



AYAKKABILIK ÖRME KUMAŞLARIN TASARIMI VE PERFORMANS ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ

CANER DENİZCAN
TEZ DANIŞMANI: DOÇ. DR. ÖZLEM KAYACAN
Dokuz Eylül Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Bölümü

ÖZET

Spor giyimnin günlük yaşamda daha fazla yer bulması ile birlikte, ayakkabılarda kullanılan tekstil bazlı malzemeler olan saya, astar ve taban kumaşlarında konfor ve sürdürülebilirlik kriterleri önem kazanmıştır. Bu çalışmada, ayakkabı sektöründe kullanılan örme kumaşların tasarımı ve konfor özellikleri açısından performansları değerlendirilmiştir. Geri dönüştürülmüş polyester ve orijinal polyester iplikler kullanılarak interlok, çift yüzü (askı bağlantılı), çift yüzü (transferli) kumaş yapıları, üretilmiş ve bu kumaşların yapısal parametreleri ile geçirgenlik özellikleri incelenmiştir. Elde edilen bulgura göre askı bağlantılarının yoğunluğu arttıkça kumaş kalınlığının ve ağırlığının arttığı, buna bağlı olarak geçirgenlik değerlerinin azaldığı belirlenmiştir. Geri dönüştürülmüş polyester ipliklerle üretilen kumaşlar, orijinal polyester ipliklerle üretilen kumaşlar ile benzer hatta bazı parametrelerde daha iyi sonuçlar göstermiştir. Bu durum, sürdürülebilir üretim hedefleri doğrultusunda geri dönüştürülmüş hammaddelerin ayakkabı kumaşları için uygun bir alternatif olabileceğini göstermektedir.

1. GİRİŞ

Günümüzde sağlıklı yaşam trendinin artması insanların fiziksel aktivitelerinin yani sportif faaliyetlerinin artmasına sebep olmuştur. Dünya genelinde her yıl 22 milyar çiftten fazla ayakkabı üretilmekte olup, bunların dörtte birini spor ayakkabılar oluşturmaktadır. Küresel üretimde başı çeken Çin, tüm ayakkabıların %60'ını üretmekte ve hem iç hem de dış pazarlara hitap etmektedir. Türkiye'deki 33 ayakkabı üretici şirketi yıllık 600 milyon çift üretmekte olup, bu günlük 328.000 çifte denk gelmektedir. Pazar değeri 6 milyar dolara ulaşan sektör büyümeye devam etmektedir. 2023 yılında 400 milyar dolara yaklaşan ayakkabı pazarının sadece 9 yıl içerisinde neredeyse 1.5 katına çıkacağı öngörülmektedir.

Ayakkabı sektörü, çok farklı özelliklerde malzemelerin kullandığı farklı modellerin ürettiği bir üretim alanıdır. Deri, sentetik malzemeler, kauçuk, tekstil malzemeler en çok kullanılan malzemelerdir. Günümüzde ise bu malzemelerin arasına biyo malzemeler ve geri dönüşüm malzemeleri de eklenmiştir. Bir ayakkabıyı üretirken neredeyse 20 farklı malzeme bir araya getirilmektedir. Ayakkabı üretiminde tekstil ürünleri üst kısım (saya), alt ve iç kısım(astar), bağcık ve iç taban olarak kullanılır. Üretimin kolay olması, sürdürülebilirlik gibi faktörler sebebi ile ayakkabı üretiminde hem saya hem de astar tabakada kumaş yapılarının kullanılmasında tekstil esaslı malzemeler tercih edilmektedir.



Şekil 1. Ayakkabıyı oluşturan malzemeler ve temel bileşenleri

Ayakkabı kumaşlarında pamuk, yün, naylon, polyester, polipropilen, rayon ve elastomer lifleri gibi birçok lif türü kullanılmaktadır. En yaygın kullanılan lifler polyester ve naylondur.



Şekil 2. Askılı yapılar kullanılarak üretilmiş örme ayakkabı tasarımları

Atkı örme teknolojisinde ayakkabılık kumaş yapıları genellikle interlok örgü, çift yüzü kumaş yapıları, askılı ve atlamalı örgüler, ağ yapılar, transferli yapılar olarak, çözgü örme teknolojisinde de sandviç yapılar, ağ yapılar vb. olarak üretilmektedir.

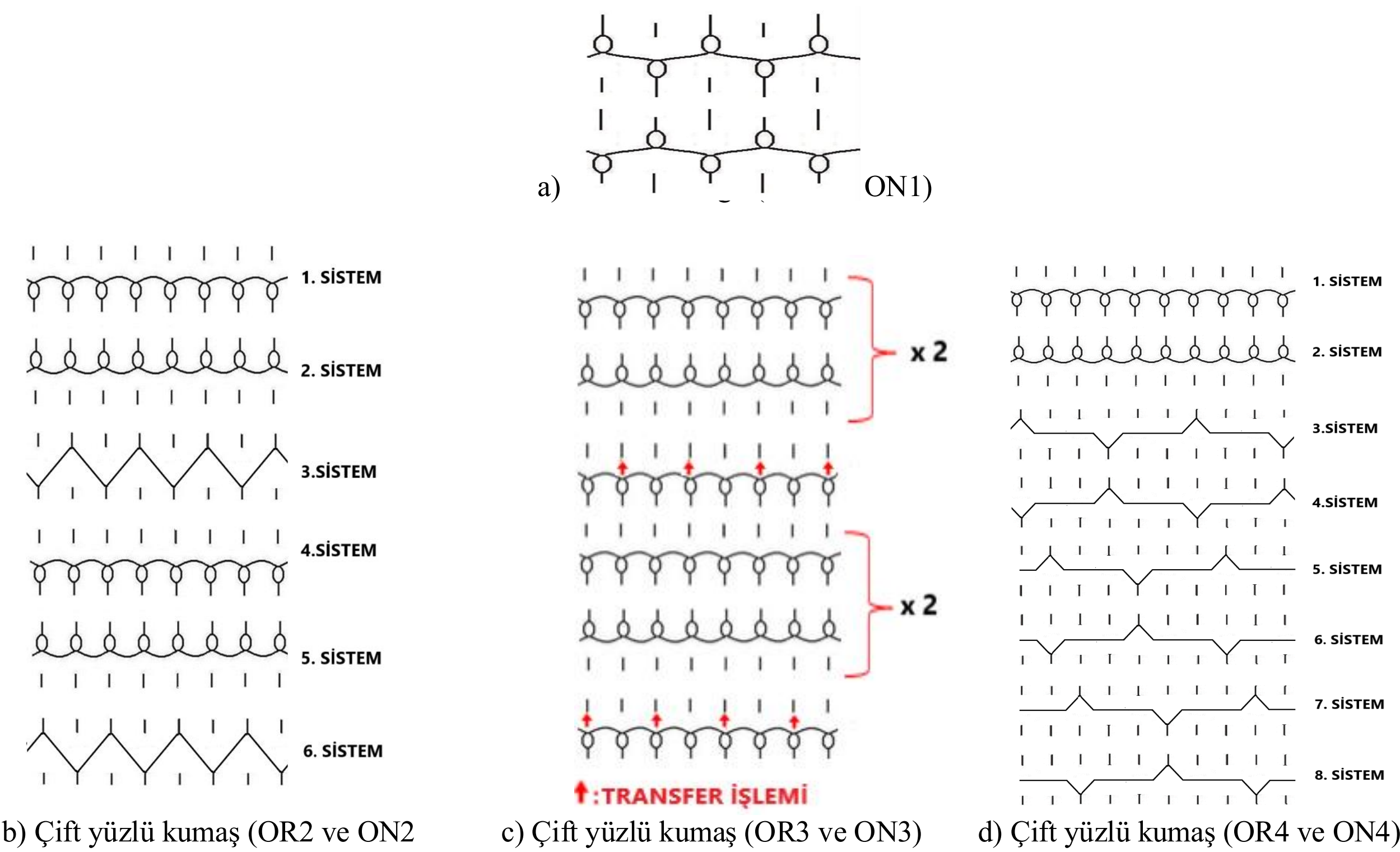
Konfor, dünya genelindeki spor tekstillerinde gerekli olan başlıca unsurlardan biridir. Konfor konusu ayakkabılar için de önemli bir husustur. Ayakkabı içindeki ayagın konforu için kullanılacak liflerin etkin ısı transferine izin vererek termal dengeyi sağlaması, nemi hızlı emip hızlı uzaklaşması, hava geçirgenliği ile nefes alabilir olması, gibi birçok özelliği bir arada bulundurulmalıdır.

İnsan neslinin devamı ve dünyanın yaşanılabilir bir yer olarak kalması için, tüm alanlarda sürdürülebilir teoriler kurgulamak ve faaliyetler yürütmek noktasına gelinmiştir. Ayakkabılarda sürdürülebilirlik açısından atılan ilk adımlar arasında deri kullanımını azaltıp daha çok tekstil malzemeleri tercih edilmeye başlanmıştır. Deri yerine tekstil malzemeleri kullanılması, çevresel açıdan olumlu etkilere sahiptir.

Bu çalışmada ise piyasada mevcut olan ve araştırmalarda konu edilen kumaş yapıları incelenerek sürdürülebilir ayakkabı kumaşı üretmek amacıyla geri dönüşümlü iplikler kullanılarak literatürden farklı kumaş yapıları tasarlanarak, bu kumaş yapılarının ayakkabı kumaşı olarak uygunluğunun araştırılması ve maliyet hesabının yapılması hedeflenmiştir.

MATERYAL VE METOT

Ayakkabılık kumaş üretimi kapsamında 150 dtex %100 polyester ve sürdürülebilirlik açısından 150 dtex %100 geri dönüştürülmüş polyester iplikler kullanılmıştır. Ayakkabılık kumaş yapısı olarak 4 farklı kumaş örneği Beworth HF338S14G marka 14 E, 38 inç tek taşıyıcı üç sistemli ayakkabı saya makinesinde üretilmiştir. Örgü Kodları; OR: Geri Dönüştürülmüş Poliester, ON: Orijinal Poliester olarak ifade edilmiştir.



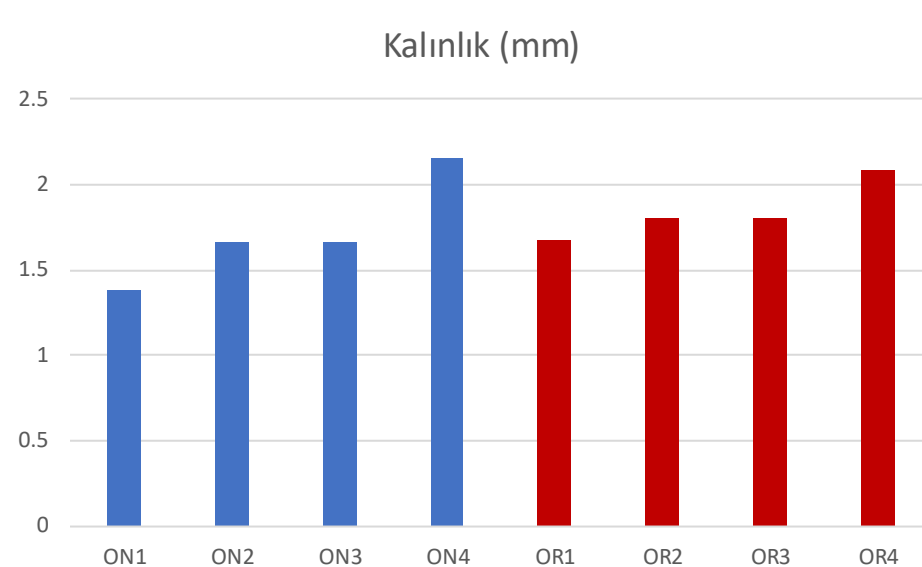
Örgüler üretilirken bir sıra için 4 kat iplik kullanılarak örgü yapıları elde edilmiştir. Çift yüzü kumaşlarda ön ve arka yüz 4 kat iplik ile bağlantı iplikleri ise 2 kat iplik ile örülmüştür.

Örülen örgülerin ilmek iplik uzunlukları, ISO 7211-2 standardına göre sıklık değerleri, TSE 251 standardına göre metrekare ağırlıkları, ASTM D 1777 standardına göre kalınlık değerleri, TS 391 EN ISO 9237 standardına göre hava geçirgenliği ve BS 7209 standardına göre su buharı geçirgenliği özellikleri 20°C ve %65 bağıl nem ortamında incelenmiştir.

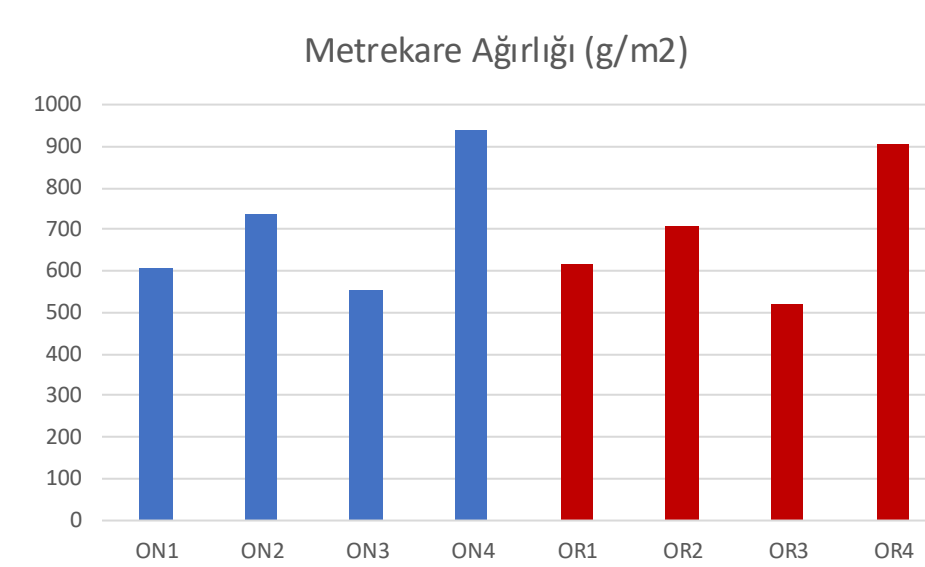
BULGULAR

Tablo 1. Deney sonuçlarının ortalama verileri

	Sıklık (cm/ilemek)		İlmeK İplik Uzunluğu (cm/100 ilmek)		Kalınlık (mm)	Metrekare Ağırlığı (g/m²)	Kumaş Yoğunluğu (kg/m³)	Hava Geçirgenliği (l/m²/s)	Su Buharı Geçirgenliği (g/m²/24 saat)
	Ön	Arka	Ön	Arka					
ON1	9,12	-	5,64	-	51,6	-	-	-	-
ON2	10,32	10,44	5,2	5,2	48	43,48	48,78	1,67	739,38
ON3	4,48	8,76	5	4,96	51,56	-	53,74	1,67	557,3
ON4	10,04	9,92	5,24	5,2	46,16	21,62	47,82	2,16	939,8
OR1	9,08	-	5,96	-	52,1	-	-	1,68	617,82
OR2	9,84	10	5,2	5,2	49,04	41,5	48,14	1,8	707,46
OR3	4,44	8,48	4,96	4,96	53,26	-	55,62	1,81	520,96
OR4	9,44	9,6	5,24	5,28	47,42	19,84	48,42	2,09	904,78



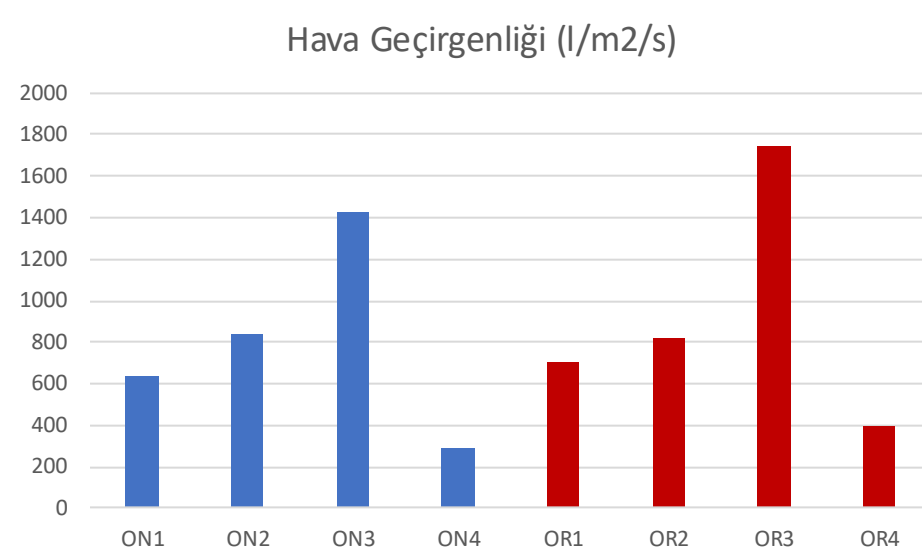
Şekil 4. Kumaşların ortalama kalınlık değeri grafiği



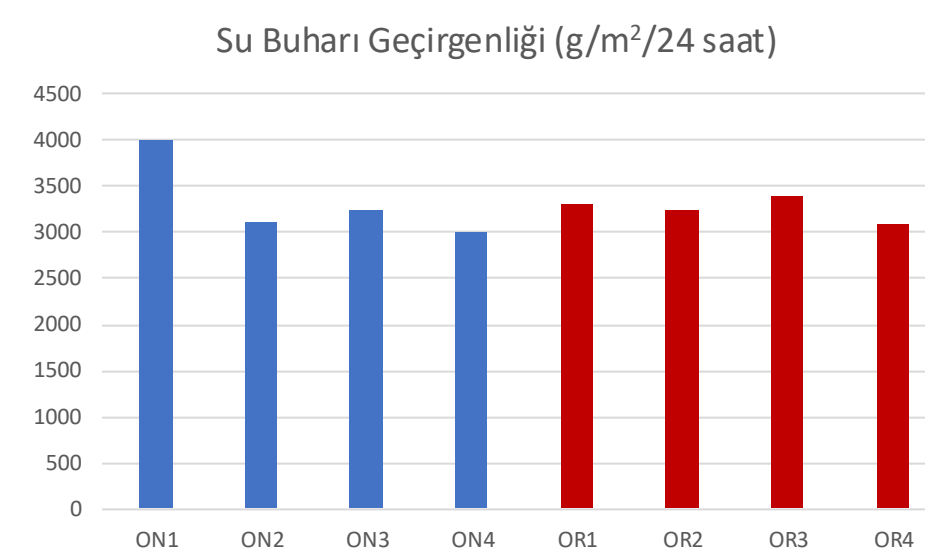
Şekil 5. Kumaşların ortalama metrekare ağırlık değeri grafiği

Kalınlık, metrekare ağırlığı ve yoğunluğu birbirleriyle doğrudan ilişkilidir. Kalınlık değerlerinin 1,38 ile 2,16 mm arasında değiştiği görülmüştür. 4 numaralı kumaş yapısının toplam 8 sistemden oluşması, kumaşın iki yüzünü bağlayan askılı sıraların sayısının fazla olması ve askıların kumaş katmanlarını birbirinden uzaklaştıracak şekilde yapıyı oluşturmaya nedeniyle en yüksek değer bu yapılarda çıkmıştır. 1 numaralı kumaş yapısında bağlantı ipliklerinin bulunmaması nedeniyle kalınlık değerleri en düşük bu yapılarda gözlemlenmiştir.

Metrekare ağırlığı değerlerinin 520,96 ile 939,80 g/m² arasında değiştiği görülmüştür. 4 numaralı kumaşın iki katman arasında toplam 6 sistem askı ilmekleri yer alması ve bu durumun ekstra 6 sistem daha fazla iplik kullanımına yol açması nedeniyle en yüksek değer bu yapıda çıkmıştır. İlmeK iplik uzunluğu ve sıklık değerlerine bakarak en seyreK örülen kumaşın 3 numaralı kumaş olduğu gözlemlenmiştir. Bu durum 3 numaralı kumaş yapısının en düşük metrekare ağırlığı değerine sahip olmasına neden olmuştur.



Şekil 6. Kumaşların ortalama hava geçirgenliği değeri grafiği



Şekil 7. Kumaşların ortalama su buharı geçirgenliği değeri grafiği

Hava geçirgenliği ayakkabı kumaşları için konfor özelliklerini etkileyen en önemli faktörlerden biridir. Havanın kumaştan geçişini etkileyen başlıca faktörler; yoğunluk, kalınlık, metrekare ağırlığı, örgü yapısı ve iplik özellikleridir. Şekil 6'da görüleceği üzere 3 numaralı kumaş yapıları en yüksek hava geçirgenliği değerlerine sahiptir. En düşük değerler ise 4 numaralı kumaş yapılarında gözlenmiştir. Bu durum kumaşın kalınlık ve metrekare ağırlığı üzerinden açıklanabilir. İki özellikte yoğunlukla ilişkilidir. Kumaş yoğunluğu arttıkça yüzey daha sıkı hale gelir ve hava geçirgenliğinin düşmesine neden olur.

Su buharı geçirgenliği ayakkabı kumaşlarının konfor özelliklerini etkileyen en önemli parametrelerden bir diğeridir. Su buharı taşınımı, lifler boyunca ve ipliklerin yapısal düzenlemeleri yani kumaş yapısında bulunan hava boşlukları arasında gerçekleşir. Şekil 7'de gösterildiği üzere 1 numaralı kumaş yapıları en yüksek su buharı geçirgenliği değerlerini göstermiştir. Bunun sebebi interlok kumaşın kalınlığının ve kumaş yapısı içindeki hava boşluğu oranının diğer kumaş yapılarına göre daha düşük olması nedeni ile daha yüksek su buharı geçirgenliği değeri gösterdiği düşünülmektedir. İki katman arası hava boşluğu oranını en yüksek olan 4 numaralı kumaş yapılarında en düşük değerler görülmüştür. Dolayısıyla iki katman arasındaki boşluklarda kumaş nemi hapsederek su buharı transferini kısıtlamaktadır. 2 ve 4 numaralı kumaş yapılarında askı yapısı ile bağlantı yapıldığı için en düşük değerler bu kumaşlarda çıkmıştır. 4 numaralı kumaş yapısının su buharı geçirgenliğinin, 2 numaralı kumaş yapısından daha düşük olmasının sebebinin sistemler arasında askı ilmeği yerleşimin farklı olması ve bir sırayı oluşturan askıların daha fazla sistem sayısında elde edilmesidir. 3 numaralı transferli kumaşın su buharı geçirgenliği 2 sıra askılı çift yüzü kumaşlara göre daha fazla bulunmuştur. Bu kumaş yapısı üretilirken 2 sıra ters ve 2 sıra düz örgü örülüp, belirli iğneler seçilerek ön yataktan arka yatağa ilmekler transfer edilmektedir. Dolayısıyla 2 ve 3 numaralı kumaşlar kalınlık olarak yaklaşık aynı yapıda kumaşlar olup sadece üretim aşamasında askı ve transfer bağlantılarında farklılıkları sebebi ile 3 numaralı kumaş yapılarının daha fazla su buharı geçirgenliği sağladığı gözlemlenmiştir.

TARTIŞMA VE SONUÇ

- Bu çalışmada, ayakkabılarda kullanılmak üzere iki farklı iplik kullanılarak, dört farklı desen tasarımı üretilmiştir. Bu kumaşlar; interlok, çift yüzü (2 farklı askı bağlantılı) ve çift yüzü (transferli) olarak tasarlanmıştır. Her bir yapı kumaş konstrüksiyon ve konfor özellikleri açısından; sıklık, ilmek iplik uzunluğu, kalınlık, metrekare ağırlığı, hava geçirgenliği ve su buharı geçirgenliği testlerine tabi tutulmuştur.
 - Yapılan test sonuçlarına göre interlok örgü yapısı, en yüksek su buharı geçirgenliğini göstermiştir. Bu durum, yapının boşluksuz ve kalınlık değerine bağlı olarak su buharının transferine en çok olanak sağlayan kumaş olmuştur.
 - Kumaş yoğunluğu, hava geçirgenliği parametresine direkt etki eden bir veridir ve aralarında ters orantı vardır. Hava geçirgenliği açısından en yüksek değer kumaş yoğunluğu en düşük olan 3 numaralı kumaş yapısında gözlemlenmiştir.
 - Elde edilen veriler dikkate alındığında 3 numaralı kumaşın iyi hava geçirgenliği ve ortalama üstü su buharı geçirgenliği değerleriyle yazlık ayakkabı üstü kumaşı (saya) olarak kullanılması uygun bulunmuştur. 4 numaralı kumaşın kalın ve ağır olması, hava ve su buharı geçirgenliğinin diğer 3 kumaşa kıyasla düşük olması sebebiyle ayakkabı taban kumaşı olarak kullanılması uygun bulunmuştur. 1 numaralı kumaşın en yüksek su buharı geçirgenliği değerine sahip olması ve kabul edilebilir hava geçirgenliği değeri sayesinde hem astar hem de saya kumaşı olarak kullanılması uygun bulunmuştur.
 - Sürdürülebilirlik açısından yapılan testlerde orijinal polyester ve geri dönüştürülmüş polyester hammaddeleri arasında çok yakın değerler hatta su buharı ve hava geçirgenliği sonuçlarında geri dönüştürülmüş polyesterin daha iyi değerlerde olduğu gözlemlenmiştir.
- Ayrıca çalışma kapsamında üretilen ayakkabılık kumaşların hammaddesi olan geri dönüştürülmüş polyester iplikleri kullanılarak ayakkabı sayısı üretilmiş ve piyasadaki güncel fiyatları dikkate alınarak birim örgü maliyeti yaklaşık 30 TL bulunmuştur. Bu maliyet hesabına işçilik, amortisman, genel giderler, kar vb. maliyet kalemleri dahil edilmemiştir.

TEŞEKKÜR

Hammade temininde ve kumaş numunelerinin üretiminde desteklerini esirgemeyen Polyteks Tekstil Sanayi Araştırma ve Eğitim A.Ş. ve Nit Örme Tekstil San. ve Tic. Ltd. Şti 'ye teşekkür ederim.

KAYNAKÇA

- Abbas, A., Anas, M. S., Ashraf, W., Awais, H., Khan, T., Shabbir, O., & Aloufi, M. (2025). Thermal microclimate investigation of smart knitted shoe soles for pressure sensing applications: a promising methodology for tailorable attributes. *Textile Research Journal*, 95(3-4), 262-276.
- Blaga, M., Ciobanu, A. R., Marmarali, A., Ertekin, G., & Çelik, P. (2015). Investigation Of The Physical And Thermal Comfort Characteristics Of Knitted Fabrics Used For Shoe Linings. *Textile and Apparel*, 25(2), 111-118.
- <https://worldpopulationreview.com/country-rankings/shoe-production-by-country>, Alınlanma tarihi: 09.04.2025
- <https://www.zionmarketresearch.com/news/footwear-market>, Alınlanma tarihi: 09.04.2025