C' de 10 dakika işleme tabi tutulmuştur. Denim giysi numuneleri köpük aplikasyon tekniği ile Tablo 2' de verilen kimyasallar ile reçete-1 için 10 dakika, reçete-2 için ise 50 dakika işleme tabi tutulmuştur.

Çalışma kapsamında, köpük aplikasyon tekniği ve konvansiyonel yöntem ile elde edilen numunelere fiziksel performans testleri yapılmış karşılaştırılmıştır. Numunelere uygulanan fiziksel testler ve test standartları Tablo 3' te verilmektedir.

Tablo 3: Testler ve standartları

Test Metodu	Standart
Kopma Mukavemeti	EN ISO 13934-2-EQV
Yırtılma Mukavemeti	EN ISO 13937-1-EQV
Elastikiyet ve Kalıcı Uzama	ASTM D3107
Suya karşı renk haslığı	EN ISO 105 E01
Tere karşı renk haslığı	EN ISO 105 E04
Sürtünmeye karşı renk haslığı	EN ISO 105X12

3. Sonuçlar

Çalışma kapsamında, elde edilen numunelere ait fiziksel performans test sonuçları Şekil 2'de verilmektedir. Çalışma kapsamında elde edilen, denim giysiler, a. Konvansiyonel Yöntem-1, b. Reçete-1 ve c. Konvansiyonel Yöntem-2, d. Reçete-2 olarak Şekil 2'de verilmektedir.



Şekil 2: Çalışmada elde edilen denim giysilere ait görseller

Tablo 4: Fiziksel Performans Testleri

Test Metodu	Kumaş Yönü	Konvansiyonel Yöntem-1	Reçete -1	Konvansiyonel Yöntem-2	Reçete-2
Kopma Mukavemeti (kg)	Çözüğü	35	69,3	40	72,3
	Atkı	29,7	43,9	32,1	45
Yırtılma Mukavemeti (g)	Çözüğü	3937	5486	4017	5640
	Atkı	2472	3909	2685	4023
Elastikiyet (%)	-	31,4	35,7	34,6	37,9
Kalıcı Uzama	-	6,9	6,5	7,7	6,8
Sürtünmeye Karşı	Kuru	3/4	4/5	1/2	3/4
Renk Haslığı	Yaş	2/3	1/2	1	1

Kopma mukavemeti sonuçları incelendiğinde, Konvansiyonel Yöntem-1 ve Reçete-1, Konvansiyonel Yöntem-2 ve Reçete-2 kendi içlerinde kıyaslandığında, kopma mukavemeti değerlerinin yüksek olduğu görülmüştür.

Yırtılma mukavemeti sonuçları incelendiğinde, Konvansiyonel Yöntem-1 ve Reçete-1, Konvansiyonel Yöntem-2 ve Reçete-2 kendi içlerinde kıyaslandığında, yırtılma mukavemeti değerlerinin yüksek olduğu görülmüştür.

Elastikiyet sonuçları incelendiğinde, Konvansiyonel Yöntem-1 ve Reçete-1, Konvansiyonel Yöntem-2 ve Reçete-2 kendi içlerinde kıyaslandığında, Reçete-1 ve



Reçete-2'nin kumaşın deformasyon sonrası geri dönüş kapasitesini artırarak, kullanım konforu ve forma uyum özelliklerini iyileştirdiği gözlemlenmiştir.

Kalıcı uzama sonuçları incelendiğinde, iyileşmeler olduğu görülmüştür. Sürtme haslığı test sonuçları incelendiğinde hem kuru hem de yaş sürtme performanslarında düşüş gözlemlenmiştir.

Çalışmada, geliştirilen reçetelerde su tüketimi %30, kimyasal tüketimi %50 ve buna bağlı olarak enerji tüketimi de azalmıştır. Aynı zamanda köpük aplikasyon tekniği ile elde edilen fiziksel performanslarının da artış gösterdiği görülmüştür.

Terlemeye karşı renk haslığı sonuçları Tablo 5' te verilmektedir.

Tablo 5: Terlemeye Karşı Renk Haslığı Değerleri

Numune Kodu	Tip	Renk Değişimi	Yün	Akrilik	Poliester	Naylon	Pamuk	Asetat
Konvansiyone l Yöntem-1	Asit	4/5	4/5	4	4/5	4/5	4/5	4
	Alkali	4/5	4/5	4	4/5	4/5	4/5	4
Reçete-1	Asit	4/5	4/5	4	4/5	4/5	4/5	4
	Alkali	4/5	4/5	4	4/5	4/5	4/5	4
Konvansiyone l Yöntem-2	Asit	3	3	3	3/ 4	3/ 4	3/ 4	3/ 4
	Alkali	3	3	3	3/ 4	3/ 4	3/ 4	3/ 4
Reçete-2	Asit	3/ 4	3/ 4	3/ 4	4	4	4	4
	Alkali	3/ 4	3/ 4	3/ 4	4	4	4	4

Suya karşı renk haslığı sonuçları Tablo 6' da verilmektedir.

Tablo 6: Suya Karşı Renk Haslığı Değerleri

Numune Kodu	Renk Değişimi	Yün	Akrilik	Poliester	Naylon	Pamuk	Asetat
Konvansiyonel Yöntem-1	4/5	4/5	4	4/5	4/5	4/5	4
Reçete-1	4/5	4/5	4	4/5	4/5	4/5	4



Konvansiyonel Yöntem-2	3/4	3/4	3	3	3	3	2/3
Reçete-2	4	4	3/4	3/4	3/4	3/4	3

Terlemeye karşı renk haslığı ve suya karşı renk haslığı sonuçları incelendiğinde, benzer sonuçlar elde edildiğı gözlemlenmiştir.

4. Tartışma

Bu çalışmada, denim yıkama süreçlerinde çevresel etkilerin azaltılması amacıyla köpük aplikasyon tekniğı ile konvansiyonel yıkama yöntemlerinin karşılaştırılması yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar, köpük aplikasyon tekniğinin sürdürülebilirlik açısından önemli avantajlar sunduğunu ortaya koymaktadır.

Köpük aplikasyon tekniğı, su ve kimyasal tüketimini önemli ölçüde azaltarak, konvansiyonel yöntemlere kıyasla karbon ve su ayak izini düşürmektedir. Fiziksel performans test sonuçları incelendiğinde, köpükle uygulanan işlemlerin denim giysilerin mekanik dayanıklılığını ve elastikiyetini artırdığı görülmüştür. Özellikle kopma ve yırtılma mukavemeti değerlerindeki iyileşmeler, köpük aplikasyonunun lifler arası etkileşimi optimize ettiği düşünülmektedir. Bu bulgular, köpük aplikasyon tekniğinin sadece çevresel değil, aynı zamanda ürün performansı açısından da iyi bir yöntem olabileceğini göstermektedir.

Sürdürülebilirlik perspektifinden değerlendirildiğinde, köpük aplikasyon tekniğinin tekstil sektöründe yaygınlaştırılması hem üreticiler hem de çevre için önemli faydalar sağlayabileceğı düşünülmektedir.

Sonuç olarak, köpük aplikasyon tekniğı, çevre dostu denim üretimi için umut verici bir yaklaşımdır. Gelecekte, bu yöntemin optimizasyonu ve farklı tekstil proseslerine adaptasyonu, sürdürülebilir tekstil üretimine önemli katkılar sağlayacağı düşünülmektedir.

5. Teşekkür

Çalışmada desteğini ve yardımlarını esirgemeyen Tayeks Dış Ticaret ve Tekstil Sanayi Anonim Şirketi firmasına ve Ar-Ge departmanına teşekkür ederiz.



Referanslar

- [1] İ. Akman, "Köpük aplikasyon tekniği ile su iticilik apresi uygulanması ve denim kumaş performansına etkisinin incelenmesi," M.S. thesis, Fen Bilimleri Enstitüsü, 2018.
- [2] M. Kayhan, "Köpük aplikasyon tekniği ile aktarılan silikon kimyasalının bazı mekanik işlemler ve yıkamalar sonrası denim kumaş performansına olan etkisinin incelenmesi," M.S. thesis, Fen Bilimleri Enstitüsü, 2018.
- [3] M. K. R. Khan and S. Jintun, "Sustainability issues of various denim washing methods," *Textile & Leather Review*, vol. 4, no. 2, pp. 96–110, 2021.
- [4] N. S. Eroğlu, "Sustainability approaches in denim products and production processes," *Tekstil ve Mühendis*, vol. 30, no. 132, pp. 335–350, 2023.
- [5] N. Ö. Ceviz and N. Tektaş, "Denim ürün üretiminde su ayak izi ile sürdürülebilirlik," *Ulakbilge*, vol. 76, pp. 954, 2022.
- [6] Z. Ö., Başıyigit, "Köpük Aplikasyonu ile Selülozik Esaslı Tekstil Materyaline Fonksiyonellik Kazandırılması," PhD, Fen Bilimleri Enstitüsü, 2016.