

HAVA JETLİ DOKUMA MAKİNALARINDA HAVA TÜKETİMİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ ve AZALTMAYA YÖNELİK DENEMELER

Belkis ZERVENT ÜNAL¹, Bayram DEMİR²

¹ Çukurova Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü, Adana, Türkiye.

² Çukurova Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü, Adana, Türkiye.

Geliş Tarihi/Received Date: 12.04.2023 Kabul Tarihi/Accepted Date: 10.07.2023 DOI: 10.54365/adyumbd.1281327

ÖZET

Çalışma kapsamında, hava jetli atkı atma sistemine sahip dokuma tezgâhları ve bu tezgâhlardaki hava tüketiminin çeşitli açılardan ele alınarak değerlendirilmesi hedeflenmiştir. Bu amaçla öncelikle hava jetli ve rapierli dokuma makinaları üretim maliyetleri karşılaştırılmıştır. Ardından hava jetli dokuma tezgâhlarında hava sarfiyatına etki eden parametreler ortaya konulmaya çalışılmıştır. Atkı ipliği ve atkı varış süresinin hava sarfiyatı ile olan ilişkisi incelenmiş ve sarfiyatı azaltmaya yönelik öneriler geliştirilmiştir. Ayrıca teorik hava sarfiyatı hesaplama amaçlı kullanılacak bir Excel çalışma sayfası oluşturulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Hava jetli atkı atma, Ana enjektör, Yardımcı enjektör, Nozzle, Hava tüketimi

EVALUATION OF AIR CONSUMPTION IN AIR JET WEAVING MACHINES AND TRIALS TO REDUCE

ABSTRACT

Within the scope of the study, it is aimed to evaluate the weaving looms with an air jet weft insertion system and the air consumption in these looms from various perspectives. For this purpose, firstly, the production costs of air-jet and rapier weaving machines were compared. Then, the parameters affecting the air consumption in air-jet weaving looms were tried to be revealed. The relationship between weft yarn and weft arrival time and air consumption has been examined and suggestions have been developed to reduce consumption. In addition, an Excel worksheet that can be used for calculating theoretical air consumption has been created.

Keywords: Air jet weft insertion, Main injector, Auxiliary injector, Nozzle, Air consumption

1. Giriş

Dokuma makinalarında mekikli ve mekiksiz (mekikçikli, kancalı (rapierli) ve jetli) olmak üzere iki farklı atkı atma sistemi kullanılmaktadır. Çalışma kapsamında jetli sistemlerden hava jetli dokuma tezgâhi üzerinde çalışılmıştır (Şekil 1).

Hava jetli dokuma makinalarında atkı, düzelerden basınçla üflenen hava ile arasında oluşan sürtünme kuvveti vasıtasıyla ağızlık içerisinden taşınmaktadır. Atkı ipliğine hız verilmesi ve ivme kazandırılması için gerekli kuvvetler kompresörlerden gelen filtrelenmiş basınçlı havayla beslenen düzeler tarafından üretilmektedir.

* e-posta¹ : belzer@cu.edu.tr ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0001-8591-2217> (Sorumlu Yazar)

e-posta² : bayramads@gmail.com ORCID ID: <http://orcid.org/0009-0000-9279-4810>



Şekil 1. Hava jetli dokuma tezgâhı [1].

Ana düzeden üflenen basınçlı hava ile atkıya ilk hareket verilmekte, fakat özellikle geniş enli tezgâhlarda atkının izleyeceği yol boyunca üflenen hava dağılmaya ve hızlandırıcı etkisini kaybetmeye başlamaktadır. Bu durumu ortadan kaldırmak amacıyla hava jetli makinalarda çeşitli atkı atma kılavuz düzenekleri geliştirilmiştir. Bu düzenekler;

1. Tek düze, kılavuz ve makinanın karşı tarafında emme sistemi
2. Kılavuzlarla birlikte ana ve yardımcı düzeler
3. Profilli tarak ile ana ve yardımcı düzeler

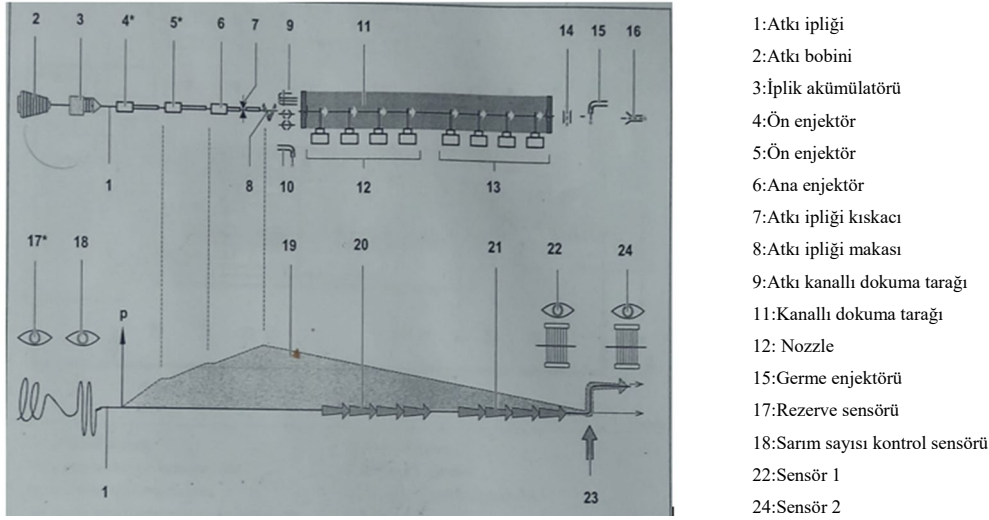
şeklinde sıralanabilmektedir. Günümüzde ticari hava jetli dokuma makinalarda genellikle profilli tarak tercih edilmektedir. Profilli tarak atkı ipliğine atkı yolu boyunca kılavuzluk etmekte ve havayı belirli bir doğrultuda yönlendirmeye yardımcı olmaktadır. Tarak dişlerinin oluşturduğu kanal jetlerden çıkan havanın basıncını ve formunu değiştirmeden atkının tezgâhın karşı tarafına taşınmasında yardımcı olmaktadır [2].

Atkı atma sisteminin tefeyle birlikte hareket ettiği hava jetli dokuma makinalarında atkı atma sadece tefenin geride bekleme yaptığı süre içinde değil ayrıca ileri ve geri hareket süreçlerinin bir kısmında da devam edebilmektedir. Yüksek hızlarda çalışan hava jetli dokuma makinalarında böylece bekleme süresi azaltılıp ileri ve geri yönde harekete daha fazla zaman ayrılarak maksimum hız ve ivme değerlerinin azaltılması mümkün olmaktadır [2].

Hava jetli atkı atma sistemiyle çalışan dokuma tezgâhları diğer atkı atma sistemlerine göre daha fazla enerji tüketmektedir. Bunun sebebi de atkıyı taşıma esnasında kullanılan yaklaşık 7-8 bar basınçlı havadır. Basınçlı hava elde etmek için önemli miktarda enerji harcanmaktadır. Örneğin 7 bar değerindeki basınçta 1 m³ hava elde etmek için atmosferden 8 m³ havayı emip sıkıştırmak gerekmektedir. Sıkışan havanın sıcaklığı artmakta, yani harcanan enerjinin bir kısmı ısıya dönüşmektedir. Bu ısının kompresörden alınması yani kompresörün soğutulması gerekmektedir. Özetle kompresörde harcanan elektriğin büyük kısmı ısı olarak atılmaktadır [3].

Çalışma kapsamında hava tüketimi irdelenen hava jetli dokuma makinasının makine aksamalarının şematik bir görüntüsü Şekil 2’de verilmiştir. Hava jetli atkı atma sistemine sahip tezgâhlarda akümülatör kısmı (2) özel olarak tasarlanmıştır. Atkı atma işlemi gerçekleşmeden önce atkı, bir bobinden sağılarak bir kılavuz ve gerilim düzenleyiciden geçirilmekte, atılacak atkı (1) miktarı kadar iplik akümülatör yardımıyla tambur üzerine sarılmaktadır. Akümülatör tamburu üzerine sarılan sarımı 2 adet sensör (17 ve 18) kontrol etmektedir. Daha sonra sağım esnasında balon oluşmaması için balon kırıcı yerleştirilmiştir. Ağzılık açıldıktan sonra tefe atkıyı atabilmek için yeterli miktarda geriye gittiğinde atkı tutucunun (7) atkıyı bırakmasıyla birlikte yardımcı enjektör (5) ve ana enjektöre (6) kontrol valfleri aracılığıyla basınçlı hava gönderilmektedir. İplik ile hava arasındaki hız farkından sürtünme kuvvetinin etkisiyle atkıya ilk hareket verilmektedir. Ana enjektörden çıkan iplik tarak kanalı (11) içerisinde harekete başlamaktadır. Atkı ağzılık içerisinde ilerlerken özel kanallı profil tarak üzerinde her 7.5 cm de bir ayarlanmış olan yardımcı nozzle (12) atkının ağzılık içerisinde sağlıklı bir şekilde ilerlemesini sağlamaktadır. Atkı, tarak kanalının sonuna vardığında germe enjektörü (15) ipliği gergin tutmaktadır. Dokuma esnasında hata oluşmaması için atkıyı algılayan iki

adet sensör bulunmaktadır. Bunlardan birincisi (22) atkının gelip gelmediğini ve geliş zamanını kontrol etmekte gerekmesi durumunda kart vasıtasıyla ana enjektör basıncını ayarlayan valflere bilgi gönderip ana enjektör basıncını ayarlamaktadır. Bir diğer sensör (24) ise atkı kopuşlarını kontrol etmektedir. Atkının atılması tamamlandıktan sonra tutucular atkı ipliğini yakalamaktadır. Ağzılığın içerisine yerleştirilen atkı kumaşa tefelenmekte, bu sırada atkı ipliği kumaş kenarında leno örgüyle örülmektedir. Bu işlemin devamında makine bir sonraki atkıyı yerleştirmek için harekete devam etmektedir.



Şekil 2. Hava jetli atkı atma sistemi şematik görüntüsü [1].

Hava Sarfiyatının Önemi

Basıncılı hava bedava olmayıp, pahalı bir enerji biçimidir. Basıncılı hava maliyet hesabıyla ilgili bir örnek aşağıda verilmiştir. Türkiye’de 2020 yılında şebeke elektriğinin fiyatı yaklaşık 0,50 TL/ kWsa’tir. Verimli bir vidalı kompresörün yaklaşık spesifik verimi ise 0,1 kWsa/m³ kabul edilebilmektedir. Buna göre kompresörün, 7,5 bar basınçta 1 m³ basınçlı hava üretmek için maliyeti 0,50x0,1=0,05 TL/m³ olarak hesaplanabilir. Bu maliyet hesabına sabit maliyetler, yağ, su tüketimi ve bakım onarım giderleri eklenmemiştir. Bu değere sabit maliyetler de eklenirse basınçlı havanın toplam maliyeti 0,05/0,75 (%75) = 0,067 TL/m³ olarak görülmektedir [3].

100 adet hava jetli dokuma tezgâhı olan bir işletme için 800 devirde 100 m³ hava tüketildiği düşünüldüğünde bu işletme için aylık hava tüketimi 7 200 000 m³ ve bunun maliyeti 482 400 TL dir. Bu havanın üretilmesi için kullanılacak enerji miktarı 720 000 kWsa tir. Enerji tüm canlılar için her geçen gün artan öneme sahip olan bir yaşam kaynağıdır. Enerjiye olan talebin her geçen gün artması Türkiye gibi kendi enerji talebini karşılayamayan ülkeler için ekonomide dışa bağımlılığı da arttırmaya başlayacaktır. Rakamlardan da görüleceği üzere hava tüketimi üzerinde yapılacak tasarruflar günümüzde şirketlerin ayakta kalabilmesi, rekabet edilebilirliği ve düşük maliyeti için çok fazla önem taşımaktadır [3].

Literatür özeti

Çalışma kapsamında literatür taraması ile ulaşılan, hava jetli dokuma makinaları ve bu makinalarda hava sarfiyatı ile ilgili olarak yapılmış çalışmalardan bazıları aşağıda özetlenmiştir. Khiani ve ark. [4] yapmış oldukları çalışmada, hava jetli dokuma makinalarında hava tüketiminin yüksek olmasının nedenleri incelenmiştir. Çalışmada, dokuma işletmesinde yüksek enerji tüketim değerlerine sahip olan hava jetli atkı atma sistemine sahip dokuma tezgâhlarının tüketilen enerji miktarında önemli bir yere sahip olan hava sarfiyatının azaltılmasına yönelik yaklaşımlar geliştirilmesi amaçlanmıştır. He ve ark. [5] yapmış oldukları çalışmada hava jetli dokuma makinalarındaki ana enjektör detaylı olarak ele alınmış ve ana enjektörde oluşan negatif basınçtan bahsedilmiştir. Buradaki

akışı iyileştirmek için yeni bir ana enjektör tasarımı yapılmıştır. Yeni tasarımda, çıkıştaki ivmenin 10 m/sn artacağına değinilmiştir. Patil ve ark. [6] yapmış oldukları çalışma, hava jetli dokuma tezgâhında atkı kopuşundan kaynaklanan tezgâh duruşlarını azaltmayı amaçlamıştır. Ana ve alt nozzle'ların hava basıncı değerinin yanı sıra ağızlık geçiş zamanlamalarının optimize edilmesinin, pamuk ve filament atkı iplikleri için sırasıyla %40 ve %30 azalma sağladığı sonucuna varılmıştır.

Üncü'nün 1996 yılında yaptığı çalışmada hava jetli atkı atma sisteminde harcanan basınçlı hava miktarının atkı atım süresi tarafından belirlendiğine ve atkı atım süresinin kısaltılmasının daha düşük enerji sarfiyatı oluşturacağına değinilmiştir [7]. Haq ve Hossain'in 2017 yılında yapmış olduğu çalışmada hava jetli atkı atma sistemine sahip dokuma tezgâhları, diğer atkı atma sistemlerine göre daha hızlı çalışsa da, hava kullanımları optimize edilmediğinde üretim maliyetlerinin daha yüksek olabileceğine değinilmiştir [8].

Ishida [9] yaptığı çalışmada, yardımcı düzeden 100 cm uzaklıktaki havanın hızının baştaki hızın 1/20'si civarında olduğunu belirtmiştir. Hız düşüşünü azaltmanın en iyi yolunun 3 ya da 4 kat fazla yardımcı düze çapı ve minimum boşluk olduğunu tespit etmiştir. Fakat yardımcı düze çapı arttıkça hava sarfiyatının da artacağı belirlenmiştir. Hasegawa [10], open-end (açık uç) eğrilmiş iplikler ve ring eğrilmiş ipliklerin hava jetli dokuma makinalarında kullanımı arasında bir karşılaştırma yapmıştır. Buna göre open-end (açık uç) iplikler daha yüksek hıza sahip ve dolayısıyla daha az hava sarfiyatına sebep olmaktadır. Bozkan [11], yardımcı düzelerin üfleme derecesi azaldığında hava tüketiminin de büyük ölçüde azaldığını belirtmiştir. Düze tipi ve çapının hava sarfiyatında çok önemli olduğu, çok delikli yardımcı düzelerin tek deliklilere göre daha az hava tüketimine neden olduğu, yardımcı düze çapı küçüldükçe hava sarfiyatının da azaldığı görülmüştür.

Shandilya ve Gangopadhyay'ın 2022 yılında yaptıkları çalışmada, ana enjektör hava akış kapasitesini iyileştirmek ve atkı enjeksiyon bölgesindeki geri akış olayını azaltmak için boğazlı yeni bir enjektör yapısı tasarlanmıştır. Yeni tasarımın, yaygın olarak kullanılan ana enjektörlere kıyasla aynı hava basıncında hızı artırdığı ve bunun da hava tüketimini azaltacağı ifade edilmiştir [12]. Zegan ve Ayele 2022 yılındaki çalışmalarında, hava jetli dokuma makinalarında dokumadan sonra optimum mekanik özelliklere ve iplik büküm kaybına sahip kumaş üretmek için hava basıncını ve tezgah hızını optimize etmeyi amaçlamışlardır. Bu amaçla oluşturulan regresyon modelleri atkı ipliğinin büküm kaybının nozzle basıncı ile negatif, dokuma tezgahı hızı ile pozitif korelasyona sahip olduğunu göstermiştir. Bunun yanısıra nozzle basıncı ve tezgah hızının kumaşın atkı yönünde hem yırtılma hem de çekme mukavemeti ile negatif bir korelasyona sahip olduğu belirlenmiştir [13]. Haque ve ark. (2023), proses iyileştirme ile üretim maliyetlerini düşürmenin, hava jetli tezgah performansında ve kumaş kalitesinde herhangi bir düşüş olmadan hava tüketimini ve yardımcı kenar atıklarını azaltmanın yollarını araştırmışlardır. Çalışma sonucunda daha küçük delik çaplarına sahip tek delikli nozzle kullanmanın tezgah performansından veya verimliliğinden ödün vermeden enerji maliyetlerini ve atıkları önemli ölçüde azaltabileceği tespit edilmiştir [14].

Çalışma kapsamında öncelikle hava jetli ve rapierli atkı atma sistemlerine sahip dokuma makinalarıyla belirli metrajda üretimlerin maliyeti detaylı olarak irdelenmiştir. Ardından yaygın kullanılan iki farklı marka hava jetli dokuma makinasında bulunan parçaların hava sarfiyatları farklı basınç değerleri için karşılaştırılmıştır. Daha sonra bu tezgâhlarda hava sarfiyatına etki eden parametreler ortaya konulmuş ve optimum üretim parametrelerinin belirlenmesi hedeflenmiştir. Ayrıca denemelerin yapıldığı dokuma tezgâhlarında farklı basınç değerlerinde ana enjektör, yardımcı enjektör ve nozzle'ın saatteki hava tüketimleri metreküp (m³) olarak ölçülmüş ve bu verilerden faydalanılarak teorik hava sarfiyatı hesaplama amaçlı kullanılacak bir Excel çalışma sayfası oluşturulmuştur.

2. Materyal ve Metod

2.1. Materyal

Çalışma kapsamında hava jetli atkı atma mekanizmasına sahip iki farklı marka dokuma makinası üzerinde hava sarfiyatını belirlemeye ve azaltmaya yönelik denemeler yapılmıştır. Bu kapsamda kullanılan makinaların seçilmiş teknik özellikleri Çizelge 1'de verilmiştir.

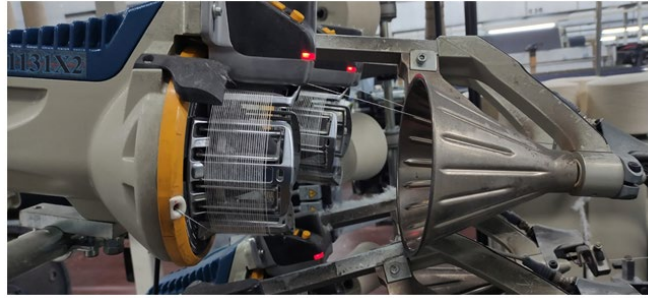
Çizelge 1. Hava jetli dokuma makinalarının özellikleri.

PARAMETRE	A marka dokuma makinası	B marka dokuma makinası
Ağızlık açma sistemi	Eksantrik	Eksantrik
Atkı atma sistemi	Hava jetli	Hava jetli
Atkı tutma sistemi	Clamp	PWC Cımbız, BAYD*
Akümülatör sayısı	4	4
Maksimum dokunabilir en (cm)	220	400
Model (yıl)	2018	2010
Maksimum devir (atkı/dk)	1000	560

*Deneysel çalışmanın yürütüldüğü işletmede geliştirilen sistem

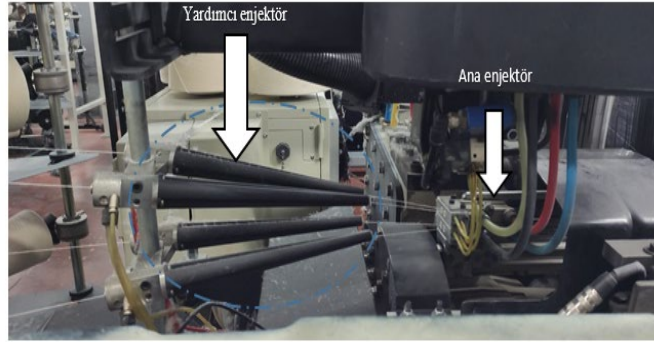
2.1.1. A marka hava jetli dokuma makinası

Çalışmada hava tüketimi irdelenen A marka hava jetli dokuma makinasında ağızlık açma sistemi eksantriklidir. Şekil 3'te hava jetli atkı atma sistemine sahip dokuma tezgâhlarında önemli bir yere sahip olan akümülatör görülmektedir. Atılacak atkının uzunluğu akümülatör tamburunun çapı ve ekrana girilecek atım esnasında bırakılacak sarım sayısı ile belirlenmektedir. Akümülatör çapı ve serbest bırakılacak sarım sayısı belirlenirken tarak eni dikkat edilmesi gereken önemli bir parametredir. Akümülatör içerisinde 1 adet sensör bulunmakta olup geriden atkı ipliği koptuğunda makine durmadan o akümülatörü bir sonraki duruşa kadar devre dışı bırakmaktadır. Böylelikle randıman kaybını önlemekte ve duruş sayısını azaltmaktadır.



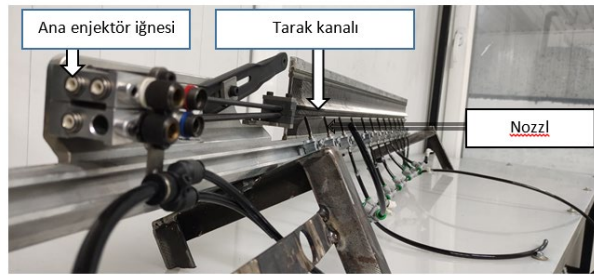
Şekil 3. A marka dokuma makinası akümülatörü [15].

Dokuma esnasında makine bir turunu ana krank milinin 360 derecelik dönüşü ile tamamlamaktadır. Milin bir turu (360 derecelik dönüşü) esnasında çerçevelerin hareketi, nozzle üflemlerinin açılıp kapanması, ana enjektör- yardımcı enjektör üflemlerinin açılıp kapanması, tefenin ileri-geri hareketi ve atkı salınımı gibi görevler belirlenen derecelerde yapılmaktadır. Bu görevler elektronik valfler, kamlar ve kam takip eden yoklayıcılar gibi yardımcı makine elemanları ile yapılmaktadır. Tefe vurma noktası ana krank milinin sıfırncı derecesidir. Ana krank milinin sıfırncı derecesinden sonra yeni atkı atmak için tarak geriye doğru çekilmekte, çerçeveler yeni ağızlık için aşağıda veya yukarıda pozisyon almaktadır. Ağızlık açıldıktan sonra akümülatör tamburundaki tırnağın serbest bırakmış olduğu ipliğe yardımcı enjektör ve ana enjektör vasıtasıyla ilk hareket verilmekte, hava ile iplik arasındaki sürtünme kuvvetinden faydalanılarak ipliğin taşınması sağlanmaktadır. Şekil 4'te ana enjektör ve yardımcı enjektör gösterilmektedir.



Şekil 4. A marka dokuma makinası ana enjektör ve yardımcı enjektör [15].

Ana enjektörden çıkan atkı ipliği tarak kanalında ağızlık boyunca ilerlemektedir. Ağızlık boyunca atkıyı sadece ana enjektör ve yardımcı enjektörün taşınması mümkün olmadığından ve hız düşmesi olacağından dolayı tarak üzerinde her 7,5 cm'de bir yer alan nozzle vasıtasıyla hareket desteklenmektedir. Şekil 5 ve Şekil 6'da tarak kanalı ve nozzle tefe üzerindeki konumu gösterilmektedir. Çalışma yapılan A marka dokuma tezgâhında 1 mm çapa sahip tek delikli nozzle kullanılmaktadır.



Şekil 5. Nozzle ve tarağın tefe üzerindeki konumu [15].



Şekil 6. Nozzle görünümü [15].

Atkı atma işlemi tamamlanıp kumaş enince atkı atıldıktan sonra tefe üzerine yerleştirilen iki adet sensör atkıyı kontrol etmektedir. Tekrar ağızlık kapanarak tefeleme işlemiyle atılan atkı kumaşa dâhil edilmektedir. Bu döngü kumaş dokuma işlemi tamamlanıncaya kadar devam etmektedir.

2.1.2. B marka hava jetli dokuma tezgâhi

Çalışma kapsamında kullanılan farklı bir markaya ait diğer hava jetli dokuma tezgâhi 2010 modeldir. Ağızlık açma sistemi eksantrikli olan dokuma tezgâhında Dimi 3/1 Z örgü dışında dokuma yapılmamaktadır. Çalışma kapsamında ele alınan ve önceki bölümde anlatılan A marka hava jetli dokuma makinesinden farklı olarak maksimum çalışılabilir en 4 m, maksimum devir 560 atkı/dk ve kullanılan nozzle çapı 1,3 mm dir (Çizelge 1).

2.2. Metot

Çalışmanın deneysel araştırma bölümünde izlenen metot aşağıda maddeler halinde özetlenmiştir.

1. Hava jetli ve rapierli atkı atma sistemlerine sahip iki farklı dokuma dairesinde belirli metrajda üretimin maliyetleri ve maliyet içerisindeki tüketim kalemlerinin oranları karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir.
2. Seçilmiş iki farklı markaya ait hava jetli dokuma tezgâhında, farklı ana enjektör, yardımcı enjektör ve nozzle basınçlarındaki saatlik hava tüketimleri ölçülmüş ve değerlendirilmiştir.
3. Dokuma tezgâhında ana enjektörden hava üfleme yapılan ana krank mil dönme açısı aralığı, ana enjektör basıncı, nozzle basıncı, nozzle'dan hava üfleme yapılan ana krank mil dönme açısı aralığı ve tezgah devri değiştirilerek hava tüketimleri ve atkı hızındaki değişimler ölçülmüştür.
4. İplik numarasının atkı varış hızına/süresine etkisini değerlendirmek için farklı özelliklerde atkı iplikleri farklı ana enjektör basınçlarında atılarak atkı varış süreleri ölçülmüştür.
5. Elde edilen sonuçlar değerlendirilerek işletmeye yeni/optimum üretim parametreleri önerilmiş ve bu üretim şartları ile eski şartlar belirli bir süre takip edilerek hava tüketimine etkisi belirlenmeye çalışılmıştır.
6. Teorik hava sarf tablosu oluşturabilmek için A marka dokuma tezgâhında kullanılan ana enjektör, yardımcı enjektör ve nozzle basınçları 1 bar'dan 8 bar'a yükseltilerek saatteki hava tüketim miktarları ölçülmüş ve teorik hesaplama için kullanılacak bir tablo düzenlenmiştir.

Çalışmada hava tüketimi miktarları, hava sarfiyatı ölçüm cihazları makinanın ana hava girişine bağlanarak ölçülmüştür. Cihaz ölçüm ekranında saatteki tüketilen hava miktarı metre küp olarak verilmektedir. Salonun genel tüketimi, salona bağlanan ana besleme hattındaki boruya takılan sayaçtan günlük olarak kaydedilmiştir. Çalışmada kullanılan "atılan atkı miktarı" işletmenin kullanmış olduğu LOMDATA isimli veri toplama sisteminden alınmıştır.

3. Bulgular ve Tartışma

3.1. Hava jetli ve rapierli atkı atma sistemlerinin üretim maliyetlerinin karşılaştırılması

Çalışma kapsamında hava jetli dokuma makinelerinde hava tüketiminin azaltılması amaçlanmakta olup, öncelikle bu tezgâhlardaki üretim maliyetinin yüksekliğinin ve bu maliyet içerisinde hava tüketiminin payının ortaya konulması planlanmıştır. Bu amaçla hava jetli atkı atma sistemine sahip dokuma tezgâhları ile en yaygın kullanılan atkı atma sistemlerinden biri olan rapierli atkı atma sistemine sahip dokuma tezgâhlarında üretim maliyetleri ve elektrik tüketimleri Çizelge 2'de karşılaştırmalı olarak verilmiştir. Bu karşılaştırmada 1100 metre kumaş üretildiğinde hava jetli ve rapierli atkı atma sistemine sahip aynı marka tezgâhlardaki toplam enerji ve işçilik maliyetleri hesaplanmıştır.

Çizelge 2'de verilen işçilik maliyeti hesabında (çalışmanın yürütüldüğü işletme verilerine göre) 14 makineye 1,5 dokuma işçisinin baktığı, bir işçinin maliyetinin 8 000 TL olduğu, işçilerin ayda 26 gün, günde 7 saat çalıştığı kabul edilmiştir. Buna göre saatteki işçilik maliyeti $((8000 \times 1,5) / (26 \times 7))$ eşitliğinden 65,9 TL/saat olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 2'de verilen dokuma süresi (saat) hesabı için işletme randımanı %100 olarak kabul edilip 1100 metrelik kumaş dokumak için atılacak toplam atkı sayısı, atkı sıklığı ve kumaş uzunluğu çarpılarak bulunmuştur. Bu değer, tezgâh devri (atkı/dk) ve tezgâh sayısına bölünüp 1100 m'lik kumaş için dokuma süresi hesaplanmıştır. Toplam enerji tüketimi hesaplanırken 1 kWsa elektrik ile 7 m³ hava üretildiği kabul edilmiştir. Ayrıca birim elektrik fiyatı 2 TL/ kWsa olarak alınmıştır.

Çizelge 2. Hava jetli ve rapierli atkı atma sistemlerinin maliyetlerinin karşılaştırılması.

PARAMETRELER	Rapierli tezgah	Hava jetli tezgah
Üretim (m)	1100	1100
Kumaş eni (cm)	200	200
Sıklık (atkı/cm)	16	16
Ortalama devir (atkı/dk)	600	800
Makina sayısı	14	14
Dokuma süresi (saat)	3,49	2,62
Hava tüketimi (m ³ /saat)	0	90
Kullanılan toplam 7 bar basınçlı hava (m ³) * ¹	0	3301
Havayı üretmek için kullanılan toplam elektrik tüketimi (kWsa) * ²	0	471,6
Bir makinanın elektrik tüketimi (kWsa)	6,60	3,95
Makinaların toplam elektrik tüketimi (kWsa) * ³	322,7	144,9
Toplam elektrik tüketimi (kWsa) * ⁴	322,7	616,5
Toplam enerji maliyeti (TL) * ⁵	645,4	1232,9
İşçilik maliyeti (TL) * ⁶	229,99	172,65
Toplam maliyet (TL)	875,03	1405,5

*1: (1 saatteki hava tüketimi x Dokuma süresi x Makine sayısı)

*2: (Toplam hava miktarı/7)

*3: (Makine elektrik tüketimi x Dokuma süresi x Makine sayısı)

*4:(Makinanın toplam elektrik tüketimi + Havayı üretmek için kullanılan elektrik tüketimi)

*5: (Toplam elektrik tüketimi x Elektrik fiyatı (2 TL/kWsa))

*6: (1 saatlik işçilik maliyeti x Dokuma süresi)

Hava jetli atkı atma sistemine sahip dokuma tezgâhları 1100 metrelik kumaş üretimini 14 makinada 2,62 saat gibi bir sürede gerçekleştirirken, rapierli tezgâhta aynı miktarda kumaş 3,49 saatte üretilmektedir. Bu durum ihtiyaç duyulan makine sayısını azaltmak, yatırım giderlerini düşürmek veya termin süresini kısaltmada fayda sağlamaktadır. Dokuma süresinin kısalması işçilik süresini de kısaltmaktadır. Saatteki tüketmiş oldukları elektrik ile hava jetli atkı atma sistemine sahip makineler rapierli tezgâhların yaklaşık 2 katı elektrik tüketmektedir. Bu da rapierli tezgâhlarla rekabeti zorlaştırmaktadır. Ancak işçilik maliyeti ve saatte atılan atkı miktarları dâhil olunca durumun bir miktar iyileştiği görülmekte ancak rekabet için yeterli olmamaktadır.

3.2. A ve B marka dokuma tezgâhlarının hava sarfiyatlarının karşılaştırılması

Çalışma kapsamında A ve B marka hava jetli dokuma tezgâhlarında kullanılan nozle, ana enjektör ve yardımcı enjektör hava tüketim değerleri hava ölçüm saati yardımıyla ölçülmüştür. Ölçüm değerleri Çizelge 3'te verilmiştir.

A marka dokuma tezgâhlarındaki ana enjektör, yardımcı enjektör ve nozle hava tüketimlerinin B marka tezgâhlarına göre, aynı basınç değerlerinde, daha düşük olduğu görülmektedir. Söz konusu tezgâhların maksimum tezgah devri, tezgah eni ve nozle çapları farklıdır. Maksimum tezgah devrinde A marka tezgâhta dakikada 2200 m atkı atılırken B tezgâhında bu değer 2240 m olarak hesaplanmıştır. Makinaların randımanları göz önüne alındığında ise A tezgâhının fiili olarak ortalama 1760 m, B tezgâhının ise 2080 m atkı attığı ölçülmüş olup, B tezgâhının daha yüksek randımanla çalışarak birim zamanda daha uzun metraj atkı attığı ve hava tüketiminin fazla olmasının bu durumdan kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Çizelge 3. Hava jetli dokuma tezgâhlarında kullanılan parçaların hava sarfiyatı (m³/sa).

Ölçüm Yapılan Aksam	Makina	Basınç Değerleri (bar)				
		3	4	5	6	7
Yardımcı Enjektör	A	11	14	17	20	24
	B	14,8	18,8	24,4	27,9	32
Ana Enjektör	A	10	13	16	19	24
	B	14,8	18,8	24,4	27,9	32
Nozzle	A TD	3,5	4,5	5,75	6,75	8
	B TD	4	5,35	6,6	8	9

TD: Tek delikli

3.3. Atkı hızına ve hava tüketimine etki eden parametrelerin incelenmesi

A Marka hava jetli atkı atma sistemine sahip dokuma tezgâhlarında atkı hızına ve hava tüketimine etki eden parametreler sırasıyla değiştirilip diğer parametreler sabit tutularak, değiştirilen parametrenin hava tüketimine ve atkı varış süresine etkisi araştırılmış ve bu amaçla uygulanan denemelerin sonuçları Çizelge 4'te verilmiştir. Çizelgede "Derece" olarak ifade edilen büyüklük, ana krank milinin 360 derecelik hareketi esnasında hava üfleme yapılan aralığı ifade etmektedir. Başka bir ifadeyle "Derece" büyüklüğünün 80 olması ana krank milinin toplam dönme hareketi (360 derecelik) içerisinde 80 derecelik kısmında hava üfleme olduğunu ifade etmektedir. Ayrıca çizelgede TT olarak kodlanan teorik tüketim miktarları Şekil 7'de verilen Excel çalışma sayfası kullanılarak hesaplanmıştır. Çizelgede yapılan kısaltmaların açıklamaları aşağıda yer almaktadır.

DP	: Deneme yapılan parça
FT	: Fiili tüketim
TT	: Teorik tüketim
EB	: Enjektör basıncı
ED	: Enjektörden üfleme yapılan ana krank mil dönme açısı aralığı
AVS	: Atkı varış süresi
NB	: Nozzle basıncı
ND	: Nozzle'dan üfleme yapılan ana krank mil dönme açısı aralığı

Çizelge 4. Atkı hızına ve hava tüketimine etki eden parametrelerin incelenmesi.

DP	Yardımcı Enjektör		Nozzle		Devir	FT $\frac{m^3}{saat}$	TT $\frac{m^3}{saat}$	AVS (ms)		
	Ana Enjektör Bar	Derece	Bar	Derece						
EB	3	140	3	140	6	140	750	112	106	37,6
	4	140	4	140	6	140	750	114	108	34
	5	140	5	140	6	140	750	117	111	32
	6	140	6	140	6	140	750	119	113	31
	7	140	7	140	6	140	750	120	116	30,4
	5	140	5	140	6	140	750	117	111	32
	5	120	5	120	6	140	750	115	109	32,4
ED	5	100	5	100	6	140	750	113	107	34
	5	80	5	80	6	140	750	112	105	35,5

NB	5	140	5	140	5	140	750	104	97	33,8
	5	140	5	140	6	140	750	117	111	32
	5	140	5	140	7	140	750	129	127	30
ND	5	140	5	140	7	140	750	129	127	30
	5	140	5	140	7	120	750	119	112	31
	5	140	5	140	7	100	750	109	96	31,4
	5	140	5	140	7	80	750	99	81	31,8
Devir	5	140	5	140	7	140	700	126	127	33,8
	5	140	5	140	7	140	750	129	127	32,4
	5	140	5	140	7	140	800	130	127	30
	5	140	5	140	7	140	850	133	127	30,5

Çizelge 4. Devamı

A marka dokuma tezgâhlarından elde edilen bu veriler irdelenmiş çıkarılan sonuçlar aşağıda özetlenmiştir.

- Enjektör basıncının 3 bardan 7 bara kadar artması hava tüketimini %7 oranında arttırmakta ve atkı varış süresini %19,14 azaltarak atkının daha erken varmasını sağlamaktadır.
- Ana enjektörden üfleme yapılan ana krank mil dönme açısı aralığı 80 dereceden 140 dereceye çıkarıldığında (ana krank milinin 80 derecelik hareketi esnasında oluşan hava sarfiyatı ile 140 derecelik hareketi esnasında oluşan hava sarfiyatları karşılaştırıldığında) hava tüketiminin % 4,4 arttığı, atkı varış süresinin ise %9,8 azaldığı tespit edilmiştir.
- Nozzle basıncı 5 bardan 7 bar basınca yükselttiğinde atkı varış süresi %11,2 kısalmakta, hava tüketimini %24 arttırmaktadır.
- Nozzle'dan üfleme yapılan ana krank mil dönme açısı 80 dereceden 140 dereceye atkı varış süresi %5,6 kısalmakta olup hava tüketimi %30 artmaktadır.
- Tezgâh devri 750 atkı/dk hızdan 850 atkı/dk hıza çıkarıldığında hava tüketimi % 5,5 artarken atkı varış süresinin %9,7 kısaldığı görülmüştür. Ancak atkı varış süresindeki kısalma, makinenin bir turu atmış olduğu süre kısaldığı için sensörlerin atkıyı daha erken görmesinden kaynaklanmaktadır. Makine 750 atkı/dk hızda bir turunu 80 milisaniyelik bir sürede tamamlarken atkıyı 37,77 milisaniye sürede atması gerekmektedir. Makine devri 850 atkı/dk olduğunda bir turunu 70,5 milisaniye sürede tamamlar iken atkıyı 33,3 milisaniyede atması gerekmektedir. Aksi takdirde gecikmeler atkı ipliğinin çözgü tellerine takılması nedeniyle duruşa ve atkı yönünde hataların oluşmasına sebep olmaktadır.
- Tezgâh devrinin artması hava tüketimini %5,5 artırırken üretimin %13,3 arttığı gözlenmiştir. Tezgâh devrinin artırılması için atkının istenilen süre içerisinde yetiştirilmesi yani atkı hızının artırılması gerekmektedir. Yüksek atkı hızı daha yüksek devirlere çıkılmasına olanak sağlamakta bu durumda enerji tasarrufunun yapılmasına olanak sağlamaktadır.

Çalışma kapsamında iplik numarasının atkı varış hızına etkisini yorumlayabilmek için de denemeler yapıp Çizelge 5'teki veriler elde edilmiştir. Bu amaçla işletmede yaygın kullanılan atkı iplikleri ile deneysel bir çalışma yürütülmüştür.

Buradan elde edilen verilerden faydalanılarak işletme içerisindeki çalışan tezgâhlar için optimum ayar yapılmaya çalışılmıştır. Çalışmanın yürütüldüğü işletmede önceki ayarlarda atkıyı hızlandırmak için nozzle basıncı ve derecesi aktif olarak kullanılıp ana enjektör basıncı ve derecesinin düşük tutulduğu görülmüştür. Yapılan deneysel çalışmalarda atkıyı hızlandırmak için en etkili müdahalenin ana enjektör basıncı ve derecesiyle yapılacağı tespit edilmiştir. Ana enjektör atkıyı hızlandırırken en az hava tüketen aksam olduğundan dolayı işletme ayarlarında ana enjektörden üfleme yapılan ana krank mil dönme derecesi ve basıncı artırılıp nozzle üzerindeki yük azaltılmıştır.

İşletmenin kullanmış olduğu önceki ve sonraki ayarlar (basınç ve derce bilgileri) Çizelge 6'da verilmiştir. Bunun etkisini görebilmek için 93 makinanın toplam hava verimlilik tablosu oluşturulmuş, 10 günlük öncesi ve sonrası hava tüketimleri kullanılarak Çizelge 7 oluşturulmuştur. Denemelerin yapıldığı tezgahların bazılarında Ne 10 ve bazılarında ise Ne 13 numaralı atkı iplikleri atılmış olup, söz konusu numara farklılığının deneysel çalışma sonuçlarını etkilemeyeceği ve ihmal edilebilir olduğu düşünülmektedir.

Çizelge 5. İplik numarası ve ana enjektör basıncının atkı varış süresine etkisi.

Atkı İpliği (Ne)	Atkı varış süreleri (milisaniye)		
	Ana Enjektör Basıncı (bar)		
	3	5	6
6/1 TENCEL+L		42,8	37,4
6/1 TENCEL	Atkı makinanın	40,8	36,8
6 OE	diğer ucuna	38,2	34,9
6 R+Ş	ulaşamadı	37	34,3
8/1 TENCEL/PAM+L		36,8	34
10 Ş+L	42	33,5	32,5
10/1 PAM+L	39,8	Atkı parçalandı	Atkı parçalandı
10/1 PAM+L TELEFLİ	39	Atkı parçalandı	Atkı parçalandı
13/1 PAM+L	38,3	32,4	32,3
13/1 PAM/PBT	36,7	Atkı parçalandı	Atkı parçalandı
16/1 PAM/PBT+L	35,2	31,8	Atkı parçalandı
20/1 PAM+L	32	30	Atkı parçalandı
OE: Open-end	Ş: Şantuk	R: Ring	
L: Lycra ®	PAM: Pamuk	PBT: Polibütülen Tereftalat	

Çizelge 6. Deneme öncesi ve sonrası hava ayarları.

DENEME	Enjektör Basıncı (bar)	Enjektör Derecesi	Nozzle Basıncı (bar)	Nozzle Derecesi	Atkı İpliği (Ne)
ÖNCESİ	2	100	7	120	10-13 Pamuk+L
SONRASI	4	160	6	95	10-13 Pamuk+L

Çizelge 7. Hava sarfiyatı öncesi ve sonrası tüketim değerleri.

GÜN	ÖNCESİ			SONRASI		
	Sarfiyat (m ³)	Atılan Atkı	Atkı/m ³	Sarfiyat (m ³)	Atılan Atkı	Atkı/m ³
1. gün	169 611	75 191 000	443,3	185 649	87 297 000	470,2
2. gün	170 673	79 461 000	465,6	188 010	88 437 000	470,4
3. gün	188 016	80 200 000	426,6	180 979	89 699 000	495,6
4. gün	184 225	83 100 000	451,1	176 956	88 078 000	497,7
5. gün	182 311	80 543 000	441,8	353 831	177 584 000	501,9
6. gün	65 314	24 584 000	376,4	161 401	76 352 000	473,1
7. gün	189 166	83 189 000	439,8	177 260	86 750 000	489,4
8. gün	176 228	75 903 000	430,7	178 381	86 011 000	482,2

9. gün	193 311	85 545 000	442,5	181 718	87 951 000	484,0
10.gün	203 685	91 390 000	448,7	375 283	181 531 000	483,7
Toplam	1 722 540	759 106 000	440,7	2 159 468	1 049 690 000	486,1

Çizelge 7. Devamı

DeneySEL çalışma yürütülen işletmede yapılan bu deneme sonucunda basınçlı hava kullanım verimliliğinde %10.3 oranında iyileşme görülmüştür.

3.4. Teorik hava tüketimi hesaplama tablosu

Çalışma kapsamında A marka dokuma tezgâhlarında 1 bardan 8 bar basınca kadar ana enjektör, yardımcı enjektör ve nozzle'ın saatteki hava tüketimleri metreküp (m³) olarak ölçülmüş ve Çizelge 8'de verilmiştir.

Çizelge 8'de elde edilen verilerden faydalanılarak Şekil 7'deki teorik hava sarfiyatı hesaplama Excel tablosu oluşturulmuştur. Dokuma tezgâhi motoru bir turunu 360 derecede tamamlamakta ve her bir turda bir atkı atma işlemini gerçekleştirmektedir. Hava jetli dokuma tezgâhlarında atkı atma işlemi makinanın belirli bir derecesinde başlayıp belirli bir derecesinde tamamlanmaktadır. Ana enjektör, yardımcı enjektör ve nozzle'dan ekrana girilen ana krank milinin belirli bir derecesinde ve basınçta valflerin açılmasıyla hava gelmektedir.

Çizelge 8. A marka dokuma tezgâhi nozzle ve enjektör hava tüketimleri.

Basınç (bar)	Tüketim (m ³ /sa)		
	Ana Enjektör	Yardımcı Enjektör	Nozzle
1	4	4	1
2	7	8	2,25
3	10	11	3,5
4	13	14	4,5
5	16	17	5,75
6	19	20	6,75
7	24	24	8
8	24	24	7,75

Oluşturulan bu Excel tablosunda G4 hücresine ana enjektör üfleme derecesi, G5 hücresine ana enjektör adedi girilmektedir. Ana enjektörün 1 bar ile 8 bar basınç arasında tüketmiş olduğu hava miktarları B7 ile B14 hücreleri arasındaki tüketim değerleri 360'a bölünüp ana enjektör üfleme derecesi (G4) ve âdeti (G5) ile çarpılarak G7- G14 hücrelerinde uygun basınç değerine karşılık hesaplanmaktadır. Ana enjektör çalışma basıncı F7-F14 hücreleri arasından hangisine uygunsu ona karşılık gelen H7 ile H14 hücreleri arasındaki hücreye 1 değeri verilerek H16 hücresinde hesaplanması sağlanmaktadır. Yardımcı enjektörü hesaplamak için I4 hücresine yardımcı enjektör üfleme derecesi, I5 hücresine yardımcı enjektör adedi girilmektedir. Yardımcı enjektörün 1 bar ile 8 bar basınç arasında tüketmiş olduğu C7 ile C14 hücreleri arasındaki tüketim değerleri 360'a bölünüp ana enjektör üfleme derecesi (I4) ve adedi (I5) ile çarpılarak I7 ile I14 hücreleri arasındaki uygun basınç değerine karşılık yerleştirmektedir. Ana enjektör çalışma basıncı F7-F14 hücreleri arasından hangisi seçilmişse J7 ile J14 hücrelerinden ona karşılık kısma 1 değeri verilerek J16 hücresinde hesaplanması sağlanmaktadır. Nozzle tüketimini hesaplamak için K4 hücresine nozzle üfleme derecesi, K5 hücresine nozzle adedi girilmektedir. Nozzle'un 1 bar ile 8 bar basınç arasında tüketmiş olduğu D7 ile D14 hücreleri

arasındaki tüketim değerleri 360'a bölünüp ana enjektör üfleme derecesi (K4) ve adedi (K5) ile çarpılarak K7 ile K14 hücreleri arasındaki uygun basınç değerine karşılık yerleştirmektedir. Nozzle çalışma basıncı F7-F14 hücreleri arasından hangisi kullanılacaksa L7 ile L14 hücrelerinden ona karşılık kısma 1 değeri verilerek L16 hücresinde hesaplanması sağlanmaktadır. Şekilde verilen örnek hesaplamada ana ve yardımcı enjektör basıncının 3 bar, nozzle basıncının 7 bar olması halinde gerçekleşecek hava tüketimi, H16, J16 ve L16 değerleri toplanarak hesaplanmakta ve clamp tüketimi de eklenerek L18 hücresinde görülebilmektedir. Şekil 7'de ekran görüntüsü verilen modelleme yardımıyla istenilen üretim parametrelerinde gerçekleşecek hava tüketimleri kolaylıkla tahmin edilebilmektedir.

Çizelge 4'te verilen makine ayarları Şekil 7'de verilen Excel dosyasındaki tabloya işlenerek teorik tüketim değerleri hesaplanmış ve aynı çizelgede verilmiştir. Enjektör basıncının, enjektörün toplam üfleme derecesinin ve nozzle basıncının değiştiği ayarlarda teorik tüketimin fiili tüketime göre ortalama % 4-5 oranında daha az olduğu görülmüştür. Nozzle üfleme derecesinin değişmesi durumunda ise teorik tüketimin fiili tüketime göre ortalama %9 daha az çıktığı görülmekle beraber üfleme derecesi düşüktüğü teorik tüketimin fiili tüketimden bir miktar daha uzaklaştığı tespit edilmiştir. Makine devri arttırılarak yapılan değişiklikte düşük devirde teorik tüketim ile fiili tüketim çok yakın değerlere sahipken makine devrinin artmasıyla fiili tüketimin %2 civarında artış gösterdiği görülmüştür. Yapılacak hesaplamalarda bu sapmaların göz önünde bulundurulması gerekmektedir. Bunun yanısıra SPSS paket programı kullanılarak Çizelge 4'te verilen teorik ve fiili hava tüketim miktarları arasındaki korelasyon test edilmiş ve aralarında 0,97 korelasyon katsayısıyla %99 güven aralığında istatistiksel olarak oldukça güçlü bir korelasyon olduğu tespit edilmiştir.

TÜKETİM(metre küp/saat)				TEORİK HAVA SARF TABLOSU			
BASINÇ (bar)	ANA ENJEKTÖR	YARDIMCI ENJEKTÖR	NOZZL	Derece	Ana enjektör	Yardımcı enjektör	Nozzl
1	4	4	1	10	140	110	
2	7	8	2,25	1	1	34	
3	10	11	3,5	1	1,555556	10,38889	
4	13	14	4,5	2	0,194444	3,111111	23,375
5	16	17	5,75	3	0,277778	4,277778	36,36111
6	19	20	6,75	4	0,361111	5,444444	46,75
7	24	24	8	5	0,444444	6,611111	59,73611
8	24	24	7,75	6	0,527778	7,777778	70,125
				7	0,666667	9,333333	83,11111
				8	0,666667	9,333333	80,51389
				Toplam	0,277778	4,277778	83,11111
							CLAMP 6
							TOPLAM 93,66667

Şekil 7. Teorik hava sarfiyatı hesaplama Excel çalışma sayfası.

4. Sonuç

Çalışma kapsamında hava jetli dokuma makinalarında enerji kullanımının en önemli tüketim kalemi olan hava tüketimin irdelenmesi amaçlanmıştır. Buna göre çalışma kapsamında uygulanan deneysel çalışmalar ve ölçümler ile elde edilen sonuçlar aşağıda özetlenmiştir.

- Hava jetli ve rapierli tezgahların birim üretim maliyetleri karşılaştırılırken hava jetli tezgahlarda yaklaşık iki kat daha fazla enerji tüketimi gerçekleştiği ve bu tüketimin çok önemli bir kısmının basınçlı hava üretmek için kullanıldığı görülmüştür.
- Çalışmada ele alınan hava jetli atkı atma sistemine sahip iki farklı marka dokuma makinasının hava tüketimlerinin dolayısıyla enerji sarfiyatlarının kullanılan enjektör ve nozzle'lerden dolayı farklı olduğu görülmüştür. B marka hava jetli dokuma tezgâhının ana enjektör, yardımcı enjektör ve nozzle hava sarfiyatlarının, seçilen tüm basınç değerlerinde A marka dokuma tezgâhından yüksek olduğu belirlenmiştir. Bu durumun B marka dokuma tezgâhında kullanılan ana enjektör, yardımcı enjektör ve nozzle çapının daha büyük olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.
- Hava jetli atkı atma sistemine sahip dokuma tezgâhlarında ana enjektör üfleme derecesinin ve basıncının artırılmasının hava tüketimini önemli miktarda arttırmazken atkı varış süresini yüksek oranda kısalttığı tespit edilmiştir. Bu durumun, ana enjektör iğnesi içerisinde havanın bir kanal boyunca sıkışarak enjektör iğnesi etrafında atkıya tam kavrama sağlamasından kaynaklandığı düşünülmektedir.
- Hava jetli dokuma tezgâhlarında nozzle üfleme derecesinin ve basıncının hava tüketimi artışı üzerinde çok ciddi etkisi olduğu tespit edilmiştir. Nozzle'dan gelen havanın açık ortamda atkı üzerindeki etkisi daha az olduğundan atkı varış hızını ciddi oranda arttırmazken kullanılan nozzle sayısından dolayı tüketimi arttırdığı düşünülmektedir.
- Hava jetli dokuma tezgâhında kullanılan atkı istenilen hıza, basınç ve üfleme derecesini arttırmadan kolayca çıkıyorsa bu tezgâhlarda devir arttırılarak hava tasarrufu yapmak daha kolay görünmektedir. Bu nedenle hava jetli dokuma tezgâhlarında kullanılacak atkı ipliğinin enerji tüketimi üzerinde ciddi etkisi olduğu düşünülmektedir.
- Atkının sağlıklı bir şekilde atılabilmesi makinanın bir turunda ana krank milinin 170 derecelik bir alanında sağlanabilmektedir. Eksantrik tipi ağızlığın daha erken açılıp daha geç kapanacak şekilde tasarlanması ve bununla birlikte tefenin geriye gitmesi koordine edilip daha erken geriye gidip daha geç öne gelmesiyle atkının atılabileceği derece aralığı arttırılmış olmaktadır. Bu durum da hava tasarrufu ve devri arttırmaya olanak sağlamaktadır. Bunun yapılabilmesi için çerçevelerin yukarı aşağı hareket hızları da artacağından çerçeve sayısı arttırılıp çerçevelere binen yükün azaltılması gerekeceği düşünülmektedir.
- Çalışma kapsamında önerilen yeni şartlarda (daha yüksek enjektör basıncı ve üfleme derecesi, daha düşük nozzle basıncı ve üfleme derecesi) yapılan üretim ile basınçlı hava kullanım verimliliğinde %10,3 oranında iyileşme görülmüştür.

Çalışma kapsamında elde edilen sonuçlar birlikte değerlendirildiğinde; hava jetli dokuma tezgâh tasarımında çerçeve hareketi (aşağı-yukarı hareket) esnasındaki hareket süresi azaltılırsa atkı atımı için daha fazla süreye sahip olunacağı görülmüştür. Ana enjektör ve ana enjektör iğnesi üzerinde yapılacak bir çalışmanın, atkı varış süresini yüksek oranda kısaltarak ve hava tüketimini kayda değer miktarda arttırmayarak en etkili tasarrufu sağlayacağı tespit edilmiştir.

Teşekkür

Çalışma kapsamında denemelerin ve ölçümlerin yapıldığı BOSSA Tekstil İşletmelerine desteklerinden dolayı teşekkür ederiz.

Not

Bu çalışmanın ön bulguları 25-27 Ekim 2021 tarihlerinde düzenlenen 6th International Mediterranean Science and Engineering Congress (IMSEC 2021)'de sunulmuştur [16].

Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarları herhangi bir kurum, kuruluş, kişi ile kişisel ve finansal çıkar çatışması olmadığını beyan etmektedirler.

Kaynaklar

- [1] Dornier, Makine Kataloğu; 2010.
- [2] Özcan BS. Hava jetli dokuma makinalarında ağızlık geometrisinin matematiksel olarak modellenmesi. Yüksek lisans tezi. Bursa: Uludağ Üniversitesi; 2010.
- [3] <https://kompresordergisi.com> (21.01.2020)
- [4] Khiani RK, Peerzada MH, Abbasi SA. Air consumption analysis of air-jet weaving. Mehran University Research Journal of Engineering and Technology 2016; 35 (3): 453-458.
- [5] He S, Qian Y, Xue W, Cheng L. Numerical simulation of flow field in air-jet loom main nozzle. Autex Research Journal 2018; 19 (2): 1-10.
- [6] Patil TC, Kadam J, Patil Y. Air jet weaving: Control of weft breakages for cotton&polyester weft yarn. International Journal on Textile Engineering and Processes 2016; 2 (4): 1-6.
- [7] Üncü F. Hava jetli dokuma makinalarında balon kırıcının atkı ipliği varış hızına etkisi. Yüksek lisans tezi. İstanbul: Marmara Üniversitesi; 1996.
- [8] Haq UN, Hossain MM. A review on reduction of air consumption in air jet loom: The possible setting points. Asian Journal of Scientific Research 2017; 7 (3): 52-62.
- [9] Ishida M. Flow characteristics of the main nozzle in an air-jet loom part 1: Measuring flow in the main nozzle. Textile Research Journal 1994; 64 (1): 10-20.
- [10] Hasegawa J. A study of weft insertion system on air jet loom. Paper Presented at ASME Textile Engineering Conference, Raleigh, North Carolina; 1981.
- [11] Bozkan O. Hava jetli dokuma makinelerinde hava sarfiyatına etki eden parametrelerin incelenmesi. Yüksek lisans tezi. Isparta: Süleyman Demirel Üniversitesi; 2007.
- [12] Shandilya A, Gangopadhyay S. New designed main nozzle of air-jet weaving machine for optimizing air consumption using CFD simulation. CFD Letters 2022; 14 (9): 108-117.
- [13] Zegan M, Ayele M. Optimization of air pressure and speed of air jet loom; impact on fabric tensile and tear strength properties using Response Surface Methodology. Journal of Natural Fibers 2022; 19 (15): 10227-10240.
- [14] Haque E, Rahman B, Kafi W, Kaiser SU, Dey A. Minimization of air consumption and potential savings of textile denim fabric manufacturing process. Journal of Textile Science and Technology 2023; 9: 69-83.
- [15] Demir B. Hava jetli dokuma makinalarında hava sarfiyatını azaltmaya yönelik yaklaşımlar. Yüksek lisans tezi. Adana: Çukurova Üniversitesi; 2022.
- [16] Demir B, Zervent Ünal B. Hava jetli dokuma makinalarında hava sarfiyatını azaltmaya yönelik yaklaşımlar. 6th International Mediterranean Science and Engineering Congress (IMSEC 2021), Antalya, Türkiye; 2021.