

# İPLİKLERDE VAKUMLU BUHARLAMA İŞLEMLERİ UYGULAMA ALANLARI VE GELİŞMELER

Özcan ÖZDEMİR, Sibel ŞARDAĞ

Uludağ Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü, Görükle/Bursa

Geliş Tarihi : 18.05.2004

## ÖZET

Günümüzde tekstil makinalarında üretim hızları devamlı artmaktadır. Dolayısıyla yüksek hızlı makinalarda çalışılacak ipliklerin kalitesinin de yüksek olması istenmektedir. Diğer taraftan da yüksek hız, ipliğin rutubet değerini sık sık minimum değere düşürmektedir. Rutubetdeki bu düşüş de ipliğin mukavemet özelliklerini olumsuz yönde etkilemektedir. Daha iyi nem düzeyi, ipliğin mukavemet özelliklerini arttırdığı için, iplik dokuma ve örmede daha verimli çalışmaktadır. Diğer taraftan tekstil işletmelerinde her işlem lifte ve iplikte gerilime neden olmaktadır. İplikler gerilimlerden kurtulmak için kıvrımlanma, büklümlenme eğilimindedirler. Gerginlik ve kıvrımlanma takip eden proseslerde problemlere yol açmakta ve verimliliği düşürmektedir. Bu gibi sebeplerden dolayı ipliklerin üzerindeki nem miktarı artırılmalı ve gerilimleri yok edilmelidir. Bu yazıda ipliklerin bu problemlerinin giderilebilmesi için kullanılan yöntemlerden vakumlu buharlama işlemi, uygulama alanları ve bu alandaki gelişmeler hakkında bilgiler verilmiştir.

**Anahtar Kelimeler :** Vakumlu buharlama, Kondisyonlama, Fikse, Relaksasyon, Ön çektirme

## VACUUM STEAMING PROCESSES APPLIED TO YARNS, ITS APPLICATION FIELDS AND IMPROVEMENTS

### ABSTRACT

The new techniques used today focus mainly on increases in production speed. For this reason yarns to be used in high speed machines is required to be of high quality. On the other hand high speed frequently causes the degree of yarn moisture to fall minimum level. This decreases in the degree of yarn moisture have negative effects on yarn strength. Since better moisture level increases the yarn strength, yarn is worked more efficiently in weaving and knitting. However each production step in textile plants causes tension in yarn and fibre. Yarns tend to snarl in order to relax themselves. Tension and snarling may lead to problems in the following processes, thus decreasing productivity. Therefore, the moisture content of yarns should be increased and their tension should be eliminated. In this article we have studied vacuum steaming widely used to remedy above mentioned yarn problems, its application fields and new improvements in this field.

**Key Words :** Vacuum steaming, Conditioning, Heatsetting, Relaxing, Preshrinking

### 1. GİRİŞ

Dış faktörler, lifler ve bu liflerden yapılan iplikler üzerinde büyük bir etkiye sahiptir. Bu faktörlerin başında ortamın rutubet miktarı gelmektedir.

İplikteki doğru bir yöntemle verilmiş uygun rutubet ipliğin fiziksel özelliklerini iyileştirdiği gibi ipliğin satışında üreticiye ticari bir kazanç da sağlamaktadır. Dolayısıyla ideal olan, arzu edilen nemin iplik üretiminden sonra çok kısa bir sürede ipliğe

kazandırılması ve ipliğin kalitesinin kalıcı olarak yükseltilmesidir (Toggweiler and Gleinch, 1995).

Özellikle pamuk iplik işletmelerinde yüksek hızlarda çalışan iplik makinelerinin ve çevre şartlarının da etkisiyle iplik üzerindeki rutubet miktarı % 5'lere kadar düşmektedir (Anon., 2003k). Bu değer ise gerek ticari açıdan gerekse ipliğin sahip olması gereken mukavemet özellikleri açısından yeterli değildir. Dolayısıyla ipliğin sahip olduğu rutubet değeri artırılmalıdır. Pamuk lifi higroskopik bir materyaldir ve buharlı su absorblama yeteneğine sahip olduğu için ortamın izafi rutubet miktarı arttıkça lif tarafından absorbe edilen nem miktarı artacaktır. Bu artış lifin enine kesitinde bir şişmeye neden olacak ve bükülmüş iplik yapısı içinde lif-lif sürtünmesini arttıracaktır. Bu değişiklik ise ipliğin mukavemet özelliklerinde iyileşme meydana getirecektir (Dayık ve Özdemir 2000, [www.geocities.com](http://www.geocities.com)). Bu nedenlerden ipliğin ticari rutubet değerine çıkarılması ve fiziksel özelliklerinin iyileştirilmesi için yapılan iplik rutubeti artırılması işlemine kondisyonlama adı verilir. Kondisyonlama işleminin yapılabilmesi için günümüze kadar pek çok yöntem kullanılmıştır. Bunlar kondisyonlama odalarında kondisyonlama, sirkülasyon yolu ile kondisyonlama, radyo frekans ile kondisyonlama ve vakumlu ortamda düşük sıcaklıkta kondisyonlamadır.

Geleneksel kondisyonlama yöntemleri hem ekonomik hem de kalite sebeplerinden dolayı daha az kullanılır hale gelmiştir. Yirmi dört saate varan uzun zaman ihtiyacı, yüksek enerji tüketimi ve yüksek yatırım maliyeti ile daha fazla yer ihtiyacı ve iplik bobinlerinde kötü nem dağılımı bu yöntemlerin dezavantajlarıdır. İçlerinde en yaygın olarak kullanılan yöntem vakumlu ortamda düşük sıcaklıkta kondisyonlamadır (Anon., 2003k).

Vakumlu ortamda düşük sıcaklıkta kondisyonlama, vakumlu buharlama işlemlerinden sadece bir tanesidir. İpliğe uygulanan vakumlu buharlama

ipliğe verilmek istenen özelliklere göre farklılık göstermektedir. Bunlar; kondisyonlama amacı ile yapılan işlem, ipliğin rahat hale gelmesi (relaxing) gerilimlerinin azalması için yapılan işlem, ipliğe verilen bükümün sabit hale gelmesi için yapılan işlem ve sıcaklıkla çekme özelliği gösteren sentetik liflere uygulanan ön çekme işlemidir. Bu işlemler de uygulanan basınç ve sıcaklıklara göre iki çeşit makine dizayn edilmiştir. Bu dizaynların ilkinde genelde kondisyonlama makineleri adı verilir ve bu makinelerde en fazla sıcaklık 95 °C'dir ve uygulanacak basınç 0 ile -1 bar aralığındadır. Bu makinelerde kondisyonlama işlemi, relaksasyon işlemi, ön çekme işlemi ve 95 °C kadar uygulanabilecek fikse işlemleri gerçekleştirilebilir. Diğer makinelerde ise sıcaklık 120 °C hatta 150 °C'ye kadar, basınç ise 4 bara kadar çıkabilir. Dolayısıyla bu makinelerde da yine materyalin cinsine bağlı olarak kondisyonlama, relaksasyon, ön çekme ve fikse işlemleri gerçekleştirilebilir. Buradaki tek fark daha yüksek sıcaklıklarda fikse olması gereken (sentetik gibi) materyallerde uygulamaların gerçekleştirilebilmesidir (Anon., 2003l).

## 2.VAKUMLU BUHARLAMA İŞLEMİ ÜZERİNDE ETKİLİ OLAN PARAMETRELER

İpliklere uygulanan vakumlu buharlama işlemleri üniform bir nem dağılımı sağlar ancak bu işlemler esnasında dikkat edilmesi gereken hususlar bulunmaktadır. Nem düzeyindeki, vakum düzeyindeki, nem dağılımındaki ve proses sıcaklığındaki ve zamanındaki faktörler Tablo 1'de görüldüğü gibi iplik kalitesi üzerinde direkt bir etkiye sahiptir. Bu yüzden ipliğin nem düzeyinin ve mukavemet özelliklerinin kısacası kalitesinin arzu edilen değerlerde olmasını istiyorsak aşağıda belirtilen tablodaki faktörlere dikkat edilmelidir.

Tablo 1. Kondisyonlama Sonuçları Üzerinde Etkili Olan Parametreler

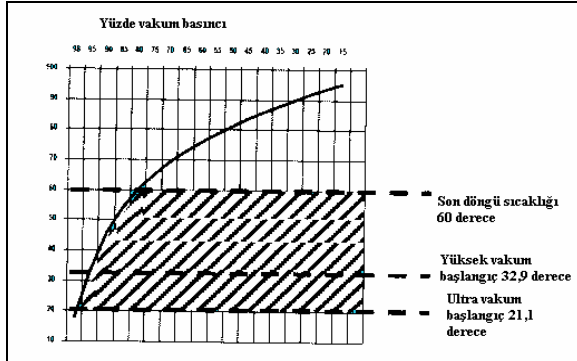
Proses Sıcaklığı	Nem Düzeyi	Vakum Düzeyi	Proses Zamanı
Relaksasyon	Mukavemet	Nem % CV	Nem Miktarı
Fiksasyon	Uzama	Mukavemet %	CV Nem dağılımı
Vaksin erime noktası	Çalışma kapasitesi	Uzama % CV	-
-	Toplam ağırlık	-	-
-	Elyaf Birikintisi	-	-

Tablo 1'den de görüldüğü gibi proses sıcaklığını belirlerken dikkat edilmesi gereken 2 faktör bulunmaktadır. Proses sıcaklığı, ipliğin hangi amaçla vakumlu buharlama yapılacağına ve ipliğin vaksız

olup olmamasına göre değişmektedir. Buharlama işleminin uygulanacağı iplikte eğer vaks mevcut ise, buharlama sıcaklığının 65 °C üzerine çıkılmaması gerekir. Çünkü günümüzde kullanılan vaksların

erime derecesi maksimum 65°C'dir. Buharlama işlemine maruz kalacak ipliğin, sahip olması istenilen nem düzeyi, ipliğin mukavemet özelliklerini etkilerken, vakum düzeyi de ipliğe uygulanan rutubetin homojenliğini etkilemektedir. Rutubetin homojenliği ise mukavemet özelliklerinin % CV değerlerini belirlemektedir. Buharlama işleminin bir parametresi olan vakum düzeyi ise arttıkça, nemin iplik tarafından nüfuziyeti de o kadar düzgün olmaktadır (Anon., 2003d). Uygulanan prosesin süresi de istenen nem miktarını belirlemede ve nemin homojen dağılımında önemli bir parametredir.

Vakum ile doymuş buhar kesin bir biçimde birbirine bağlıdır. Basınç ne kadar yüksek olursa suyun kaynama noktası o kadar düşük olacaktır; böylece buhar ipliğe daha düzgün bir şekilde verilecektir. % 95 vakumda (ki, bu yüksek vakumdur) proses Şekil 1'de görüldüğü gibi 32.9 °C derecede başlar ve sürekli bir şekilde, istenilen son sıcaklığa kadar yükselir. % 90 üzerinde vakum oranına sahip sistem, daha az vakuma sahip olana göre daha iyi sonuçlar sağlar. (% 85-65 düşük vakum, % 95-98 yüksek vakum) (Anon., 2003d).



Şekil 1. Soğuk doymuş buhar ile kondisyonlama (Anon., 2003d)

Vakumlu buharlama işleminin diğer bir parametresi de buhardır. Üç çeşit buhar bulunmaktadır. Bunlar ıslak buhar, kızgın buhar ve doymuş buhardır. Islak buhar su damlaları içerir ve bu gözle görülür; bu da tekstil ürünlerine zarar veren ve yetersiz nüfuziyet sağlayan su lekeleri oluşturmaktadır. Isıtılmış buhar (Kızgın Buhar) kurudur ve bu yüzden zayıf bir ısı ileticisidir. Onun nem eksikliği kızgın buharı tekstillerle muamele için uygun olmayan duruma getirir. Doymuş buhar optimum nem içeriğine sahiptir ve çok iyi ısı iletimi sağlar. Dolayısıyla ipliklerin kondisyonlanması ve tekstillerin buharlanması için en uygun buhar doymuş buhardır (Anon., 2003c).

Vakumlu buharlama ile yapılan işlemlerde pompalar ile oluşturulan vakum mevcut havayı

emerek otoklav içerisindeki döngüyü başlatır. Otoklav içerisindeki havanın boşaltılması herhangi bir oksidasyonun meydana gelmesini de engeller. Yüksek vakum optimum nem kazanımı için doymuş buharın iplik içerisine yoğun bir şekilde nüfuz etmesi anlamına gelmektedir. Vakum basıncından dolayı buharın doyma noktası çok düşük kaynama seviyesine düşer. Bu da düşük sıcaklıklarda doymuş buhar elde edilmesinden dolayı ipliklerde meydana gelen sararmaların önüne geçilmesini sağlar. Nem penetrasyonunun en yüksek düzeyine ulaşabilmek için vakum performansı % 97.7'e varan oranlarda artırılabilir (ultra vakum). İstenilen canlılık derecesine ve materyale bağlı olarak döngünün, vakum, zaman, sıcaklık parametreleri değişiklik gösterebilir (Anon., 2003d). Tipik bir buharlama döngüsünde ön ısıtma, ilk vakum, buharlama, son vakum, basıncı dengeleme adımları vardır. ([www.welker.de/html/englisch/heatsetting.html](http://www.welker.de/html/englisch/heatsetting.html)).

### 3. VAKUMLU BUHARLAMA İŞLEMLERİ VE UYGULAMA ALANLARI

Aşağıda ipliklere uyguladığımız vakumlu buharlama işlemleri ve uygulama alanları anlatılmaktadır.

Kondisyonlama eğirme işleminden sonra ipliğe nem kazandırmak için yapılan düşük sıcaklıktaki vakumlu buharlamadır. Nem arttıkça ağırlık da artmaktadır. Kondisyonlama ile iplik istenilen nem seviyesine ulaşır ancak ipliğe verilen bükümün fikse edilme oranı düşüktür (Anon., 2003e).

Relaksasyon işlemi; ipliğin bobinden sağılması esnasında oluşan ilmeklenme, bükümlenme (ipliğin büküm nedeni ile kendi üzerine dolanması) davranışlarını gidermek, dolayısıyla iplik kopmalarını ve kalite kayıplarını önlemek amacı ile yapılan bir işlemdir. Buharla relaksasyon işlemi büküm, dokuma, örme, sarım gibi bütün takip eden operasyonlarda bu problemleri ortadan kaldırarak verimliliği artırır (Anon., 2003c).

Fikse; yüksek bükümlü, çok katlı ve de sentetik filament ipliklerde bükümü stabilize etmek için yapılan yüksek sıcaklıktaki vakumlu buharlama işlemidir (Anon., 2003c).

Ön çektirme; sıcaklıkla çekme özelliği gösteren sentetik liflere uygulanan bir işlemdir. İplik ilmeklerine termo fiksaj uygulanırken, örme kumaşlara, çorap ve çamaşırılık ürünlere ön çektirme işlemi uygulanır (Anon., 2003c). Ön çektirme işlemi takip eden boyama işlemine yardımcı olurken,

çekme sonucu oluşan bobindeki deformasyonu ortadan kaldırır ve telef oranını düşürür.

Genel olarak vakumlu buharlama, yün ipliklerin ısıl fiksajında, tekstüre poliesterin fiksesinde, poliester filament ipliklerin büküm fiksesinde, core yarn (likralı) ipliklerin ısıl fiksajında, örme kumaşların fiksesinde, yüksek bükümlü ipliklerin relaksasyonunda, ring ipliklerin relaksasyonunda, kesikli liflerin stabilizasyonunda, akriliğin hacimlendirilmesinde, dikiş ipliklerin ısıl fiksajında, poliamidin (iç çamaşırı, çorap için) çekmezliğinde, sentetik liflerin stabilizasyonunda, kondisyonlama ve nemlendirmede kullanılmaktadır.

([www.welker.de/html/englisch/heatsetting.html](http://www.welker.de/html/englisch/heatsetting.html)). Her materyal istenilen etkiyi sağlayabilmek için spesifik bir proses gerektirmektedir. Vakumlu buharlama işlemlerinde sıcaklık istenilen prosese göre 45 °C den maksimum 150 °C kadar değişir. Bazı iplikler için buharlama sıcaklıkları şöyledir:

Kamgarn İplik : 82-85 °C, Bükümlü poliester filament : 112-120 °C, Likra core iplik : 70-75 °C, Pamuk-Poliester iplikler : 90-95 °C, Polipropilen iplikler : 130-140 °C, Rayon / Viskon : 85-95 °C ([www.welker.de/html/englisch/heatsetting.html](http://www.welker.de/html/englisch/heatsetting.html)).

Tablo 2. Vakumlu Buharlama İşleminin Uygulama Alanları (Anon., 2003k)

Proses	Kondisyonlama	Relaksasyon	Fikse	Ön Çektirme
	1. İplik kalitesini iyileştirir -% 15'e varan artan iplik mukavemet sağlar -% 30'a varan artan iplik uzaması sağlar -% 40'a varan daha az uçuntu ve elyaf birikintisi sağlar -Eloktrostatikliği elemine eder -Nem miktarını %3'e kadar artırır.	-İpliğin relaks hale gelmesini sağlar, kıvrılma ve ilmeklenme eğilimini yok eder.(Kıvrılma, büküm nedeni ile ipliğin kendi üzerine dolanmasıdır.)	-Büküm stabilizasyonu sağlar -Filament ipliğin fiksasını sağlar -Bükümlü ipliğin fiksasını sağlar -Core ipliğin fiksasını sağlar	-Kalan çekmeyi azaltır -Takip eden boyamaya yardımcı olur -Elastikiyeti azaltır
Materyal	Pamuk,yün, viskon (sadece nemlendirme için) keten, ipek ve diğer sentetik lifli karışımlara plastik veya düşük maliyetli mukavva ve her çeşit bobinde uygulanabilir.	Herhangi bir çeşit yüksek bükümlü ipliğe ve elastanlı core ipliklere, ipek ve yüne uygulanabilir.	Herhangi bir çeşit bükümlü iplik (multiple) sentetik , stapel ve filament ipliklere, akrilik ve dikiş ipliklerine uygulanabilir.	Herhangi bir çeşit sentetik filament ipliğe uygulanabilir.
Proses Sıcaklığı	55-85°C	65-90 °C	70-110 °C	85-135 °C
Proses zamanı	30-50 dakika	20-45 dakika	40-60 dakika	50-90 dakika
Yararları	-Örmede % 10'a varan artan verimlilik -Çözgüde % 15'e varan daha az kopuş -Artan dokuma verimliliği	-Takip eden bütün işlemlerde verimlilik artışı sağlanır.(Dokuma, örgü,çözgü,büküm)	-Kumaşta daha az hata oluşur -Kumaşta boyama varyasyonu oluşmaz	-Çekme sonucu bobinde oluşan deformasyonu önler ve iplik telef oranlarını düşürür.

## 4. VAKUMLU BUHARLAMA MAKINALARI

### 4. 1. Kondisyonlama Makinaları

Bu bölümde, kondisyonlama makinalarının genel özellikleri ve bu makinelerdeki yeni sistemler ve kondisyonlama makine modelleri hakkında bilgiler verilmiştir. Kondisyonlama sistemleri 50-70 °C arasındaki sıcaklıklarda nemlendirme için dizayn edilmiş ve aynı zamanda 95 °C'ye kadar ki sıcaklıklarda ısıl fiksaja izin veren makinelerdir. 0-20 °C arasında başlama sıcaklığından dolayı vakslanmış ipliklerin kondisyonlanmasında da kullanılırlar. Bu makinelerde basınç aralığı -1 ile 0

bar arasında, sıcaklık aralığı 45°C'den 95 °C kadar değişmektedir. Çözgü ve atkı iplikleri için 20-60 °C, vakslı iplikler için 20-60 °C, likra iplikler için 20-58 °C sıcaklıklar tavsiye edilmektedir (Anon., 2003d ).

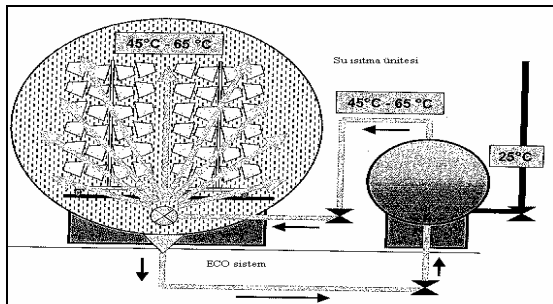
Kondisyonlama makinelerinde buhar sağlama iki şekilde olmaktadır. Birincisi direkt sistemle buhar sağlamadır. Bu metot da ayrı bir tankta 95 °C'ye kadar ısıtılan su, tankın vanası açılarak kondisyonlama kazanı tarafından vakumdan dolayı emilir ve su, kondisyonlama kazanı içinde vakumdan dolayı buharlaşarak doymuş hale gelir. Bu sistem güvenlik nedenlerinden dolayı ve daha iyi sıcaklık kontrolü sağladığı için tercih edilmektedir.

Diğer bir sistem de indirekt sistemdir. Bu sistemde tek kondisyonlama kazanı bulunmaktadır. Doymuş buhar, kazanın içinde alt kısmında bulunan su banyosunun, kondisyonlama kazanı vakumla boşaltıldıktan sonra elektrikli ısıtıcılar ile ısıtılarak buharlaştırılması sonucu elde edilir. Ortamın sıcaklığı bu elektrikli ısıtıcılar tarafından istenen seviyeye ayarlanmaktadır. Bu sistemde de daha az ekipmana ihtiyaç duyulması bir avantajdır (Dayık ve Özdemir, 2000 ).

Welker firması direkt sistemi tercih ederken Xorella firması indirekt sistemi tercih etmektedir. Günümüzdeki kondisyonlama makinalarında, kondisyonlama işleminin daha iyi şartlarda olmasını sağlamak için değişik tasarımlar yapılmıştır. Bu tasarımlar aşağıda anlatılmaktadır.

Şekil 2’de gösterilen, kondisyonlama işlemi boyunca vakumun ve sıcaklığın hassas bir şekilde kontrolünü sağlayan direkt buhar verme sistemi (İnjektor)’dür. Bu sistemler ECO sistem ile birleştirilerek döngü zamanının azaltılmasını ve böylece standart kondisyonlama ve buharlama makinaları ile kıyaslandığında % 50 ye varan oranlarda prosesin ve enerji maliyetinin azaltılmasını sağlamaktadır. Direkt sistemlerin, standart makineler ile karşılaştırıldığında başlıca avantajları şunlardır.

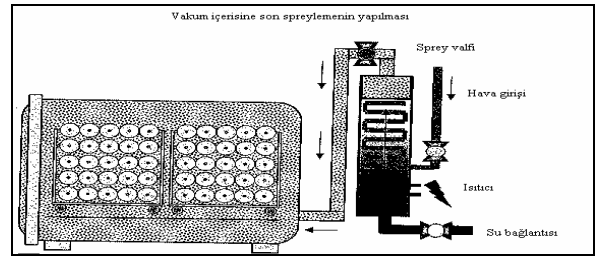
1. Su kaynatılan kısmın makinenin dış kısmında ve ayrı olmasından ve optimize olmasından dolayı düşük enerji tüketimi sağlar (1000 kg’lık iplik için 21 kwh).
2. Dağıtma sisteminden dolayı makinenin içinde doymuş buharın homojen bir şekilde dağılımı sağlanır.
3. Homojen bir sıcaklık dağılımı elde edilir.
4. Bu makinede, yüksek ve ultra vakum sağlanır.
5. Daha iyi enerji performansı için ECO-SİSTEM ile bütünleşme vardır (opsiyonel )
6. Açık kapılardan dolayı enerji kaybı oluşmaz
7. Üst kısımda kondenzasyon noktaları oluşmaz (Anon., 2003d)



Şekil 2. Direkt buhar vermeli (injektor) kondisyonlama sistemi (Anon., 2003d)

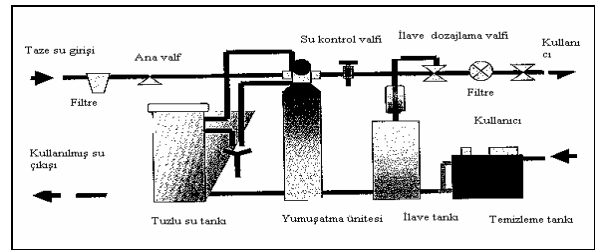
Yüksek vakumlu buharlama makineleri, ihtiyaç duyulan duruma göre bir veya daha fazla döngü için programlanabilirler. Yine bu makinelerde aşırı ısınma probleminden korunma sistemi, proses ve üretim durumlarının her ikisinin görüntülenmesinden oluşan programlanabilir SPC kontrolden oluşan tam otomatik Dositron 18 olarak adlandırılan sistemlerde kullanılmaktadır.

Kondisyonlama makineleri opsiyonel olarak Şekil 3 de görüldüğü gibi bir son püskürtme sistemi ile de donatılabilmektedirler. Bu sistem yardımı ile her döngünün sonunda ince doymuş su, püskürtme şeklinde bobin üzerine uygulanarak iplikteki nem miktarı artırılır (Anon., 2003d ).



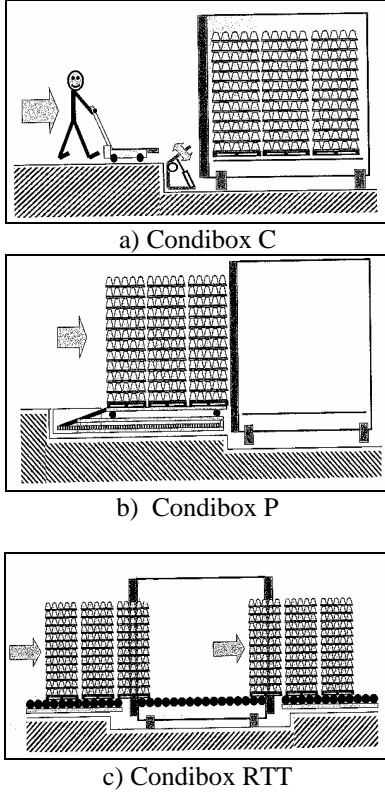
Şekil 3. Son püskürtme sistemi (Anon., 2003d )

Kondisyonlama makinalarında ısıtma sistemine, uygun özelliklerdeki suyu beslemek ve su dönüşünü sağlayan pompalar önemlidir. Şekil 4’de görüldüğü gibi makina parçalarının ömrünü uzatmak için su yumuşatma üniteleri kullanılabilir. Bu ünitelerde taze su filtre edilir ve bir iyon yerdeğişimi prosesi oluşur. Bu prosede kalsiyum ve magnezyum iyonları sodyum iyonları ile değişir (Anon., 2003d).



Şekil 4. Su yumuşatma ünitesi (Anon., 2003d)

Bobinlerin kondisyonlama makinalarına yüklenmesinde Şekil 5’de görüldüğü gibi çeşitli modeller bulunmaktadır. Şekil 5’a yük taşıyıcı arabalar veya paletler ile manuel yükleme için dizayn edilmiş olan condibox C’dir. Şekil 5’b arabalar, paletler ve kutular için otomatik yükleme platformuna sahip Condibox P’dir. Şekil 5’c ise silindir konveyörlere ve çift kapılı tünel modeline sahip Condibox RTT’dir ( Anon., 2003f).



Şekil 5. Otomatik yükleme sistemleri (Anon., 2003f)

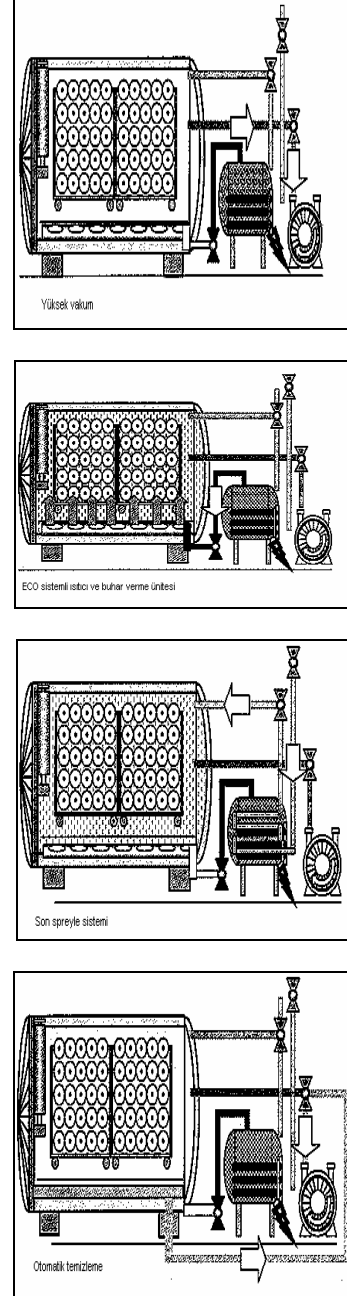
#### 4. 1. 1. Kondisyonlama Makina Modelleri

Kondisyonlama makinaları temel olarak aynı özelliklere sahip olmalarına rağmen biçim ve bobinlerin otoklava yükleniş şekillerine göre farklılık gösterirler. Bunlar condimat sistemler, condibox sistemler, condibox s sistemler ve conditower'lardır.

Condimat kondisyonlama makinaları, otoklavı isteğe göre farklı tipte çelikten yapılabilecek silindirik sistemlerdir. Codimat makinalarında iki tip çelik kullanılmaktadır. Bunlar standart welkodur kaplama ile kaplanmış vakum kazanı ve paslanmaz çelikten yapılmış kondisyonlama çemberinden oluşan bir H II çeliği ve Inox dur (ayrı bir kondisyonlama çemberi olmaksızın tamamen paslanmaz çelikten yapılmış bir vakum kazanıdır). Kazan içindeki bütün elementler paslanmaz çelikten yapılmıştır (Anon., 2003h).

Condimat sistemlerin de kendi aralarında iki tipi bulunmaktadır. Bunlar Multiphase ve Uniphase olarak adlandırılmışlardır. Şekil 6'da işlem adımları ve makine kısımları gösterilen multiphase sistem 120 °C sıcaklıkta (Anon., 2003g), Şekil 7'de gösterilen uniphase sistem ise 105 °C varan sıcaklıkta buharlama için uygundur (Anon., 2003h).

Bu geniş aralıktaki sıcaklık ile, bütün yüksek bükümlü sentetik liflerin fiksesi de yapılabilmektedir.



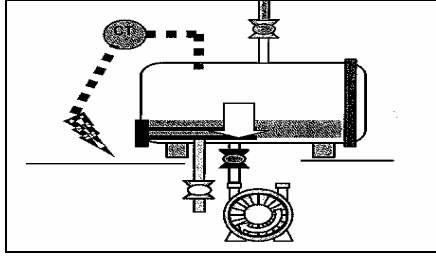
Şekil 6. Multiphase sistem (Anon., 2003g )

Klasik otoklavlarda su banyosu bulunduğu için dolayısıyla, makinenin içinin sık şekilde temizlenmesi gerekmektedir ve bu da yüksek bir maliyet anlamına gelir. Condimatlarda bu maliyetten kurtulmak için her döngünün sonunda otomatik olarak kondense olmuş suyu çıkaran sistemler ile temizleme yapılmaktadır (Anon., 2003g).

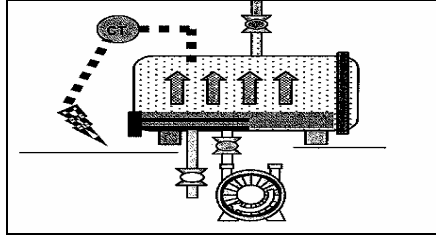


Döngü zamanı multiphase sistemde bir vakum döngüsü ile 45 dakika olarak optimize edilmişken (Anon., 2003g), Uniphase tipinde döngü zamanı, çift vakum döngüsü ile maksimum 50/60 dakika olarak optimize edilmiştir (Anon., 2003h).

Uniphase tipinde, otoklav ve kapı, yüksek dayanıma sahip, son derece etkili 70 mm kalınlığında mineral yünle kaplanarak enerji tasarrufu sağlanmaya çalışılmıştır (Anon., 2003h).



a) Vakum adımı



b) Isıtma adımı

Şekil 7. Uniphase Sistem (Anon., 2003h)

Condibox palet kondisyonlama makinaları ise dikdörtgen biçiminde tasarlanmışlardır. Yine bu makinalarda klasik kondisyonlama makinalarında olduğu gibi 50-70 °C arasındaki sıcaklıklarda ancak paletlerde iplik kondisyonlama yapılmaktadır. Vakıslı iplikler için kondisyonlama işlemi 65°C'ye kadar olan sıcaklıklarda yapılır. Bu makinalarda da 32 °C den 95 °C'ye kadar olan tüm buharlama prosesleri yapılabilmektedir (Anon., 2003i).

Condibox S ise kutu şeklinde ve her parti için 600-2400kg aralığında ihtiyaçları karşılamak amacı ile tasarlanmış bir kondisyonlama makinasıdır. Burada otoklav maliyetini azaltmak amacı ile paslanmaz çelikten oluşan, çok tabakalı bir koruma sistemi geliştirilmiştir. Bu sisteme de welkodur ismi verilmiştir (Anon., 2003i).

Diğer bir model ise conditower'dır. Bu makina dikey olarak tasarlanmış silindirik kondisyonlama makinesidir. Conditower sistemler en çok kullanılan palet boyutlarına uygun olacak şekilde tasarlanmışlardır. Conditower'ın tekne boyutları palet boyutlarına bağlı olarak değişmektedir. En çok kullanılan palet boyutları ise 16/25 ve 19/25 standart

boyutlarıdır. Conditowerlarda ki yükleme sistemleri klasik kondisyonlama makinalarının bir benzeri olmakla birlikte tek fark kondisyonlama makinesinin dikey olmasıdır. Bu makinalar genellikle forklift arabaları veya manuel el arabaları ile yükleme olacak şekilde tasarlanmışlardır. Silindirik konveyörler ile otomatik taşıma (Sistem RT) ve paketleme ile bütünleştirilmiş taşıma sistemleri de (Packtrack) kullanılmaktadır (Anon., 2003j).

#### 4. 2. Fikse Makinaları

Fikse makinaları genel anlamda kondisyonlama makinalarına oranla daha yüksek sıcaklıklara ve basınca çıkabilen donanıma sahip makinalardır. Yüksek bükümlü ipliklerin ve sentetik filament ipliklerin bükümünü stabilize etmek için yüksek sıcaklığa ve basınca çıkmak gerekmektedir. Ancak bu makineler tüm uygulamalar için kullanılabilen makinelerdir. Fiksaj makinelerinde de çeşitli tasarımlar mevcut olmakla birlikte burada temel özelliklerden bahsedilecektir.

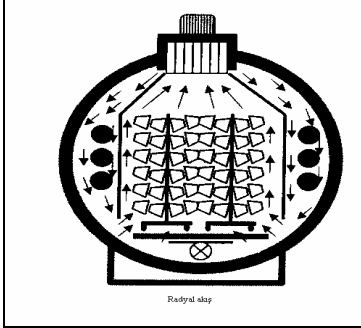
İplik üzerindeki ıslak noktalar boyamada varyasyonlara veya takip eden proseslerde de başka problemlere sebep olabilmektedirler. Dolayısıyla bu problemleri gidermek amacı ile bu makinelere ön fikse sistemleri adapte edilmiştir ([www.welker.de/html/englisch/heatsetting.html](http://www.welker.de/html/englisch/heatsetting.html)).

Bu sistemler sayesinde, ıslak kısımların veya kondanse noktaların meydana getirdiği problemler tamamen elemine edilir. Buhar girişinden önce, iplik taşıyıcıları ve plastik bobinler, ılık havanın sirkülasyonu yardımı ile ısıtılır ve bunun sonucunda buhar ısıtılmış yüzeyler üzerinde kondanse şeklinde oluşmaz ve iplik üzerinde ıslak noktalar ve kalite varyasyonları elemine olur.

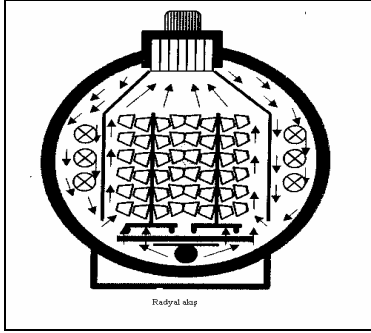
Diğer bir özellik kondisyonlama sistemlerinde de var olan direkt buhar verme sistemi (İnjektor) dür. Bu sistemle vakum ve sıcaklık hassas bir şekilde kontrol altına alınmakta ve döngü süresi, bir vakum döngüsünde maksimum 45 dakika ile optimize edilmektedir. Standart ECO sistem ile birleştirilmiş injektor döngü zamanının azaltılmasını ve böylece standart kondisyonlama ve buharlama makinaları ile kıyaslandığında % 50'ye varan oranlarda prosesin ve enerji maliyetinin azalmasını sağlamaktadır.

Fikse makinalarında da nem penetrasyonunu arttırmak için vakum performansı % 97.7'ye kadar artırılabilir. İplikte yoğunlaşma noktalarının azalmasını, ön-ısıtma ve otoklav içerisinde ısı ve buharın daha iyi dağılımını sağlamak amacı ile Şekil 8'de görülen radial akış sistemleri kullanılabilir. Radyal akışa sahip sistemler (vapomat), otoklav içindeki havayı toplamak için

otoklavın en üst kısmına yerleşmiş bir veya daha fazla güçlü radyal fanlar oluşurlar ve yeniden havayı bir tünel sisteminden geçirerek ipliğe verirler ([www.welker.de/html/englisch/vapomat.html](http://www.welker.de/html/englisch/vapomat.html)).



İlık havalı ısıtma ve kurutma adımı



Doymuş buhar verme adımı

Şekil 8. Radyal akışlı ısıtma makinalarında ısıtma adımları ([www.welker.de/html/vapomat.html](http://www.welker.de/html/vapomat.html))

Böylece bu sirkülasyon sayesinde materyal etrafında kalıcı ve düzgün buhar akışı sağlanır ve nem veya sıcaklık farklılıkları otoklavda oluşmaz. Klasik sistemlerde ise ayrı kaynama aparatına sahip buharlaştırıcıların olması durumunda, buhar otoklavın içerisine otoklavın alt kısmında bulunan boru sistemi ile verilmekte ve buharlanacak materyal, buharlama prosesi boyunca çok çeşitli sıcaklık derecelerine maruz kalmaktadır. Buhar otoklav içerisinde ısıtıldığında ise, prosesin herhangi bir aşamasında, otoklavın alt kısmında kurtulan iplik daha yüksek bir pozisyondaki ipliğe göre daha yüksek bir sıcaklığa maruz kaldığından durum daha da kötü olmaktadır. Yani makine içerisinde buhar akışının kesinlikle kontrolü yoktur.

Radyal akış sistemi mevcut olduğunda ise buhar homojen bir şekilde dağılmakta dolayısıyla proses zamanı da % 20 oranında azalabilmektedir. Sentetik iplikler kullanıldığında radyal akış uniform hacim ve stabilizasyon sağlarken, tektüre ipliklerinde ise, optimum hacim efektlerine ulaşılır.

Bu sistem sıcak havanın ve buharın daha iyi sirkülasyonunu sağlar; kondanmış suda azalma

meydana getirir, su ve ısı lekelenmelerini ortadan kaldırır, buharlama zamanında % 20'ye varan azalma meydana getirir, azalan buharlama döngüsünden dolayı enerji maliyetini düşürür, su tüketiminde azalma meydana getirir ve doğru kondenzasyon kontrolünden dolayı iplik ve filament özelliklerini iyileştirir ([www.welker.de/vapomat.html](http://www.welker.de/vapomat.html)).

#### 4. 2. 1. Isıl Fiksaj Makina Modelleri

Daha öncede söylediğimiz gibi ısıtma makinaları ipliğe verilen bükümü stabilize etmek için daha yüksek sıcaklıklarda ve daha yüksek basınçta çalışabilen vakumlu buharlama makinalarıdır. Bu makinelerden bir tanesi de silindirik şekilde tasarlanmış vapomat sistemlerdir. Isıl fiksaj makineleri sadece bükümü stabilize etmek veya sentetik flaman ipliklere yapılacak işlemlerde değil bütün uygulamalar için kullanılabilen ısıtma makinalarıdır.

Bu makineler değişik çaplarda ve uzunluklarda tasarlanabilmektedirler ve kendi aralarında uygulanabilecek maksimum sıcaklığa göre ikiye ayrılmışlardır. Bunlar vapomat 120 ve vapomat 150'dir. Vapomat 120 maksimum 120 °C -1 bar basınçta çalışırken, vapomat 150'de sıcaklık maksimum 150 °C basınç ise 4 bar'a kadar çıkmaktadır. Bu makineler yüksek vakum ve yüksek basınçlı uygulamalar için kullanılmakta ve teknik konfigürasyonundan dolayı bir kondensasyon makinası olarak da kullanılabilmektedirler.

([www.welker.de/vapomat.html](http://www.welker.de/vapomat.html)).

#### 4. 3. Contexxor Buharlama Sistemi

Yaygın olarak kullanılan diğer bir sistemde contexxor sistemidir. Bu makinelerde buhar indirekt sistemle elde edilir ve bu sistem sıcak su veya termo yağdan faydalanılarak veya su banyosu içine batmış ısı değiştirici ile elektrikli olarak ısıtılabilir. Bu metotla (indirekt buhar verme) daha az yardımcı ekipman ve daha az bakım onarım ve yatırım maliyeti elde edilmektedir. Elde edilen buhar geniş bobinlere kağıt tüplere ve kutulanmış şekildeki bobinlere kolay bir şekilde nüfuz eder. Bu otoklavlarda buhar minimum 50 °C üretilmektedir ve 150 °C'ye kadar sıcaklıklarda uygulamalar yapılır. Bu sistemlerde yukarıda bahsettiğimiz ön ısıtma ve sirkülasyon fanları kullanılmamaktadır ve bu yüzden enerji tasarrufu sağlanmaktadır.

Vakımlı ring ve open end iplikler, contexxor vakumlu buharlama makinelerinde vaksın erime noktası altındaki sıcaklıklarda kondensasyonlanabilirler. Contexxor makinelerinde proses zamanı, makine tipine, proses ve materyal tipine bağlı olarak



değişmekle birlikte kabaca bütün kısa ve uzun staple liflerden oluşmuş iplikler için 30-55 dakika, sonsuz filament iplikler için ise uygulamaya bağlı olarak maksimum 90 dakikadır. ECO sisteme sahip makinelerin enerji tüketimi klasik otoklavlara göre % 40 ve üzerinde enerji tasarrufu sağlarken, ECO sisteme sahip olmayan otoklavlarda enerji tüketimi klasik otoklavlara göre % 20 daha azdır.

Contexxor vakumlu buharlama makinelerinin iki tipi mevcuttur. Bunlar LT tipi ve HT tipi dir. Proses ve materyale bağlı olarak LT tipinde 50-110 °C sıcaklıklarda, HT tipinde ise 50-140 °C sıcaklıklarda uygulamalar yapılabilmektedir. Contexxor de iki adımlı uygulama gerçekleşmektedir ve bu sayede iç ve dış tabakalar uygulama sıcaklığına aynı zamanda ulaşmaktadırlar. Bunun sonucunda da düzgün buhar nüfuziyeti ve nem dağılımı sağlanmaktadır. İpliğin tüm uzunluğu boyunca fiziksel özelliklerinin iyileşmesi, sentetik ipliklerin sarıldığı masuralarda büzüşmenin meydana gelmemesi, homojen boya affinitesinden dolayı kumaş üzerinde çizgili efektin oluşmaması bu makinelerin avantajlarıdır (Anon., 20031 ).

#### **4. 4. Aquafix BR Buharlama Sistemi**

Bu makineler da uygulanan sıcaklıklara göre ikiye ayrılır . Bunlardan ilkinde yüksek sıcaklıkta fikse işlemi yapılır. Bu sistemlerde çalışma basıncı, 140 °C'ye kadar çalışmaya izin verirken kapı kilitleme mekanizmaları kullanılarak güvenlik kontrol altına alınmaya çalışılmıştır. Daha yüksek vakum düzeyinde çalışılmak istendiğinde buhar verme pompaları ile destek yapılabilmektedir. Aquafix sistemlerde de bobin içerisinden hava etkili bir şekilde çıkarılmakta ve “wash-through” vakum teknolojisi kullanılarak buharlama işlemi gerçekleştirilir.

Düşük sıcaklıkta fikse işleminde ise eğer operasyonun gerektirdiği maksimum sıcaklık 98 °C'yi aşmıyorsa, “BR-A” versiyonundaki otoklavlar kullanılabilir. Bu makinede tek fark basıncın düşük olmasıdır ve doğal liflerin ve rejenere sentetik liflerin fiksesi için kullanılmaktadır. “PR” seçeneği ise ıslak nokta hatalarını tamamıyla elemine eder, bobinin boyutsal karakteristiklerini bozmadığı ve ipliğin dış tabakasında oluşabilecek hataları önler. Bu makinelerde elde edilen nem ilavesi sadece ipliğin son ağırlığında avantajlar vermekle kalmaz aynı zamanda karton kutular içinde paketlenmiş materyallere uygulandığında dahi materyalin kalitesini arttırmaktadır. Buharlama işlemi sonucunda iplikteki canlılık azalır, rezilyans özelliği artar, elektrostatik yüklenme meydana gelmez.

BR buharlama otoklavlarında, buhar sadece doyma noktasına kadar ısıtıldığından aşırı ısınmayı önleyen çift kaplama veya dış ekipmanlar kullanılmamaktadır. İdeal bir buhara sahip olmak için yüksek bir ilk vakum uygulanır ve doyma düzeyi sıkı bir şekilde kontrol edilir (Anon., 2003b).

Üç farklı dizaynı bulunmaktadır. Dikey Aquafix BR C yüksek paletlerde uygulama için silindirik şekilde dizayn edilmiştir, tek ve çift versiyonları mevcuttur, palet formunda ve günde maksimum 15000 kg'lık bir üretimin olduğu durumlarda kondisyonlama işlemi için ikiz versiyonları da vardır. Palet yüksekliğinde pratik olarak herhangi bir sınırlama yoktur. Yatay Aquafix BR çaplıklarda veya kutulanmış bobinlerin uygulanması için kullanılan otoklavlardır. Yükleme yüksekliği 6 veya 7 kat bobin yüksekliğinde sınırlandırılmış ve yüklemeye karton mukavva kutularda veya arabalarda yapıldığında makinenin en etkili şekli yatay olanıdır. Materyal makine boyunca tünel şeklinde yerleştirilir veya bir veya iki kapı şeklinde beslenir. Küp Aquafix BR Q; yüksek paletler, geniş üretimler için tasarlanmıştır. Makinenin modüler küp formu 5 palete kadar yüklemeye imkanı verir.

Bu makinelerde bulunan “RA” seçeneği, suyun tekrar buharlaşmasını önleyerek final soğutma işleminin daha hızlı ve daha etkili bir şekilde gelişmesine olanak sağlamaktadır. Otoklavlarda yağ veya sıcak su, elektrik, buhar ile ısıtma seçilebilir (Anon., 2003a).

## **5. SONUÇ**

Düzgün bir şekilde uygulanan buharlama işlemi ipliğin sadece nem düzeyini arttırmakla kalmaz, ipliğin mukavemet özelliklerini artırır, kıvrılma büklümleşme gibi problemleri ortadan kaldırır, işlemler esnasında oluşan toz, çepel miktarlarını düşürür ve aynı zamanda buharlama işleminin, süresine, sıcaklığına, basıncına bağlı olarak daha sonraki proseslerde (dokuma, örme, v.b) daha az problem çıkararak verimliliği artırır, boyama esnasında daha düzgün boya alımı sağlar ve çizgilerin oluşmasını engeller, standart rutubet değerine ulaştığı için ticaret de kayıplara neden olmaz. İpliklere uygulanan vakumlu buharlama işlemi tekstil prosesler içinde önemli bir yere sahiptir ve bu işlemin daha düzgün ve hatasız bir şekilde yapılması gerekmektedir.

Vakumlu buharlama makineleri üreten firmalar genel anlamda makinelerini fikse makinesi dediğimiz yüksek sıcaklığa ve basınca çıkabilen ve kondisyonlama makinesi dediğimiz daha düşük

sıcaklık ve basınç aralığında çalışanlar olmak üzere iki tipte üretmektedirler ve bu makinelerde kondisyonlama, fikse, relaksasyon ve ön çektirme işlemleri gerçekleştirilmektedir. Bu makinelerde amaç iyi kalitede doymuş buhar elde ederek ve yüksek vakum uygulayarak yapılacak buharlama işleminin ipliğe homojen bir biçimde nüfuz etmesini sağlamaktır. Bu nedenle makine üreticileri pek çok yenilikler sunmuştur. Bu yenilikleri şöyle sıralayabiliriz:

- ECO sistemle birlikte kullanılan buhar verme sistemi (injector): bu sistem vakum ve sıcaklığı hassas bir şekilde kontrol ederken enerji maliyetini de azaltmaktadır,
- Yüksek vakum düzeyleri kullanma: buharın iplik içerisine düzgün bir şekilde nüfuziyetinin sağlanması için % 95'lere varan vakum düzeyleri gerekmektedir,
- Otoklav içindeki havayı toplamak amacı ile otoklavın en üst kısmına yerleştirilmiş bir veya daha fazla güçlü radyal fanndan oluşan radyal akış sistemleri: bu sistemler ile hava yeniden bir tünel sisteminden geçirilerek ipliğe verilir ve böylece buhar homojen bir şekilde dağılarak proses zamanı % 20 oranında azaltılmaktadır,
- Makinelerde aşırı ısınmayı önlemek amacı ile oluşturulan kontrol sistemleri,
- İplik üzerindeki nem miktarlarını arttırmak amacıyla oluşturulan makine çıkışındaki su püskürtme sistemleri,
- Isıtma sistemine, uygun özellikteki suyu beslemek ve makine parçalarının ömrünü uzatmak için kullanılan su yumuşatma üniteleri,
- Bobinlerin kondisyonlama makinelerine yüklenmesinde işletmenin şartlarına adapte edilebilecek paletlerle veya kutularla yüklemeye uygun, manuel yükleme, otomatik yükleme ve yükleme, paketleme sistemleri ile bütünleştirilmiş çeşitli tasarımlar.

## 6. KAYNAKLAR

Anonymous, 2003a. Aquafix, Yarn Conditioning Machines, 2003 Katalog.

Anonymous, 2003b. BR Vacuum Steaming Machines , 2003 Katalog.

Anonymous, 2003c. Portrait Xorella AG, 2003 Katalog.

Anonymous, 2003d. Welker Conditioning Sytems, 2003 Katalog.

Anonymous, 2003e. Welker Information FAQ on Yarn Conditioning, 2003 Katalog.

Anonymous, 2003f. Welker Condimat, Standart Conditioner, 2003 Katalog.

Anonymous, 2003g. Welker Condimat Multiphase, 2003 Katalog.

Anonymous, 2003h. Welker Condimat Uniphase, 2003 Katalog.

Anonymous, 2003i. Welker Condibox, The Pallet Conditioner, 2003 Katalog.

Anonymous, 2003i. Welker Condibox S, Standart Conditioner, 2003 Katalog.

Anonymous, 2003j. Welker Conditower, the one Pallet Conditioner, 2003 Katalog.

Anonymous, 2003k. Xorella Contexxor, 2003 Katalog.

Anonymous, 2003l. Xorella Contexxor, The Innovative Conditioning and Steming System, 2003 Katalog.

Dayik, M., Özdemir, Ö. 2000. "Vakumlu Ortamda Doymuş Buharla Kondisyonlama Şartlarının İplik Özellikleri Üzerine Etkisi" Tekstil Maraton Dergisi Sayı 5, Kasım-Aralık 6/2000, s: 41-57.

Toggweiler P, Gleich S., Wanger F., Steiner, F. 1995 "Improved Quality with Contexxor Conditioned Cotton Yarn" Melliand English 9/1995, p: 154-155 [www.geocities.com/vijayakumar777/yarnconditioning.html](http://www.geocities.com/vijayakumar777/yarnconditioning.html), 2004.

[www.welker.de/html/englisch/vapomat.html](http://www.welker.de/html/englisch/vapomat.html), 2004.

[www.welker.de/html/englisch/heatsetting.html](http://www.welker.de/html/englisch/heatsetting.html), 2004.