



## Kabin Kurutucu İçerisindeki Dokuma Kumaşların Kuruma Periyotları Ve Kuruma Performanslarının Tespiti

İbrahim ÜÇGÜL<sup>1</sup>, Feyza AKARSLAN<sup>1</sup>, Ufuk ELİBÜYÜK\*<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Süleyman Demirel Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Tekstil Mühendisliği, 32260, Isparta

<sup>2</sup>Süleyman Demirel Üniversitesi Yenilenebilir Enerji Kaynakları Araştırma ve Uygulama Merkezi, 32260, Isparta

(Alınış Tarihi:14.11.2013, Kabul Tarihi: 04.11.2014)

### Anahtar Kelimeler

Kurutma,  
Kurutma Çeşitleri,  
Kuruma Periyodu,  
Kuruma Performansları.

**Özet:** Tekstil ürünleri üretim sürecinde çeşitli terbiye işlemlerine tabi tutulmakta ve bu işlemler sırasında bünyelerine aldıkları nem, kurutma yoluyla uzaklaştırılmaktadır. Tekstil ürünlerinin kurutulması ürün üzerindeki nemin alınma şekline göre; mekanik yöntemlerle yapılan ön kurutma ve mamul üzerinde bulunan higroskopik (doğal) nem kaybedilmeden, ısı transferi ile gerçekleşen esas kurutma şeklinde iki gruba ayrılmaktadır. Ancak mamulün ısı enerjisi ile kurutulması (esas kurutma) hem ürünün kurutma işlemi sırasında yapısına zarar verebilmekte hem de ekonomik değerinin azalmasına neden olabilmektedir. Bununla birlikte, tekstil ürünlerinin kurutulmasında esas kurutma zorunlu olup, ürüne zarar vermeden kurutma aşamaları etkin bir şekilde uygulanmak durumundadır.

Bu çalışmada, ülkemiz sanayisinde önemli bir yere sahip olan tekstil endüstrisinde kurutma işlemleri üzerinde durulmuştur. Kurutma işlemi mamulün cinsi, özellikleri ve dokuma farklılıkları göz önünde bulundurularak belirli bir sıcaklıkta kuruma periyotları incelenmiş ve kuruma performansları hakkında yorumlar yapılmıştır.

## The Woven Fabrics Determination of Drying Periods and Drying Performance Inside The Cabin Dryer

### Keywords

Drying,  
Drying Types,  
Drying Periods,  
Drying Performance.

**Abstract:** Textile products in the production process are subjected to various finishing operations and moisture during this process that these organisms are removed by drying. Drying the textile product by the removal of moisture on the product shape; hygroscopic product made on the pre-drying and mechanical methods (natural) without loss of moisture, drying takes place mainly in the form of heat transfer is divided into two groups. However finished products to be dried with heat energy (substantially dry) as well as the product may damage the structure during drying can lead to reduced economic value. However, mainly for drying of textile products is mandatory drying, drying steps are to be applied without damaging the product effectively.

In this study, in which our country's textile industry has an important place in the industry focused on the drying process. The drying process finished products type, features and weaving dry periods examined differences in mind and are made at a specific temperature drying performance reviews.

### 1. Giriş

Tekstil mamulleri üretim sürecinde bir takım yaş işlemlere tabi tutulmakta ve bu nedenle değişik aşamalarda kurutulmaları gerekebilmektedir(Oğulata vd., 1999). Kurutma, tekstil terbiyesi temel işlemlerinden biri ve sonucusudur. Esas olarak

kurutma fazla suyun kumaştan mekanik veya ısı enerjisi ile uzaklaştırılması işlemidir. Genel olarak mekanik yöntemlerle ön kurutması yapılmış tekstil ürünleri, daha sonra higroskopik nemi korunarak istenilen nem değerine kadar esas kurutma ile kurutulmaktadırlar(Uçak, 2010). Esas kurutma, ısı transferi oluş biçimine göre taşınımla (konveksiyon),

iletimle (kondüksiyon), ışınlama (radyasyon) ve yüksek frekansla kurutma olmak üzere başlıca dört farklı biçimde gerçekleştirilmektedir.

### 1.1. Ön Kurutma

Mamuldeki mekanik yollarla uzaklaştırılabilecek olan suyun daha az enerji harcanarak uzaklaştırılması işlemine ön kurutma denir. Ön kurutma üç şekilde yapılmaktadır: sıkma, santrifüjleme, emme ile uzaklaştırma(Megep, 2011).

Sıkma, yaş tekstil mamulünün belirli bir basınç altında kendi eksenini etrafında belirli bir hızla dönen merdaneler arasından geçirilmesiyle yapılır. Günümüzde en çok uygulanan ön kurutma yöntemidir. Sıkma merdanelerindeki en önemli konu sıkma verimliliğidir. Sıkma sonucu kumaş üzerinde kalan suyun miktarını belirleyen faktörler: Merdane yüzeyinin sertliği, mamuldeki suyun ısı, kumaş geçiş hızı, merdane çapıdır(Tarakçioğlu,1986).

Santrifüjleme, yaş tekstil mamulündeki yüzey suyu ve kapılar suyunun merkezkaç kuvvetler yardımıyla uzaklaştırılmasıdır. Sıkma yönteminden daha etkili bir kurutma sağlanır. Tekstil işletmelerinde kullanılan santrifüjlerin hızı, genellikle 500-1500 devir/dakika arasındadır. Suyu uzaklaştırma kapasitesi devir sayısı ile orantılı olarak değişir. Mamul üzerindeki su miktarını % 30 - % 60 kadar düşürebilir. Santrifüjlemenin avantajı; elyaf, iplik, kumaş, hazır giyim gibi her türlü tekstil mamulüne uygulanabilmesidir. Dezavantajı ise kesikli çalışma, kumaş halat hâlinde istiflendiğinden kırışıklık tehlikesi yaratmasıdır(Megep, 2011; Tekstil Sayfası, 2013).

Emme ile uzaklaştırma, mamul üzerindeki suyun vakumla emilerek uzaklaştırılması ile gerçekleştirilen kurutma yöntemidir. Kırışıklık oluşma tehlikesi fazla olan ve basınçla sıkılmaya karşı hassas olan mamullerde kullanılır(Megep, 2011; Tekstil Sayfası, 2013).

### 1.2. Esas Kurutma

Mamul üzerindeki suyun ısı yardımıyla uzaklaştırılmasına kurutma veya esas kurutma denir. Kurutma işlemin en pahalı adımudur. Yüksek sıcaklık gerektirir. Bu sırada ısı transferi meydana gelir(Megep, 2011).

Taşınım ile kurutmanın prensibi ısıtılmış ve nem içeriği az olan havanın, kurutulacak nemli tekstil mamulü ile çeşitli şekilde irtibatlandırılarak kurutulmasıdır. Nemli tekstil mamulünden havaya kütle transferinin gerçekleştiği taşınım ile kurutma, özellikle hassas yüzeyli kumaşların kurutulmasında yaygın olarak kullanılmaktadır(Oğulata vd., 1999).

İletimle kurutma, ürünün buhar veya kızgın yağ ile ısıtılmış silindir veya levhalarla teması sağlanarak ürün bünyesindeki suyun buharlaşması ile kurutma gerçekleşmektedir. İletimle kurutmanın en büyük dezavantajı, yüksek sıcaklıklarla çalışıldığında mamulün higroskopik neminin uzaklaştırılması riskinin bulunmasıdır.(Oğulata vd., 1999)

ışınlama kurutma, yüksek sıcaklıkta bulunan yüzeyden nemli tekstil malzemesine ısının elektromanyetik dalgalar şeklinde transferi ile gerçekleşen ışınlama kurutma yönteminde, iki tarafında ışınlayıcıların olduğu dikey bir kanal içerisinden ürünün geçirilerek kurutulması sağlanmaktadır. Kurutulacak materyalin cinsine göre mamul sıcaklığı 500 °C'ye kadar çıkabildiğinden, ürüne herhangi bir zarar vermemek için bu sistemlerle ürünün tamamen kurutulduğu esas kurutma yerine, yaş ürünün ön kurutulması yapılarak mamul üzerinde kalan su miktarının %25-35'e kadar düşürüldüğü kurutmalar daha çok tercih edilmektedir.( Tarakçioğlu, 1996; Oğulata vd., 1999)

Yüksek frekansla kurutma kurutulacak tekstil malzemesine dışarıdan ısı transferi yapılmamaktadır. Yaş tekstil malzemesinin yüksek frekanslı alternatif akıma bağlı iki kondansatör levhası arasından geçirilmesi ile kurutma işlemi yapılmaktadır. Bu durumda yüksek frekanslı alternatif akımdan ötürü kondansatör levhalarının yükü sürekli olarak değiştiğinden, mamul içindeki su moleküllerinin de yeri sürekli değişmektedir. Bunun sonucunda su moleküllerinin sürtünmeleri nedeniyle meydana gelen ısı, ürün üzerindeki suyun buharlaşmasını sağlamaktadır. Dielektrik kurutma (10-100 MHz) ve mikrodalga kurutma (1000-3000 MHz) olmak üzere iki şekilde kullanılmaktadır(Tarakçioğlu, 1979). Bu tip kurutucular, homojen ve hızlı bir kurutma sağlamaları ve aşırı kurutma riskinin bulunmaması nedeniyle tekstil endüstrisinde gittikçe yaygın olarak kullanılmaktadır.

### 2. Malzeme ve metot

Bu çalışmada Süleyman Demirel Üniversitesi Yenilenebilir Enerji Kaynakları Araştırma ve Uygulama Merkezi'ndeki bilgisayar destekli, sıcaklık kontrollü, sıcaklık ve nem ölçüm sonuçları bilgisayar programı tarafından kaydedilen kabin kurutucu ve Süleyman Demirel Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Laboratuvarı'nda bulunan etüv kullanılmıştır. Ayrıca sıcaklık ölçümleri için FLIR E 40 marka el tipi dokunmatik termal kamera ve -20°C ile 70°C arası sıcaklık ve %25-%95 arası bağıl nem ölçebilen HOB0 U10 Temp/RH marka data logger kullanılmıştır.

Kurutucunun etkinliğini tespit etmek için; kumaş numuneler, öncelikle kondisyonlanmaları için laboratuvar şartlarında 24 saat süre ile bekletilmiştir(%65 nem, 20±2°C). Kondisyonlanan kumaş numuneleri higrometre ile ölçülen ortam

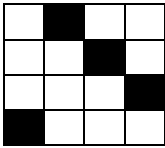
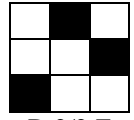
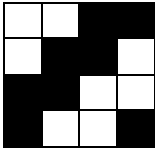
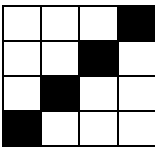
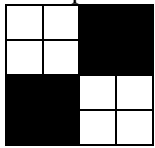
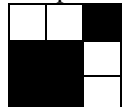
neminde (% 49-50) 1/1000 duyarlıdaki hassas terazi ile tartılarak, ortam nemindeki ağırlığı belirlenmiştir. Sonra numuneler tüm yüzey eşit oranda nem alacak şekilde (kuru yer kalmayacak şekilde) saf su ile ıslatıldıktan sonra su damlamayacak hale getirilmiş (ön kurutma) ve tekrar tartılarak toplam nemli ağırlığı tespit edilmiştir. Bu sırada kurutucu deney için öngörülen sıcaklık şartlarına getirilerek istenilen rejime oturtulmuştur. Nemlendirilen numune kumaş, kurutucu içerisine, kurutma esnasında kurutucuyu açmadan ağırlık değişiminin belirlenebilecek bir düzeneğe, hava akımına paralel olacak tarzda yerleştirilmiştir. Ağırlık değişimi hassas terazinin RS232 çıkışından bilgisayara bağlanarak saniyelik değişimler kaydedilmiştir. % nem, denge nem miktarına (higroskopik nem miktarı) ulaştığı zaman işlem durdurulmuştur. Bu şekilde belirli şartlar altında deneylere devam edilmiştir.

Kurutma deneyleri için 6 değişik kumaş(1, 2, 3, 4 numaralı numuneler boyasız ve haşılı, 5 ve 6 numaralı numuneler boyalıdır.) seçilmiş ve deneyler

50°C sıcaklıkta yapılmıştır. Deney sonuçlarının hassasiyeti için ikişer tekrar yapılarak sonuçların doğruluğu teyit edilmiştir. Sıcaklık ayarı  $\pm 1,5-2^{\circ}\text{C}$  hassasiyetli termostat aracılığıyla yapılmıştır. Ayrıca kumaş sıcaklıklarındaki değişimin tam alına bilmesi için termal kamera ile kumaş sıcaklıkları ölçülmüştür ve görüntüleri alınmıştır. Tekstil endüstrinde kurutucu hava hızı sabit olduğundan sıcaklık ile kumaş mamullerin özelliklerindeki değişime bağlı olarak inceleme yapılmıştır. Kurutma işlemi esnasında öngörülen deney şartlarının (sıcaklık ve hava hızı) sabit kalmasına dikkat edilmiştir. Ortam şartlarının değişmediği kabul edilmiştir.

Kurutma işleminde materyal olarak 30 x 30 cm ebatlarında iplik hammaddesi (elyaf türü), sıklık (çözü ve atkı ipliklerinin sayısı), dokuma konstrüksiyonu gibi değişik özelliklerde kumaş mamuller kullanılmıştır. Kullanılan kumaşların özellikleri tablo 1'de verilmiştir.

**Tablo 1.** Kumaş özellikleri

Kumaş	Çözü Sıklığı Tel/cm	Atkı Sıklığı Tel/cm	Örgü Raporu	Çözü Elyaf Cinsi	Atkı Elyaf Cinsi	Gramaj gr/m <sup>2</sup>
1 Nolu Numune	62	34	D 1/3 S 	Pamuk	Pamuk	226,9
2 Nolu Numune	32	20	D 1/2 S 	Pamuk	PES (lycra)	249,8
3 Nolu Numune	40	25	D 2/2 Z 	Pamuk	%50 PES- %50 Pamuk	213
4 Nolu Numune	28	22	D 1/3 Z 	Pamuk	PES (lycra)	394,3
5 Nolu Numune(Boyalı)	41	25	D 2/2 panama 	Pamuk	Pamuk	206
6 Nolu Numune (Boyalı)	55	35	D 2/1 panama 	PES	Pamuk	221

### 3. Deneysel bulgular

Deneysel çalışmalar sonucunda her bir deneyden elde edilen ölçüm sonuçları ve hesaplamalar tablolar halinde aşağıda verilmiştir. Grafikler bilgisayarda

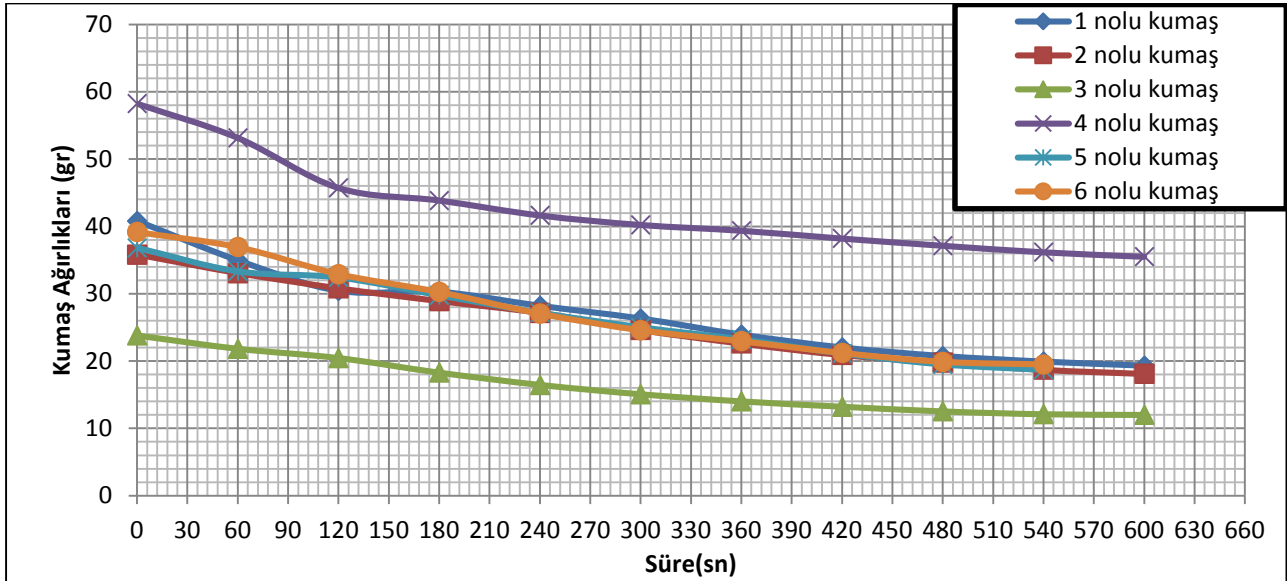
grafik programı yardımıyla çizilerek belirlenen noktalara en yakın eğri ve denklemi uydurulmuştur.

**Tablo 2.** Zamana göre kumaşların gramaj değişimi

Süre(sn)	1 nolu kumaş	2 nolu kumaş	3 nolu kumaş	4 nolu kumaş	5 nolu kumaş	6 nolu kumaş
0	40,796	35,80	23,80	58,231	36,803	39,16
60	34,95	33,06	21,83	53,151	33,306	36,927
120	30,42	30,79	20,45	45,718	32,406	32,916
180	30,27	28,9	18,28	43,854	29,755	30,257
240	28,19	27,15	16,46	41,635	27,167	27,029
300	26,3	24,6	15,07	40,226	25,01	24,573
360	23,9	22,6	14,01	39,365	23,215	22,935
420	22	20,9	13,22	38,2	21,115	21,198
480	20,73	19,77	12,52	37,135	19,5	19,876
540	19,9	18,7	12,1	36,161	18,7	19,5
600	19,3	18,1	12	35,5		

1, 2, 3 ve 4 numaralı numuneler 10'uncu dakika sonunda, 5 ve 6 nolu numuneler ise 540'ıncı saniyede

higroskopik sınıra ulaştığından ve testler sonlandırılmıştır.



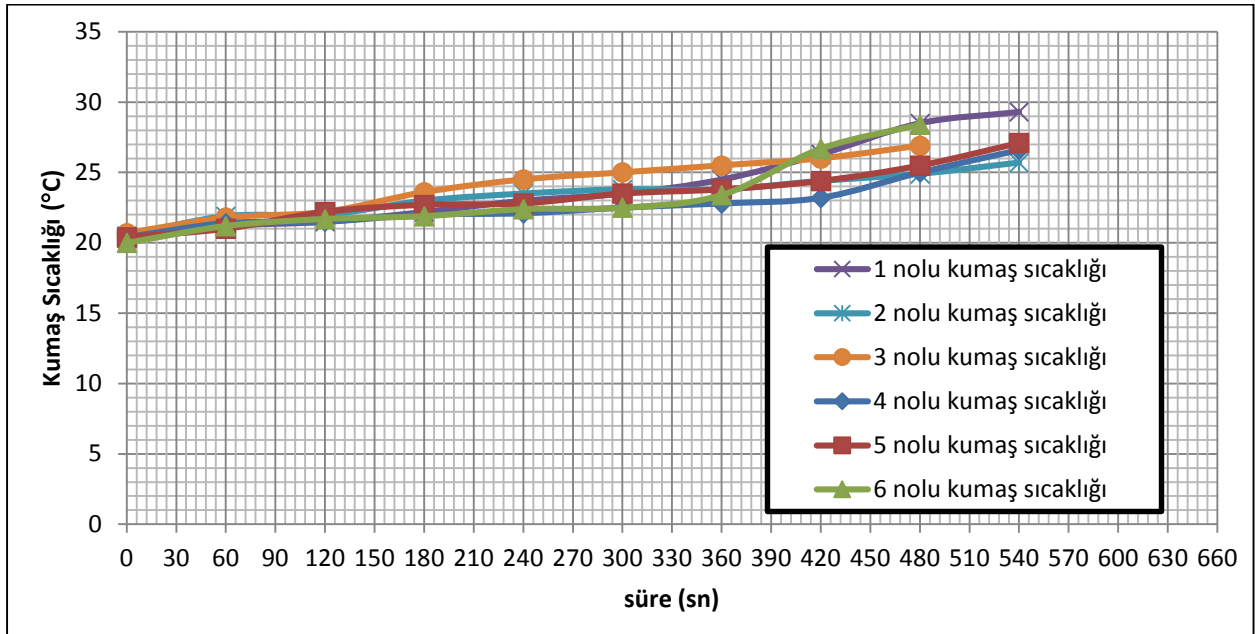
**Şekil 1.** Zamana göre kumaşların gramaj değişimi grafikleri

**Tablo 3.** Zamana göre kumaşların gramaj değişimi denklemi ve R2

Kumaş numuneleri	Zamana bağlı kumaş ağırlık değişim denklemi	R <sup>2</sup>
1 nolu kumaş	$4E-05x^2 - 0,059x + 39,21$	0,978
2 nolu kumaş	$2E-05x^2 - 0,045x + 35,886$	0,9973
3 nolu kumaş	$3E-05x^2 - 0,0385x + 24,081$	0,9972
4 nolu kumaş	$8E-05x^2 - 0,0792x + 56,811$	0,9682
5 nolu kumaş	$2E-05x^2 - 0,0441x + 36,706$	0,995
6 nolu kumaş	$5E-05x^2 - 0,0641x + 39,849$	0,9966

**Tablo 4.** Zamana göre kumaş sıcaklık değişimi(°C)

Süre (sn)	1 nolu kumaş sıcaklığı(°C)	2 nolu kumaş sıcaklığı(°C)	3 nolu kumaş sıcaklığı(°C)	4 nolu kumaş sıcaklığı(°C)	5 nolu kumaş sıcaklığı(°C)	6 nolu kumaş sıcaklığı(°C)
0	22,5	20,8	22,2	20,1	21	21,6
60	22,1	21,5	23	20,6	22	21,9
120	21,4	21,8	23,2	20,7	22,3	22
180	21,4	22,1	23,4	21,4	22,5	22,2
240	21,2	22,5	25	21,5	22,7	22,6
300	22,3	22,6	25,6	21,6	22,8	22,6
360	22,6	22,7	26,5	22	23	22,7
420	22,8	22,8	26,7	22,2	23,2	22,9
480	23	22,9	26,8	22,3	23,6	23,8
540	24,3	23	28,6	22,7	27,1	24,4
600	26,6	23,1	35,1	24,4		



**Şekil 2.** Zamana göre kumaş sıcaklık değişimi grafikleri

**Tablo 5.** Zamana bağlı kumaş sıcaklık değişim denklemi ve R2

Kumaş numuneleri	Zamana bağlı kumaş ağırlık değişim denklemi	R <sup>2</sup>
1 nolu kumaş	$2E-05x^2 - 0,0034x + 20,621$	0,9873
2 nolu kumaş	$-5E-06x^2 + 0,0113x + 20,864$	0,9632
3 nolu kumaş	$-9E-06x^2 + 0,017x + 20,688$	0,99
4 nolu kumaş	$2E-05x^2 - 0,0005x + 21,019$	0,9347
5 nolu kumaş	$7E-06x^2 + 0,007x + 20,732$	0,962
6 nolu kumaş	$4E-05x^2 - 0,0033x + 20,808$	0,9316

$\Delta t$  zamanda numuneden uzaklaşan nem miktarını göstermek üzere kurutma performansı;

$$V = \frac{(m_T - m_{t,\Delta t})}{\Delta t} \quad (\text{gr/dk}) \quad (1)$$

**Tablo 6.** Kurutma performansı

<b>Kurutma Sıcaklığı (°C)</b>	<b>Kumaş No</b>	<b>Kurutma Performansı (gr/dk)</b>
50°C	1	2,149
	2	1,77
	3	1,18
	4	2,273
	5	2,011
	6	2,184

#### 4. Sonuç

Endüstrinin birçok alanında kurutucular kullanılmaktadır. Kurutma işlemi ve kurutucu seçiminde dikkate alınması gereken temel husus, istenen özelliklere sahip ürün eldesinde minimum enerji tüketimi ve mümkün olan maksimum kurutma hızına ulaşmaktır.

Tekstil endüstrimizde kullanılan kurutucuların büyük bir çoğunluğu yurt dışından ithal edilmektedir. Çalışma prensipleri, biçimleri ve kurutulacak ürünlerin özellikleri, kapasite gibi verilerin bilinmesi durumunda bu değişik tipteki kurutucuların tasarımı, imalatı ve kontrol sistemlerinin birçoğu teknolojik olanakları çerçevesinde gerçekleştirilebilir.

Yapılan çalışma sonucunda dokuma kumaşların haşılı olması, boyanmış olması, dokuma çeşidinin farklılığı, atkı ve çözgü ipliklerinin farklı cins ipliklerden oluşması kumaşların nem miktarını etkilemiştir. Bu sebepten dolayı kumaş numunelerinin kuruma hızları ve kuruma periyotları arasında farklar olmuştur. Çalışmada yapılan kontrollü kurutma sayesinde kumaşa verilen zarar minimuma indirilmiştir.

#### Kaynaklar

Oğulata R., Kadem F., Koç E., Tekstilde Kurutma Yöntemleri ve Makinaları, 1999, IV. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi Ve Sergisi, 4-7 Kasım, 803-810.

[http://www.mmo.org.tr/resimler/dosya\\_ekler/8bf022a6e21a6e5\\_ek.pdf](http://www.mmo.org.tr/resimler/dosya_ekler/8bf022a6e21a6e5_ek.pdf) (Erişim tarihi: 26.10.2013)

Uçak, F., 2010. Tekstil Terbiye İşlemlerinde Ramöz Makinesinde Enerji Tasarrufu. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 82s, Adana.

Megep, 2011. Tekstil Teknolojisi/Kurutma ve Egalize. [http://www.megep.meb.gov.tr/mte\\_program\\_modul/moduller\\_pdf/Kurutma%20Ve%20Egalize.pdf](http://www.megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller_pdf/Kurutma%20Ve%20Egalize.pdf). (Erişim tarihi: 04.11.2013)

Tarakçıoğlu, I., 1986, Tekstil Terbiye İşletmelerinde Atık Su Ve Enerji Yönetimi, Ege Üniversitesi Tekstil Fakültesi Yayınları, İzmir.

Tekstil Sayfası, 2013. Tekstilde Kurutma İşlemi ve Kurutma Makineleri. <http://tekstilsayfasi.blogspot.com/2013/01/tekstilde-e-kurutma-islemleri-kurutma.html>. (Erişim Tarihi: 26.10.2013)

Tarakçıoğlu, I., 1996, Tekstil Terbiyesi ve Makinaları', Ege Üniversitesi Tekstil Fakültesi Yayınları, İzmir.

Tarakçıoğlu, I., 1979, Tekstil Terbiyesi ve Makinaları, Tekstil Terbiyesinde Temel İşlemler ve Selüloz, Ege Üniversitesi Tekstil Fakültesi Yayınları, İzmir. 2. Gövde Borulu Isı Değiştiricileri