

ASKERİ GİYİMDE KULLANILAN DOKUMA KUMAŞLARIN NEM İLETİMİ ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ

*Esra TAŞTAN ÖZKAN **
*Binnaz MERİÇ KAPLANGİRAY **

Özet: Askeri üniforma olarak kullanılan giysiler sürekli ve uzun süre giyilmeleri ile diğer giysilerden farklılık göstermektedir. Bu tür giysilerin içinde ısı, nem ve hava hareketleri termofizyolojik konforu sağlayan en önemli parametrelerdir. Kullanıcıların konforlu hissedebilmesi için giysilerin vücuttan çıkan su buharının geçişine izin vermesi gerekir. Bu çalışmada kışlık askeri üniforma olarak kullanılan yün/polyester karışımı kumaşların nem iletim özellikleri MMT test cihazıyla incelenmiştir. Bu amaçla farklı yün/polyester karışım oranı ve örgü yapısında olan kumaşların ıslanma zamanı, emilim oranı, yayılma hızı, kümülatif tek yönlü transfer indeksi ve genel nem yönetimi özellikleri incelenmiştir. Ayrıca nem transferi yönünden uygun kumaş yapısı belirlenmeye çalışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Yün/polyester, askeri giysiler, nem konforu

Investigating Moisture Management Properties of Weaving Military Clothes

Abstract: Clothes which are used as military clothes are different from the other clothes, because they are worn continuously and long time. Heat, humidity and air movements are very important for these clothes because these parameters effect the thermophysiological comfort properties of clothes. These clothes must allow the passage of water vapour from the body of the garment to feel comfortable to wearer. In this study, moisture management properties of different blends of wool/polyester fabrics which are used in winter military clothes were examined with MMT test device. For this aim, wetting time, absorption rate, spreading speed, accumulative one way transfer index and overall moisture management capacity of fabrics, which have different wool/polyester blend ratio and weave pattern, were investigated. Also fabric pattern which are more appropriate for moisture transfer, were determined.

Keywords: Wool/Polyester, Military Cloths, Moisture Management

1. BÖLÜM 1

İnsanların günlük yaşamında önemli bir yer teşkil eden giysiler tarih boyunca iklim şartlarına karşı koruyucu bir rol üstlenmiştir. Günümüzde ise giysilerden beklentiler yapı ve model özelliklerinden çok, giysilerin fonksiyonel özellikleri üzerine yoğunlaşmıştır. Bugün giysilerden beklenen en önemli özelliklerden biri konfordur. Bu nedenle özellikle askeri giyimde akıllı giysiler ve farklı çevre şartlarında konfor sağlayan giysiler ön plandadır. Bunun sonucu olarak da farklı iklim şartlarında koruma sağlayan, ısı ve nem iletim özellikleri yüksek özel giysilerin üretilmesine sebep olmuştur. Yüksek kalitedeki bu giysilerin termal izolasyon, su buharı

* Uludağ Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Tekstil Mühendisliği Bölümü, Görükle, 16059 Bursa.
İletişim Yazarı: E.T. Özkan (esratastan@uludag.edu.tr)

geçirgenliği, hava geçirgenliği, su itici, neme dayanıklı ve UV ışınlarına karşı koruma özellikleri iyidir.

Kullanıcının konforunu sağlamak ve deri nemlilik hissini önlemek için ter vücut yüzeyinden sıvı ve buhar formunda hızlı bir şekilde uzaklaştırılmalıdır. Nemin buhar ve sıvı formunda vücuttan uzaklaştırılması nem yönetimi olarak tanımlanır. Kumaş içinde sıvının hareketi ıslanabilirlik ve kılcallık denilen iki terimle açıklanabilir. Islanma katı hava ara yüzeyinin, katı sıvı ara yüzeyiyle değişimi olarak tanımlanır. Kılcal ıslanma gözenekli tekstil yüzeyinde kapılar kuvvetler etkisiyle sıvının kendiliğinden akışı olarak tanımlanır(Çil ve ark. 2009).

Tekstil malzemesi tarafından emilen su tekstil yapısı içerisinde difüzyonla transfer edilir. En son olarak da transfer edilen su diğer tekstil yüzeyinden dış ortama atılır. Bu mekanizma kullanılan lif tipine ve tekstil yapısına bağlıdır. Emilim yeteneğine sahip elyaflar yani doğal lifler ve rejener liflerde su, higroskopik lifler tarafından emilerek lifleri şişirir ve tekstil yapısının dış yüzeyinden buharlaşır. Sentetik liflerden yapılan kumaşlarda su, lif ve iplik arasındaki kapılar boşluklar sayesinde dış yüzeye atılır.

Yün, lifler arasında en fazla nem emilimi sağlayanıdır. Emilen nem miktarı atmosferdeki rutubet ve sıcaklığın yanı sıra lifteki yağ miktarına ve lifin geçirdiği işlemlere bağlıdır. Yün lifinin standart atmosfer şartlarında nem çekme değeri %16-18 arasındadır. Yün lifinin bu yüksek nem çekme değeri özellikle giysi olarak kullanımında sağlık açısından büyük öneme sahiptir (Dayıoğlu ve Karakaş 2007). Yün lifi nemli ve rutubetli hissettirmeden ağırlığının %30 'una kadar nem emilimi yapabilir (Morton 1993).

Yün karışımli kumaşların nem transfer özellikleri çeşitli araştırmacılar tarafından incelenmiştir. Zhou ve diğ. (2007) Yün/Polyester, Coolmax ve Yün/Pamuk karışımli örme kumaşların nem konforu özelliklerini inceledikleri çalışmada yün lifi polyesterle birlikte kullanıldığında kapılar boşluklar nedeniyle nem transferi özelliklerinin iyileşme gösterdiği belirtilmiştir.

Fanguerio ve diğ. (2009) Yün, Coolmax ve Finecool gibi lifler ve bunların yünle karışımlarından üretilen örme kumaşların dikey ve yatay yönde kılcallık ve kuruma hızlarını inceledikleri çalışmalarında yün temelli kumaşların diğerlerine göre düşük nem emilim özelliği gösterdiğini fakat kuruma hızlarının daha yüksek olduğunu görmüşlerdir.

Jiao ve ark. (2009), hidrofilik işlem gören polyester ve hidrofob polyester kumaşlardan yapılmış giysilerle 10 kişilik bir grup üzerinde giyim denemeleri gerçekleştirmişlerdir. Subjektif termal-ıslaklık konforu ve mekanik konfor değerlendirme sonuçları ile objektif kılcallık ve nem iletim özellikleri arasındaki ilişkiler incelendiğinde, hidrofilik işlem gören polyester kumaşların kılcal ıslanma ve sıvı nem iletim özelliklerinin nefes alabilirlik algıları üzerinde etkili olduğunu görmüşlerdir.

Bilgi ve Kalaoğlu (2010), özel apre tekniklerinin askeri kumaşların performans ve konforu üzerine yaptıkları çalışmada %100 özel apreli pamuk ve %100 pamuk RL süprem numuneleri ile %50 pamuk %50 poliamid ve %85 pamuk ve %15 polyester kumaş numuneleri kullanmışlardır. Sonuç olarak özel apreli dokuma kumaşın çabuk kuruduğu ve seçilen kumaşın doku yapısı ve malzeme özelliği olarak pamuk ağırlıklı olmasının konfor etkisini arttırdığını görmüşlerdir.

Yüksel ve Okur (2011), farklı materyallere ve fiziksel özelliklere sahip dokuma ve örme kumaşlar kullandıkları çalışmalarında, kumaşların kişilerde oluşturduğu sıcaklık ve ıslaklık algılarının belirlenebilmesi amacı ile subjektif önkol testi ve sıvı nem iletim özelliklerini belirleyen MMT' de kumaşların birçok farklı indeksinin ölçümü gerçekleştirilmiştir. MMT ve önkol testi sonucunda elde edilen subjektif ıslaklık değerlendirmeleri arasında anlamlı ilişkiler olduğunu görmüşlerdir.

Troynikov ve Wardiningsih (2011), spor giyimde iç giysi olarak kullanılan yün kumaşlarla, yün polyester karışımli kumaşları karşılaştırmışlardır. Sonuç olarak yünle birlikte polyester kullanımının MMT test cihazında ölçülen üst yüzey özelliklerinde iyileşmeye sebep olduğunu gözlemlemişlerdir.

Bu çalışmada Türk Silahlı Kuvvetlerinde askeri üniforma olarak kullanılan kumaşların ıslanma zamanı, emilim oranı, yayılma hızı, kümülatif tek yönlü transfer indeksi ve genel nem yönetimi özellikleri incelenerek nem transferi yönünden uygun kumaş yapısı belirlenmeye çalışılmıştır.

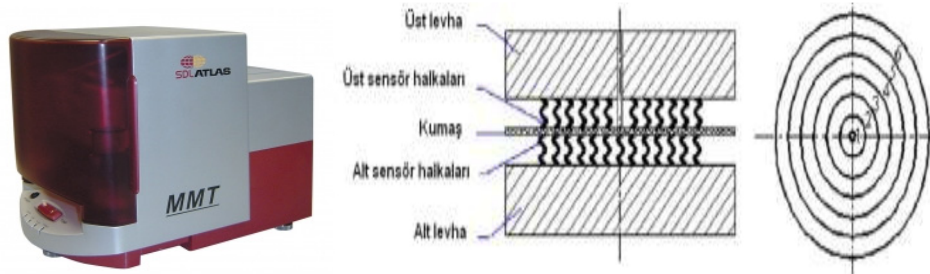
2. MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışmada kullanılan askeri üniformalık kumaşların özellikleri Tablo 1’de verilmiştir. Bu kumaşlar askeri giyimde kullanıldıkları ve teknik şartnameleri sağlamaları gerektiğinden terbiye işlemi olarak dış yüzeyine aynı su itici bitim işlemi uygulanmıştır ve bütün kumaşların su iticilik değerlerinin test sonuçları aynıdır.

Tablo 1. Üniformalık kumaşların yapısal parametreleri

Kumaş Kodu	Hammadde	Yün Elyaf Çapı (Mikron)	İplik Numaraları (Nm)	Örgü	Gramaj (g/m ²)	Kalınlık (mm)	Çözümlü sıklığı (tel/cm)	Atkı sıklığı (tel/cm)
1	%44 Yün, %54 Polyester, %2 Elastan	20,5	80/2	Dimi 2/1(Z)	210	0,4	36	33
2	%45 Yün , %55 Polyester	21	56/2	Dimi 2/1(Z)	210	0,4	32	26
3	%45 Yün , %55 Polyester	20,5	70/2	Dimi 2/2(Z)	210	0,42	34	34
4	%60 Yün , %40 Polyester	20,5	70/2	Dimi 2/2(Z)	210	0,36	35	36
5	%59 Yün %39 Polyester, %2 Elastan	20,5	70/2	Dimi 2/2(Z)	210	0,37	36	27

Numunelerin nem iletim özelliklerinin belirlenmesinde SDL ATLAS marka Nem Yönetim Cihazı (MMT) kullanılmıştır. Nem yönetimi test cihazı (MMT), dokuma ve örme kumaş yapıları gibi tekstil ürünlerinin sıvı nem yönetimi özelliklerini dinamik olarak ölçen test cihazıdır. Şekil 1’de gösterildiği gibi ortak merkezli alt ve üst ölçüm sensörleri arasına yerleştirilen kumaşın nem yönetimi özelliği test edilir. MMT cihazı deriden giysinin dış yüzeyine çoklu yönde nem iletim özelliklerini ölçmek ve kaydetmek için dizayn edilmiştir.



Şekil 1:

MMT test cihazı ön görüntüsü ve Cihaz sensör yapısı (MMT Test Cihazı Kullanım Kılavuzu)

Cihazda üst yüzey, giysi giyildiğinde insan vücudunun derisine yakın olan kısmı; alt yüzey ise dış çevreye yakın olan kısmı simüle etmektedir. MMT cihazında kumaşların ıslanma süresi (üst-alt), emilim oranı (üst-alt), maksimum ıslak daire yarıçapı (üst-alt), ıslanma hızı (üst-alt), kümülatif tek yönlü taşıma indeksi ve genel sıvı yönetim performansı ölçülmektedir.

1. Islanma Süresi: WT_T (üst yüzey) ve WT_B (alt yüzey) kumaşın alt ve üst yüzeylerinin test başladıktan sonra sırayla ıslanmaya başlama süreleridir ve saniye cinsinden tanımlanır.
2. Emilim oranı: TAR (üst yüzey) ve BAR (alt yüzey) olarak ifade edilir. TAR ve BAR sırayla kumaşın üst ve alt yüzeylerinin sıvının pompalanma süresi içinde % olarak ortalama emilim kabiliyetidir.
3. Maksimum Islak Daire Çapı: $MWR_{üst}$ ve MWR_{alt} (mm cinsinden), kumaşın üst ve alt yüzeyinde oluşan ıslanmanın çapını ifade eder.
4. Islanma Hızı : (TSS ve BSS) Yayılma hızı merkezden maksimum çapa sahip ıslanma halkasına kümülatif yayılma hızı (mm/sn) olarak tanımlanır. Halkanın ($i= 1,2,3,4,5,6$) t_i süresinde ıslandığını varsayılırsa $i-1$ halkasından i . halkasına sıvı nem yayılma hızı (S_i) Eşitlik 1'deki gibi hesaplanır:

$$S_i = \frac{\Delta R_i}{\Delta t_i} = \frac{R}{t_i - t_{i-1}} \quad (1)$$

Burada R sayısı halkanın çevresidir. Daha sonra kümülatif yayılma hızı (SS) Eşitlik 2'deki gibi hesaplanır:

$$SS = \sum_{i=1}^N S_i = \sum_{i=1}^N \frac{R}{t_i - t_{i-1}} \quad (2)$$

Burada N sayısı maksimum ıslak halka sayısıdır.

5. Kümülatif tek yönlü taşıma indeksi (OWTC): Kumaşın iki yüzünde oluşan üst ve alt maksimum ıslak çap alanlarının farkının, test süresine bölünmesiyle hesaplanır. R sayısı kumaşın iki yüzü arasındaki kümülatif nem miktarı farkıdır. Eşitlik 3' teki gibi hesaplanır:

$$R = (Alan(U_{alt}) - Alan(U_{üst}))/Toplam Test Süresi \quad (3)$$

6. Toplam Nem Yönetim Kapasitesi: OMMC sıvı nemin kumaştaki toplam aktarım kapasitesini tayin eden bir endekstir. Bir kumaşın OMMC değerinin belirlenmesinde aşağıda belirtilen değerler göz önüne alınır.

- Alt kısımdaki nem emilim oranı: BAR
- Tek yönlü sıvı aktarım kapasitesi: R
- Alt kısımdaki nem kuruma hızı, kümülatif yayılma hızıyla gösterilir: BSS

Toplam Nem Yönetimi Kapasitesi Eşitlik 4 'teki gibi hesaplanır:

$$OMMC = C1 * BAR + C2 * R + C3 * SS_b \quad (4)$$

Burada alt yüzey emilim oranını (BAR), tek yönlü sıvı aktarım kapasitesi (R) ve alt yüzey yayılma hızını (SS_b) gösterirler. Ayrıca sabit katsayıların değerleri $C1= 0.25$, $C2= 0.5$ ve $C3 = 0.25$ 'tir.

Tablo 2. MMT test sonuçları değerlendirme skalası (SDL Atlas Nem Yönetim Cihazı test kataloğu)

İndeksler		Derece				
		1	2	3	4	5
Islanma süresi (sn)	üst	≥120	20-119	5-19	3-5	<3
		ıslanma yok	yavaş	orta	hızlı	çok hızlı
	alt	≥120	20-119	5-19	3-5	<3
		ıslanma yok	yavaş	orta	hızlı	çok hızlı
Emilim oranı (%/sn)	üst	0-9	10-29	30-49	50-100	>100
		çok yavaş	yavaş	orta	hızlı	çok hızlı
	alt	0-9	10-29	30-49	50-100	>100
		çok yavaş	yavaş	orta	hızlı	çok hızlı
Maksimum ıslak daire yarıçapı (mm)	üst	0-7	8-12	13-17	18-22	>22
		ıslanma yok	küçük	orta	hızlı	çok hızlı
	alt	0-7	8-12	13-17	18-22	>22
		ıslanma yok	küçük	orta	hızlı	çok hızlı
Islanma hızı (mm/sn)	üst	0,0-0,9	1,0-1,9	2,0-2,9	3,0-4,0	>4,0
		çok yavaş	yavaş	orta	hızlı	çok hızlı
	alt	0,0-0,9	1,0-1,9	2,0-2,9	3,0-4,0	>4,0
		çok yavaş	yavaş	orta	hızlı	çok hızlı
Kümülatif tek yönlü taşıma endeksi (%)	<-50	-50-99	100-199	200-400	>400	
	çok kötü	kötü	iyi	çok iyi	mükemmel	
Sıvı yönetim performansı	0,0-0,19	0,2-0,39	0,4-0,59	0,6-0,8	>0,8	
	çok kötü	kötü	iyi	çok iyi	mükemmel	

3. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

Kumaşların MMT cihazında ölçülen değerlerinin sonuçları Tablo 3 'te verilmiştir.

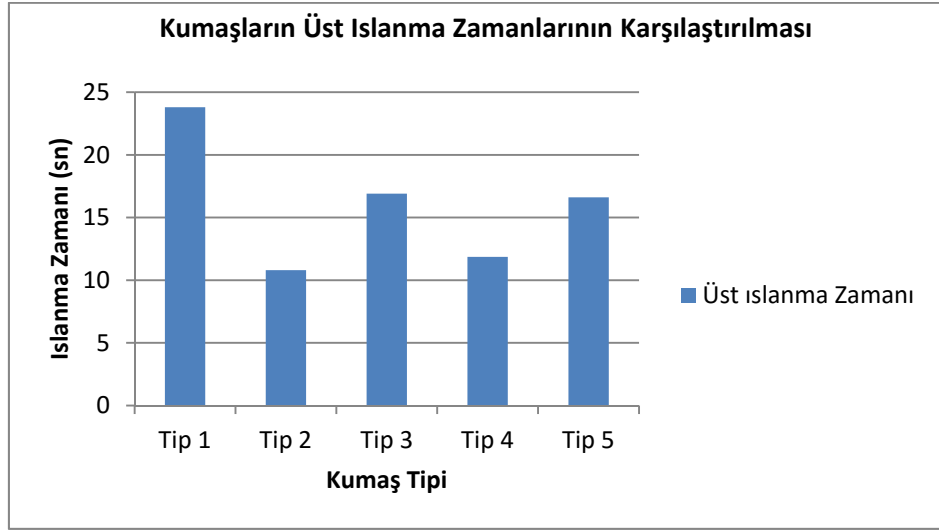
Tablo 3. Kumaş numunelerinin MMT test cihazı sonuçları

Kumaş Tipi	WT(t) (sn)	WT(b) (sn)	TAR (%/sn)	BAR (%/sn)	MWR(t) (mm)	MWR(b) (mm)	S.S(t) (mm/sn)	S.S(b) (mm/sn)	OWTC (%)	OMMC
1	23,8	4,7	17,6	6,1	1,66	13,33	0,13	3,07	334,4	0,56
2	10,8	112,7	284,8	0,96	5	5	0,45	0,61	119,03	0,17
3	16,9	2,6	291,9	3,32	5	15	0,3	3,98	391,5	0,55
4	11,86	17,7	275,6	40,4	5	6,6	0,41	1,24	392,8	0,59
5	16,61	13,88	260,9	6,21	3,33	10	0,21	1,96	495,9	0,62

3.1. Islanma Zamanı

Islanma, katı yüzey üzerinde termodinamik etkileşimlerle bir sıvının migrasyonu olarak tanımlanmış dinamik bir prosestir ve lif, iplik veya kumaşın sıvıyla temasının başladığı andaki davranışı açıklamak için kullanılır (Kıssa 1996, Wong ve ark. 2001). Kumaş gibi lifli yüzeylerin ıslanmasında yayılma, emilme, adhezyon gibi çeşitli ıslanma mekanizmaları görülür. Islanma mekanizmalarıyla kumaş yapısına katılan sıvı, kapılar kanallar içinden ilerleyerek dağılır.

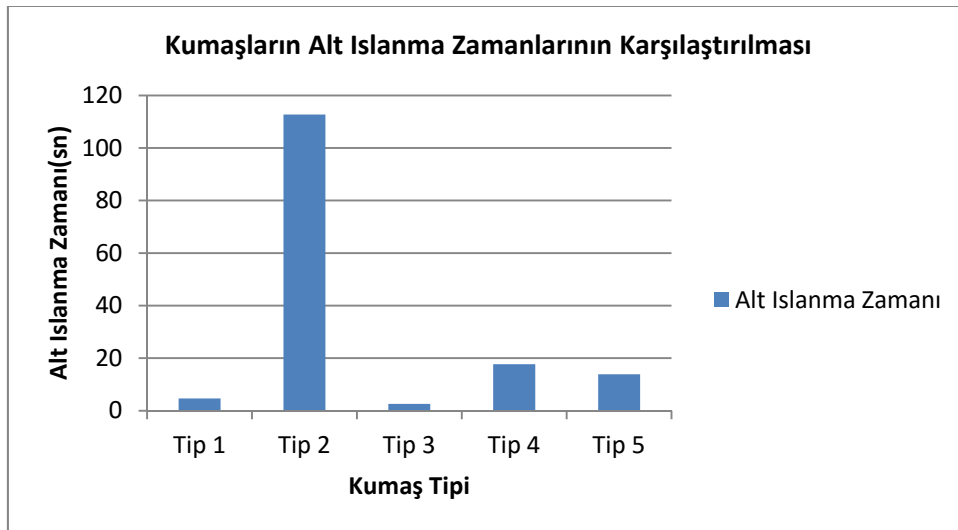
MMT cihazında ölçülen ıslanma süresi, malzemenin sıvı tarafından ne kadar hızlı veya yavaş ıslatıldığını ifade eder. Islanma süresi ne kadar kısa olursa sıvı, malzeme tarafından daha kolay ve hızlı emilmektedir. Şekil 2'de kumaşların üst ıslanma süreleri verilmiştir.



Şekil 2:
Numunelerin üst ıslanma süreleri (sn)

Şekil 2’ de görüleceği üzere kumaşlarımız arasında en yüksek üst ıslanma değerine sahip kumaşımız Tip 1’dir. Bu kumaş tipinde ter çözeltisi diğer kumaşlardan daha yavaş ve daha uzun sürede yüzey tarafından emilmiştir. Tip 2 kumaşımızda ise en düşük üst ıslanma süresi elde edilmiştir. Bu iki kumaş yapısı birbiriyle karşılaştırıldığında iplik numarası ve sıklıkların farklı olduğu görülmektedir. Daha ince ipliklerin kullanıldığı, daha sık yapıda olan ve elastan içeren Tip 1 kumaşında ıslanma süresi daha uzun olarak bulunmuştur.

Gorjanc ve arkadaşlarının (2012) dokuma kumaşlar üzerine yaptığı çalışmada, atkı yönünde elastan ilavesinin sıklık değerlerini azalttığını ve buna bağlı olarak su buharı geçirgenlik değerlerinin, elastan içermeyen pamuk kumaşlara göre % 20 oranında daha az olduğu ifade edilmiştir. Aynı şekilde Marmaralı ve arkadaşlarının (2007) pamuklu örme kumaşlarda yaptığı çalışmada, elastan ilavesinin pamuklu örme kumaşların su buharı geçirgenliğinde azalmaya neden olduğu belirtilmiştir. Dış ortama yakın olan yüzeyin temsil edildiği alt yüzeyde ıslanma süreleri Şekil 3’ te verilmiştir.



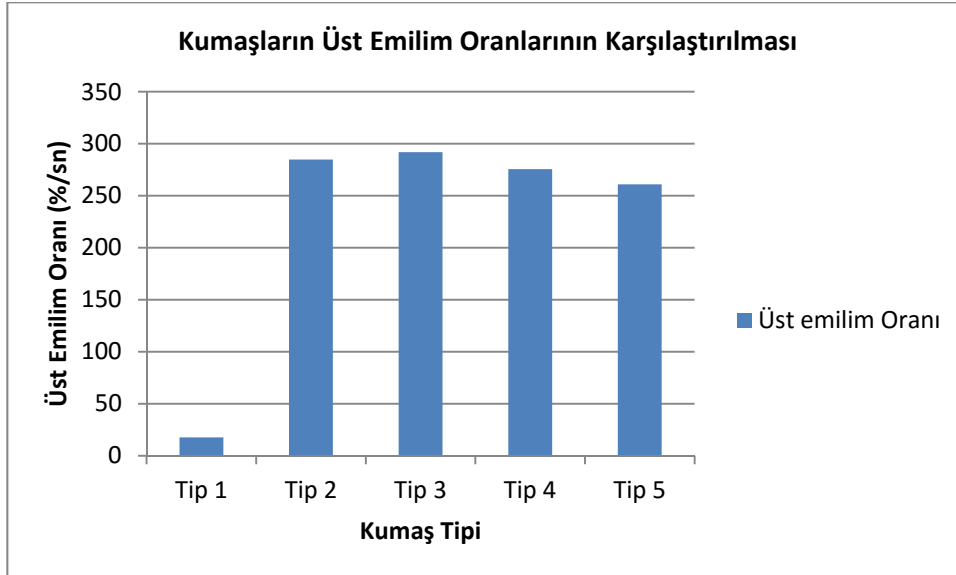
Şekil 3:
Numunelerin alt ıslanma süreleri (sn)

Kumaşların alt ıslanma zamanlarını karşılaştırıldığında en yüksek alt ıslanma zamanı; en düşük üst ıslanma değerini veren Tip 2 kumaşında görülmüştür. Bunun nedeni kumaş konstrüksiyonu ve üzerine uygulanan su itici bitim işlemi olabilir. Ayrıca bir kumaş içindeki iplikler ve lifler arasındaki hava boşluklarına nem difüzyonu hızlı bir proses olduğu halde, lif içine nem difüzyonu ısı transferi prosesi içerir, daha yavaştır ve lifin nem emilim kapasitesine bağlıdır. MMT test cihazında üst yüzeye damlatılan test sıvısı üst yüzey tarafından emilim olmaksızın hızlı bir şekilde hava boşluklarına difüze olur ve alt tabakada birikir (Troynikov ve Wardiningsih 2011) . Kumaşın hava bulunan kısmından geçen su buharı miktarı anlaktır. Oysaki su buharının kumaşın lif bulunan kısmından geçişi ise sınırlıdır. Su buharının havadan geçiş difüzyon katsayısı yaklaşık $0,239\text{cm}^2\text{s}^{-1}$ değerindedir (Das ve ark. 2007). Su buharının kumaşın lif bulunan kısmından geçtiği difüzyon katsayısı ise 10^{-7} - 10^{-9} arasındadır (Yoon ve Buckley 1984). Verilen difüzyon katsayılarına göre, su buharının kumaşın lif bulunan kısmından geçtiği difüzyon katsayısı hava geçiş katsayısından oldukça düşük olduğu için, kumaşın içinde bulunan hava miktarındaki artış su buharının difüzyon yolu ile geçişini artırmaktadır.

Yün/Polyester karışım oranlarının birbirine yakın, gramaj ve lif çaplarının aynı olduğu Tip 1, Tip 3 ve Tip 4 kumaşları karşılaştırıldığında Tip 3 te daha düşük alt ıslanma zamanı görülmüştür. Tip 3'ün kumaş yapısında Tip 1'e göre iplik numarasının daha kalın olması, Tip 4'e göre yün içeriğinin daha fazla olması alt ıslanma zamanını düşürmektedir. İplik numaraları, lif çapları ve örgüleri aynı olan Tip 3, Tip 4 ve Tip 5 kendi içinde karşılaştırıldığında ise Tip 5 kumaşında daha fazla alt ıslanma zamanı görülmüştür. Bu kumaş yapısı diğerlerinden farklı olarak elastan içermektedir ve bu da ıslanma zamanını artırmaktadır.

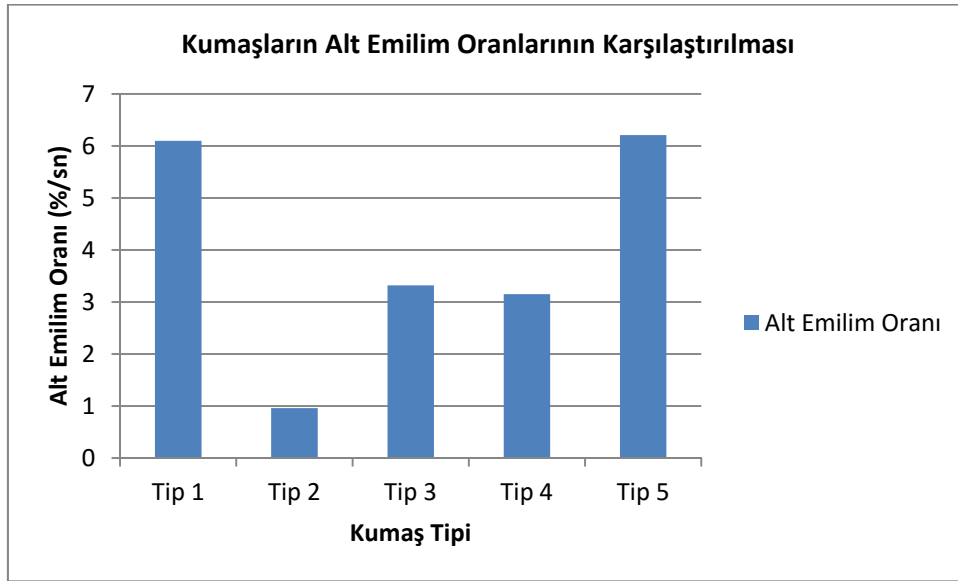
3.2. Emilim Oranı

Emilim oranı: kumaşın alt ve üst yüzelerinin sıvının pompalanma süresi içinde ortalama emiş kabiliyetidir. Şekil 4' te üst emilim oranları, Şekil 5' te ise alt emilim oranları gösterilmiştir.



Şekil 4:
Numunelerin üst emilim oranları (%/sn)

Şekil 4' te görüleceği üzere kumaşlarımız arasında en hızlı üst emilim değerine sahip kumaşımız Tip 3' tür. Kumaşların emilim oranlarının yüksek olması yüzeyin damlatılan sıvıyı absorbe etme yeteneğinin fazla olması demektir. Burada en düşük emilim oranı en ince iplik numarasına sahip elastan içeren Tip1 kumaş yapısında görülmüştür. Aynı lif çapı ve iplik numarasına sahip Tip 3, Tip 4 ve Tip 5 kumaş yapıları karşılaştırıldığında en düşük değer elastan iplik içeren Tip 5 kumaş yapısında görülmüştür. Sonuç olarak atkı ipliğinde elastan iplik kullanımının kumaşların üst emilim oranlarında düşmeye sebep olduğunu söyleyebiliriz. Literatürde farklı liflerin nem alma özellikleri üzerine yapılan çalışmalarda, liflerin hidrofil/hidrofob özelliklerinin nemi alımında büyük etkisi olduğu ifade edilmektedir. Das ve arkadaşlarının (2007) yaptığı çalışmada pamuk, viskoz, yün gibi hidrofil/higroskopik liflerin nemi içine çektiği, buna karşın polyester, polipropilen gibi hidrofob liflerin ise nemi içine çekemediği, ayrıca suyu içine çeken ve yüksek nem içeriğine sahip higroskopik liflerin su buharını daha çok geçirdiği ifade edilmektedir. Higroskopik kumaş su buharını terli derinin yakınındaki nemli havadan içine çekmekte ve kuru havada serbest bırakmaktadır. Nem çekmeyen kumaşa göre, higroskopik kumaşın deriden çevreye olan su buharı akışını nispeten artırdığı ve bu şekilde deri ve kumaş arasındaki mikroklima bölgesinde nem oluşumunu azalttığı belirtilmektedir. Ayrıca Varshney ve arkadaşlarının (2010) yaptığı çalışmada da polyester oranı arttıkça, liflerin nem içeriğinin azaldığı ve bu durumun difüzyon yolu ve absorpsiyon ve geri verme işlemi ile su buhar iletiminin azaldığı belirtilmiştir.



Şekil 5:
Numunelerin alt emilim oranları (%/sn)

Eşitlik 4' te ifade edildiği gibi kumaşların genel nem yönetimi değerinin hesaplanmasında alt emilim oranı, kümülatif tek yönlü taşıma indeksi ve alt yayılım hızı değerlerinden faydalanılır. Bu nedenle kumaşların alt emilim oranlarının yüksek olması genel nem yönetimi özelliklerini üst emilim oranından daha fazla etkiler. En yüksek alt emilim oranları elastan iplik kullanılan Tip 1 ve Tip 5 kumaş yapılarında görülmüştür. Burada Tip 1 ve Tip 5 kumaşlarının elastan iplik içermelerine rağmen alt emilim oranlarının yüksek olması dikkat çekicidir. Bunun nedeni Tip1 kumaşının alt; yani havayla temas eden yüzeyinde çözgü sıklığının daha fazla ve örgüsünün 2/1 Z olmasından dolayı bu yüzeyde çözgü yoğunluğunun daha fazla olmasıdır. Ayrıca Tip 1' de test sıvısı üst yüzey tarafından emilim olmaksızın hızlı bir şekilde hava boşluklarına difüze olmuş ve alt tabakada daha fazla birikmiştir. Atkıda elastan iplik kullanılsa dahi ölçülen yüzeyde çözgü

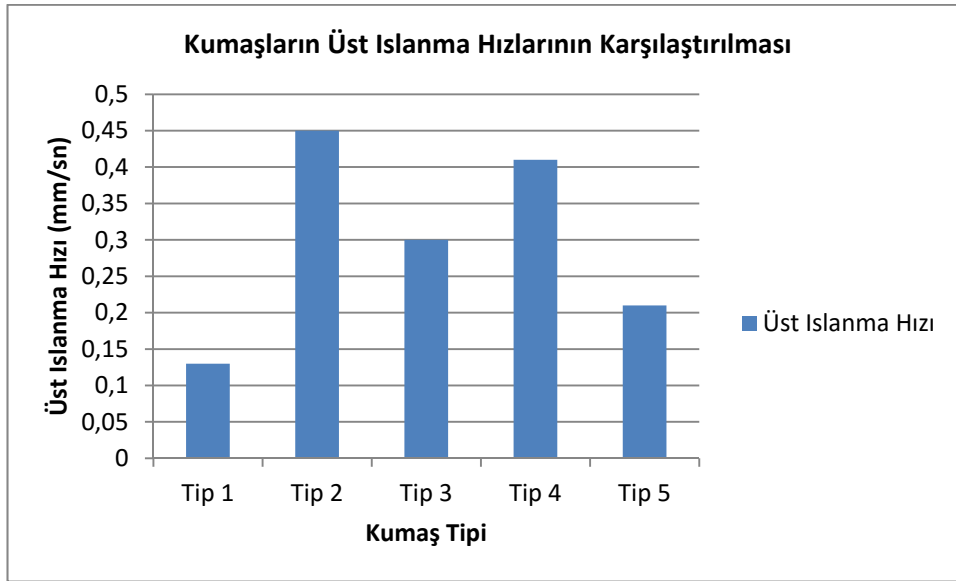
ipliği hakim olduğundan emilim oranı yüksek çıkmıştır. Örgüsü 2/2 Z olan Tip 5 'te ise çözgü sıklığı atkı sıklığından çok daha fazla ve havayla temas eden yüzeyde çözgü baskın olduğundan dolayı alt emilim oranı yüksek çıkmıştır.

En düşük alt emilim oranı en yüksek alt ıslanma zamanına sahip olan Tip 2 kumaş yapısında görülmüştür. Bunun nedeni kumaş yüzeyi tarafından suyun diğer kumaşlara göre daha yavaş ve daha az emilim yapmasındandır. Bu kumaş en kalın iplik numarası ve en düşük sıklıklara sahip olan kumaş olduğundan iplik numarası kalınlaştıkça ve sıklıklar düştükçe kumaşların alt emilim oranının da düştüğü söylenebilir.

İplik numarası ince olan yün kumaşlar az, kalın iplik numaralı yün kumaşlar çok nem çeker fakat burada önemli olan nokta yün lifinin iplik karışımı içerisindeki yüzde oranıdır. En düşük üst emilim oranı %44 Yün , %54 Polyester ve %2 Elastan kullanılan Tip 1 kumaş yapısında görülmüştür. En düşük alt emilim oranı %45 polyester %55 içeren Tip 2 kumaş yapısında görülmüştür. En yüksek alt ve üst emilim oranları iplik içerisinde yün miktarının arttığı durumlarda görülmüştür.

3.3. Islanma Hızı

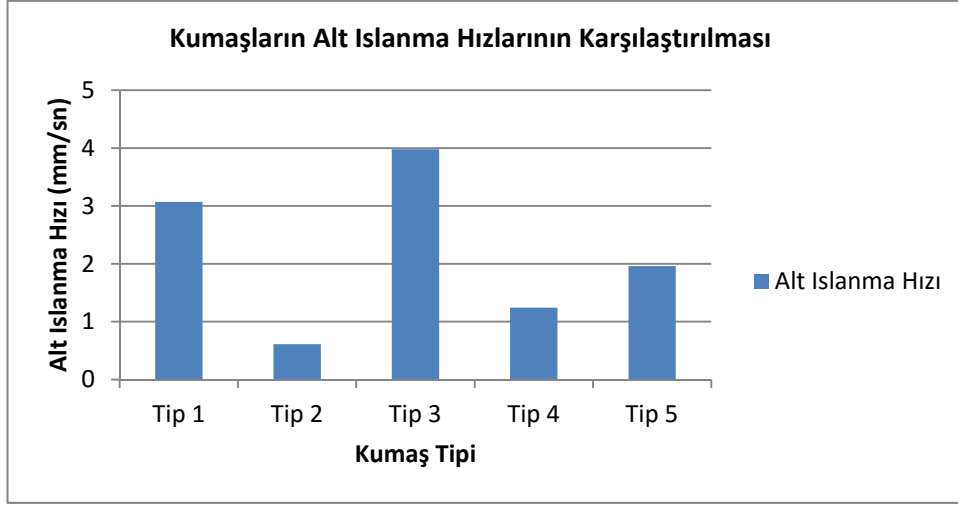
Islanma hızı; merkezden maksimum ıslanma halkasına kümülatif yayılma hızı olarak tanımlanır. Şekil 6' da üst ıslanma hızları, Şekil 7' de ise alt ıslanma hızları verilmiştir.



Şekil 6:
Numunelerin Üst Islanma Hızları (mm/sn)

En düşük üst ıslanma hızı en ince iplik numarasına sahip olan Tip 1 kumaş yapısında görülmüştür. Burada dikkat çeken nokta Tip 1'in iplik numarasının ince ve sıklıklarının yüksek olmasıdır. Şekil 6' da görüldüğü üzere kumaşlar arasında en hızlı üst ıslanma değerine sahip kumaş Tip 2' dir. Bu kumaş iplik numarası en kalın ve sıklıkları en düşük olan kumaştır. Bu nedenle iplik numarası kalınlaştıkça ve sıklıklar düştükçe lif içeriğine bağlı olarak üst ıslanma hızının arttığını söyleyebiliriz.

Tip 3, Tip 4 ve Tip 5 kumaşları karşılaştırılacak olursak, en yüksek yayılma hızı değerleri Tip 4 kumaş yapısında görülmüştür. Bu kumaşların iplik numaraları, lif çapları ve örgüleri aynı olduğundan Tip 4 'ün yayılma hızının daha fazla olmasının nedeni Tip 3'le karşılaştırıldığında yün lif oranının fazla olması, Tip 5 'le karşılaştırıldığında ise atkı ipliğinde elastan içermemesindedir.

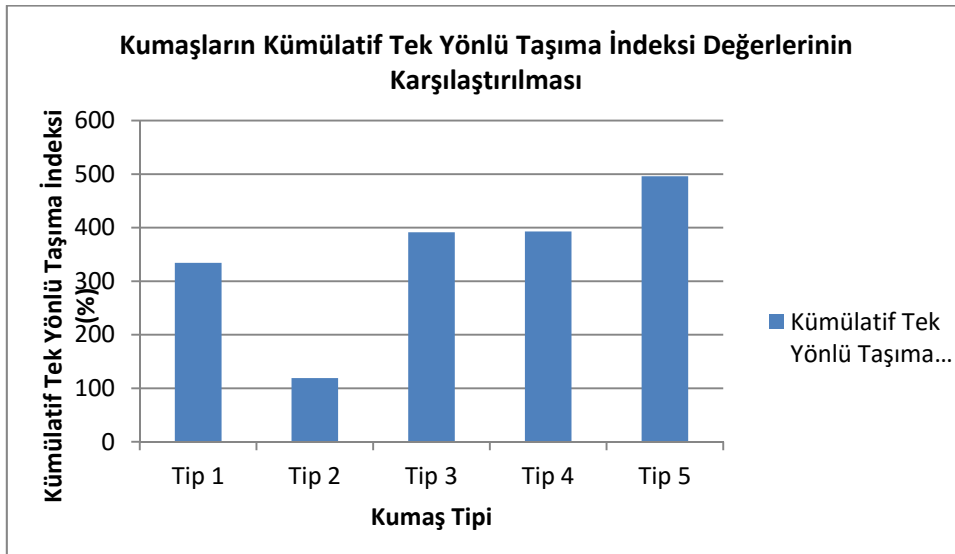


Şekil 7:
Numunelerin Alt Islanma hızları (mm/sn)

Kumaşların alt ıslanma hızı değerleri, genel nem yönetimi özelliklerini arttıracığından önemli bir parametredir. Şekil 7’ de görüleceği üzere kumaşlarımız arasında en hızlı alt ıslanma hızı değerine sahip kumaşımız Tip 3’ tür. Bu kumaşın atkı ve çözgü sıklıkları birbiriyle aynı ayrıca örgüsü de 2/2 Z’ dir. Yani kumaşın iki yüzünde atkı ve çözgü yoğunluğu birbiriyle aynıdır. Tip 3 ‘ün alt ıslanma zamanı değerlerinin Tip 4 ve Tip 5’ten fazla olmasının nedeni Tip 3’ün polyester lif miktarının fazla olmasıdır. Öte yandan en yüksek üst yayılma hızı gösteren Tip 2 kumaş tipinin alt yayılım hızı en düşük olarak bulunmuştur bunun nedeni Şekil 8’de görüleceği üzere kumaşın kümülatif tek yönlü taşıma indeksi değerinin düşük olmasındandır. Kumaşın üst yüzüne damlatılan sıvı alt yüzeyde daha yavaş bir yayılım göstermiştir.

3.4. Kümülatif Tek Yönlü Taşıma İndeksi

Kümülatif tek yönlü taşıma indeksi; kumaşın iki yüzü arasındaki nem miktarı farkını ifade etmektedir. Şekil 8’ de kumaşların kümülatif tek yönlü taşıma indeksleri gösterilmiştir.



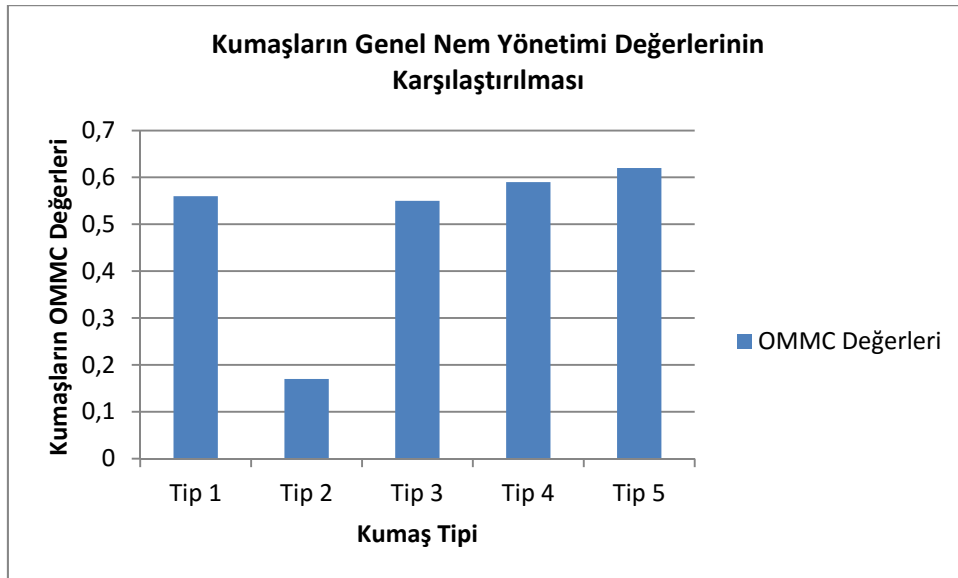
Şekil 8:
Numunelerin kümülatif tek yönlü taşıma indeksleri

Şekil 8’ de görüleceği üzere kumaşlarımız arasında kümülatif tek yönlü taşıma indeksi değeri en yüksek olan kumaşımız Tip 5’ tir. Bu değer MMT değerlendirme skalasına göre mükemmel değer aralığındadır. Tip 3, Tip 4 ve Tip 1 ‘in kümülatif tek yönlü taşıma indeksi değeri MMT değerlendirme skalasına göre çok iyi değer aralığındadır. Kümülatif tek yönü taşıma indeksi en düşük olan kumaş Tip 2’ dir. Bu kumaş MMT değerlendirme tablosuna göre iyi değer aralığındadır.

3.5. Genel Nem Yönetim Özelliği

Kumaşların genel nem yönetim özelliklerini karşılaştırdığımızda; MMT değerlendirme skalasına göre (Tablo 2) genel nem yönetim özelliği en yüksek olan kumaş yapısı Tip 5 olarak bulunmuştur. Bu kumaşın kümülatif tek yönlü taşıma indeksi değeri de yüksektir. Yani bu kumaşın sıvı yönettim performansı çok iyidir. Tip 1, Tip 3 ve Tip 4 kumaş yapılarının genel nem yönetim özelliği MMT değerlendirme tablosuna göre iyi değer aralığındadır. Bu kumaşların kümülatif tek yönlü taşıma indeksi değerleri de çok iyidir. Bu nedenle bu kumaşların sıvı yönetim performansları iyidir diyebiliriz.

Genel nem yönetim ve kümülatif tek yönlü taşıma indeksi değerleri en kötü olan kumaş Tip 2 kumaş yapısıdır. Bunun nedeni bu kumaşın alt ıslanma hızı ve emilim oranlarının düşük alt ıslanma zamanının ise yüksek olmasındandır. Burada dikkat çeken nokta bu kumaşın iplik numarası en kalın, yün lifi oranı ve sıklıklarının düşük olmasıdır. Sonuç olarak iplik içerisinde yün lif miktarı düştükçe ve iplik numarası kalınlaştıkça test edilen kumaşların genel nem yönetim özellikleri olumsuz yönde etkilenir diyebiliriz. Bedek ve ark. (2011), iç giyimde kullanılan lif içeriği, kumaş yapısı ve kumaş ağırlıkları 6 farklı kumaş yapısının, nem yönetim özelliklerini inceledikleri çalışmalarında hidrofobik liflerden yapılan (polyester) kumaşların düşük kümülatif tek yönlü transfer indeksi ve orta genel nem yönetimi özelliği, ıslanma zamanlarının yüksek, daha büyük çapta ve hızlı yayılım gösterdiklerini, hidrofilik (pamuk) liflerden yapılan kumaşların ise orta kümülatif tek yönlü transfer ve genel nem yönetimi özelliği gösterdiklerini belirtmişlerdir. Pamuklu kumaşların polyesterden daha düşük nem yönetim özelliği gösterdiği ve bu kumaşların hızlı emilim yapan yavaş kuruyan kumaşlar olarak isimlendirilebileceği belirtilmiştir.



Şekil 9:
Numunelerin genel nem yönetim değerleri

4. SONUÇ

Bu çalışmada kışlık askeri üniforma olarak kullanılan yün/polyester karışımı kumaşların nem iletim özellikleri incelenmiştir. Bu amaçla farklı yün/polyester karışım oranı ve örgü yapısında olan kumaşların ıslanma zamanı, emilim oranı, yayılma hızı, kümülatif tek yönlü transfer indeksi ve genel nem yönetimi özellikleri incelenerek nem transferi yönünden uygun kumaş yapısı belirlenmeye çalışılmıştır.

Yapılan çalışmalar sonucunda kullanılan iplik çapı ve numarası arttıkça üst ıslanma zamanı değerinin düştüğü yani kumaşın hızlı ıslanma gösterdiği, alt ıslanma zamanının ise arttığı görülmüştür. En yüksek alt ve üst emilim oranları iplik içerisinde yün miktarının arttığı durumlarda görülmüştür. Sonuç olarak kumaş içerisinde yün lif oranı arttıkça kumaşın emilim oranının arttığını söyleyebiliriz. Kumaşların genel nem yönetim özelliklerini karşılaştırdığımızda; MMT değerlendirme skalasına göre nem yönetim özelliği açısından en iyi kumaşımız %59 yün-%39 polyester ve %2 Elastan içeriğine sahip olan kumaşımızdır (Tip 5). Genel nem yönetim özelliği iyi olan kumaşlar ise Tip 1, Tip 3 ve Tip 4 kumaş yapıları olarak bulunmuştur. Bu kumaşların kümülatif tek yönlü taşıma indeksi özellikleri de iyidir.

Nem yönetimi özelliği en kötü olan kumaş Tip 2 kumaş yapısıdır. Bunun nedeni bu kumaşın iplik numarası en kalın, yün lifi oranı ve sıklıklarının düşük olmasıdır. Buna paralel olarak iplik içerisinde yün lif miktarı düştükçe ve iplik numarası kalınlaştıkça test edilen kumaşların genel nem yönetim özellikleri olumsuz yönde etkilenir diyebiliriz.

Sonuç olarak yün lif çapı düştükçe ve lif yüzdesi arttıkça nem yönetimi özelliklerinin iyileşme gösterdiği, iplik numarası arttıkça ve polyester lif yüzdesi arttıkça genel nem yönetimi değerinin düştüğü görülmüştür. Bu yünün en fazla nem çeken lif olma özelliği ve iplik numarası arttıkça nem yönetimi özelliklerinin düşürdüğünü belirten daha önceki çalışmaları ve bilinen gerçekleri de destekler niteliktedir.

KAYNAKLAR

1. Bedek, G., Salaün, F., Martinkovska, Z., Devaux, E., Dupont, D. (2011). Evaluation of Thermal and Moisture Management Properties on Knitted Fabrics and Comparison with a Physiological Model in Warm Conditions, *Applied Ergonomics*, 42:792-800.
2. Bilgi, M., Kalaoğlu, F. (2010). Özel Apre Tekniklerinin Askeri Kumaşların Performans ve Konforu Üzerindeki Etkileri, *Tekstil ve Konfeksiyon*, 4: 343-347.
3. Çil, M.G., Nergis, U.B., Candan C. (2009). An Experimental Study of Some Comfort-related Properties of Cotton Acrylic Knitted Fabric, *Textile Research Journal*, 79(10): 917-923.
4. Das, B., Das, A., Kothari, V.K., Fanguiero, R., Araújo, M. (2007). Moisture Transmission Through Textiles Part I: Processes Involved in Moisture Transmission and the Factors at Play, *Autex Research Journal*, 7 (2), 100-110.
5. Dayıoğlu, H., Karakaş, H. (2007) *Elyaf Bilgisi*, Ajans Plaza Tanıtım ve İletişim Hizmetleri Ltd. Şti. , İstanbul .
6. Fanguerio, R., Golçalves, P., Soutinho F., Freitas C. (2009). Moisture Management Performance of Functional Yarns Based on Wool Fibers, *Indian journal of Fibre & Textile Research* , 34: 315-320.
7. Gorjanc, D.S., Dimitrovski, K., Bizjak, M. (2012). Thermal and Water Vapour Resistance of the Elastic and Conventional Cotton Fabrics, *Textile Research Journal*, 82 (14), 1498–1506.

8. Jiao, J., Yao, L., Lau, K., Li, Y. (2009). Effects of Clothing Wicking and Moisture Management Characteristics on Perception of Breathable-airtight , Textile Bioengineering and Informatics Society (TBIS) International Symposium , Hong Kong.
9. Kıssa, E. (1996). Wetting and Wicking, *Textile Research Journal*, 66(10):660-668.
10. Marmaralı, A., Özdil, N., Dönmez, Kretzschmar, S. (2007). Elastik İplikli Düz Örne Kumaşların Isıl Konfor Özellikleri, *Tekstil ve Konfeksiyon*, 3: 178-182.
11. Morton, W.E. (1993). *Physical Properties of Textile Fibers*, 3rd edn, *Textile Institute*, UK.
12. SDL Atlas Nem Yönetim Cihaz Kataloğu.
13. Troynikov, O. , Wardiningsih, W. (2011). Moisture management properties of wool/ polyester and wool/bamboo knitted fabrics for the sportswear base layer, *Textile Research Journal*, 81(6):621-631.
14. Wong, K.K., Tao, X.M., Yuen, C.W.M., Yeung, K.W.(2001). Wicking Properties of Linen Treated with Low Temperature Plasma, *Textile Research Journal*, 71(1):49-56.
15. Varshney, R.K., Kothari, V.K., Dhamija, S.(2010). A Study on Thermophysiological Comfort Properties of Fabrics in Relation to Constituent Fibre Fineness and Cross-Sectional Shapes, *Journal of the Textile Institute*, 101(6): 495-505.
16. Yoon, H.N., Buckley, A.(1984). Improved Comfort Polyester Part I: Transport Properties and Thermal Comfort of Polyester/Cotton Blend Fabrics, *Textile Research Journal*, 54 (5), 289-298.
17. Yüksel, H.G., Okur, A. (2011). Subjektif Konfor Değerlendirmeleri ile Laboratuvar Testleri Arasındaki İlişkiler. *Tekstil ve Mühendis*, 18(84): 38-47.
18. Zhou , L., Feng, X. , Du, Y. ,Li, Y. (2007). Characterization of Liquid Moisture Transport Performance of Wool Knitted Fabrics, *Textile Research Journal*, 77(12): 951–956.

Alınma Tarihi (Received) : 26.12.2013
Düzeltilme Tarihi (Revised) : 25.12.2014
Kabul Tarihi (Accepted) : 19.02.2015