Çok Kullanımlık Çantaların Üretiminde Verimlilik Artışını Sağlayan Bir Sistem

A System for Increasing Productivity in the Production of Reusable Bags

Sema IŞIK ÇALIŞKAN[*,1], Özge AVCI PAŞAOĞLU[1], Bülent CEYHAN[1], Serkan KAYA[1], Ali AVCI[1], Cüneyt YILMAZ[2]

[*]: arge@ultrapak.com.tr, ORCID: 0000-0001-6796-278X
[1]*Ar-Ge Departmanı, Ultrapak Makina San. ve Tic. A.Ş. , Istanbul, Türkiye*
[2]*Mekatronik Mühendisliği, Yıldız Teknik Üniversitesi, Istanbul, Türkiye*

Özet: Günümüzde çevre dostu yaklaşımı, sürdürülebilirlik ve kaynak-enerji tasarrufu farkındalıklarının artması ile birlikte plastik poşetlerin kullanımının azaltılmasına yönelik çabalar artmakta ve bu hususta çok sayıda yasal düzenlemeler getirilmektedir. Plastik atıkların büyük bir kısmını oluşturan tek kullanımlık poşetlerin yavaş çözünme süreleri nedeniyle, çevre dostu ve tekrar kullanılabilir çantaların tercih edilmesi teşvik edilmektedir. Perakende alışveriş, marketler, fuarlar, etkinlikler ve promosyon ürünleri gibi çeşitli kullanım alanları bulunan çok kullanımlık çantaların imalat sürecinin iyileştirilmesi amacıyla çalışmalar yapılmıştır.

Üretim hattındaki tüm istasyonlar yüksek önem arz etmektedir. Her bir istasyondaki bekleme süresi ve işlem adımları maliyetleri yüksek oranda etkilemektedir. Bu noktada mevcut üretim sisteminin analizi yapılmış, daha verimli bir sistem oluşturmak için literatür araştırmaları yapılmıştır. Araştırmalar neticesinde kesme ünitesinin geliştirilmesi gerektiği belirlenmiştir. Geliştirilmiş kesme ünitesinde, bıçak yapısı düz form yerine V formuna getirilmiş, alt destek yüzeyindeki döner plaka kaldırılmış, hidrolik sistemden pnömatik sisteme geçilmiş ve daha sağlıklı kesim gerçekleştirebilmek için kesme kanalı oluşturulmuştur.

Yapılan değişikler ile, bıçağın kullanım ömrü artırılarak tamir ve bakım maliyetleri düşürülmüş, alt destek yüzeyindeki mekanizmanın kaldırılmasıyla enerji sarfiyatının önüne geçilmiş, V formundaki bıçak yapısı ile kesme yüzeyi arıtılarak kullanım ömrü uzun olan bir yapı elde edilmiştir. Oluşturulmuş yeni sistemin; enerji tasarrufu, verimlilik, işgücü, fire ve malzeme maliyeti üzerindeki etkisi belirlenip eski sistem ile karşılaştırılmıştır. Bu kapsamda kapasite değerlerine göre elde edilecek yıllık ortalama kazançlar ortaya konulmuştur. Örneğin, tek bir makinada yıllık 47.598 USD'lik bir kaybın önleneceği ön görülmüştür. Ayrıca yeni sistemin potansiyel ihracat, yerlileşme vb. gibi makroekonomik etkileri analiz edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Verimlilik, Fire Kaybı, Enerji Tasarrufu, Sürdürülebilir Üretim*

Abstract: Nowadays, efforts to reduce the use of plastic bags are increasing and many legal regulations have been introduced with the increase in awareness of environmentally friendly approach, sustainability and resource-energy saving. Due to the slow decomposition time of single-use bags, which constitute a large portion of plastic waste, the preference for environmentally friendly and reusable bags is encouraged. Efforts have been made to improve the manufacturing process of reusable bags, which have various uses such as retail shopping, markets, fairs, events and promotional products.

All stations in the production line are of high importance. The waiting time and process steps at each station have a high impact on costs. At this point, the existing production system was analyzed and literature research was conducted to create a more efficient system. As a result

of the research, it was determined that the cutting unit should be improved. In the improved cutting unit, the blade structure has been changed from flat to V-shaped, the rotating plate on the lower support surface has been removed, the hydraulic system has been switched to a pneumatic system and a cutting channel has been created in order to perform healthier cutting.

With the changes made, repair and maintenance costs were reduced by increasing the service life of the blade, energy consumption was prevented by removing the mechanism on the lower support surface, and a structure with a long service life was obtained by purifying the cutting surface with the V-shaped blade structure. The effects of the new system on energy saving, productivity, labor, waste and material costs were determined and compared with the old system. In this context, the average annual gains to be obtained according to capacity values were revealed. For example, it is predicted that a loss of 47.598 USD per year will be avoided in a single machine. In addition, the macroeconomic effects of the new system such as potential exports, localization, etc. were analyzed.

Keywords: *Productivity, Wastage Loss, Energy Efficiency, Sustainable Manufacturing*

I. GİRİŞ

Dünyamızda her geçen gün çevre duyarlılığı, sürdürülebilirlik ve enerji tasarrufu farkındalıkları artmaktadır. Türkiye dahil pek çok ülkede, çevre duyarlılığı ile ilgili olarak, tek kullanımlık çantaların kullanımlarının kısıtlanması ile ilgili girişimler yapılmıştır ve bu girişimler sayesinde çok kullanımlık çantaların kullanımları ve dolayısıyla üretimleri yaygınlaşmaya başlamıştır. Türkiye'de de bu çanta üretimleri alanında özgün çalışmalar yapılmakta ve uluslararası alanda yer almaya çalışılmaktadır. Ultrapak Makine, Türkiye'de bu alanda makine üretimi yaparak hizmet eden nadir firmalardan biridir. Üretilen makinaların daima daha verimlisinin tasarımı ve imalatı yoluna gidilmektedir. Her alanda olduğu gibi sürdürülebilirlik ve enerji tasarrufu her geçen gün daha da önem kazanmaktadır. Çanta üretiminde kullanılacak makinenin tasarımı da o anki şartlarda enerji, maliyet ve hammadde tasarrufu konuları göz önüne alınarak yapılmakta veya tasarım bu hedeflere yönelik olarak optimize edilmektedir.

Yapılan çalışma çok kullanımlık çantaların üretim sisteminde verimlilik artışını ve sürdürülebilir üretimi konu edindiği için bu bölümde yapılmış olan literatür araştırmasında, üretim sistemlerindeki verimlilik artırıcı uygulamalar ve sürdürülebilirlik üzerine daha önceden yapılmış olan çalışmalar incelenmiştir.

LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Farklı kumaş tiplerinde kesim parametrelerinin belirlenmesi üzerine yapılan bir araştırmada, kesim parametrelerindeki değişimin kesim süresi ve kesim niteliğine etkileri gözlemlenmiştir [1]. Kesim parametrelerine bağlı olarak, kesim veriminin ve kalitesinin artırılabileceği, olası hataların engellenebileceği belirlenmiştir. Kesim hızı ve dikey bıçak frekansının kesim kalitesini bozmadan mümkün olduğunca yüksek ayarlanması sonucuna varılmış, bileme sıklığının bıçak ömrünü ve kesim kalitesini doğrudan etkilediği saptanmıştır.

Bir tekstil fabrikasında enerji verimliliği uygulamalarına yönelik yapılan bir yüksek lisans tez çalışmasında, verimlilik artırımı üzerine yapılan faaliyetlerin fabrikaya olan etkisi ele almıştır [2]. Bu çalışma ile Türkiye'de bulunan farklı sektörlerdeki sanayi tesislerinde uygulanabilir çalışmaların gözler önüne serilmesi amaçlanmış, ilgili çalışmaların firmanın yıllık giderini azalttığı sonucuna varılmıştır.

Başka bir yüksek lisans tez çalışmasında, plastik ambalaj sektöründe endüstriyel kesici takım optimizasyonu ele alınmıştır [3]. Bu çalışmada, kesici takımda yeni bir tasarım yapılarak üretim sayısı ve verimliliğin artırılması amaçlanmıştır. Çalışmanın sonucunda üretim süresi düşürülmüş, kesici takım ömrü artırılmıştır. Maliyet çalışmaları ile de %60'lık bir maliyet düşüşünün gerçekleştirildiği gösterilmiştir.

Türkiye imalat sanayiinde yeşil imalatın uygulanabilirliğini göstermek için bir makine imalat sanayii örneği üzerine yapılan bir uzmanlık tez çalışmasında, yeşil üretimin tanımını yaparak Türkiye için yeni bir yaklaşım olan yeşil üretimin makina sanayinde uygulanabilirliği araştırılmıştır [4]. Ayrıca yeşil üretim ile kaynak tasarrufu yapılabileceğini, atıklarının bertarafının sağlanabileneceğini ve verimlilik artışıyla rekabet avantajı yaratılabileceğini vurgulamıştır.

Takım tezgahlarındaki enerji verimliliğini artırmak amacıyla yapılan bir çalışmada, tezgahın kesme gücü ve tahrik bileşenlerinin arasındaki güç kaybı ilişki modelleri oluşturulmuş, oluşturulan modellere dayanarak enerji tasarrufunun minimuma indirilebileceği, tasarruf değerlerinin takip edilebileceği sistemler kurulabileceği sonucuna varılmıştır [5].

Otomotiv sanayinde enerji verimliliği ve tasarruf olanakları ile ilgili yapılan bir çalışmada, çeşitli ve farklı uygulamalarla verimlilik artışının sağlanabileceği ve ilgili alandaki işletmelerin yıllık giderlerinin azaltılabileceği gösterilmiştir [6].

Yeşil teknoloji kullanımı üzerine yapılan bir çalışmada, çeşitli yeşil teknoloji örnekleri sunarak gelecekteki üretim sistemlerinin sürdürülebilir olmasını sağlamak için karşılaştırmalı araştırmalar yapılmış, IPAT denklemi, kaynak etkinliği ve verimliliği, sürecin iyileştirilmesi, sistemin iyileştirilmesi, kaldıraç sistemi gibi uygulamaların firmalara olumlu etkileri gösterilmiş ve sürdürülebilir üretimin önemi ortaya konulmuştur [7].

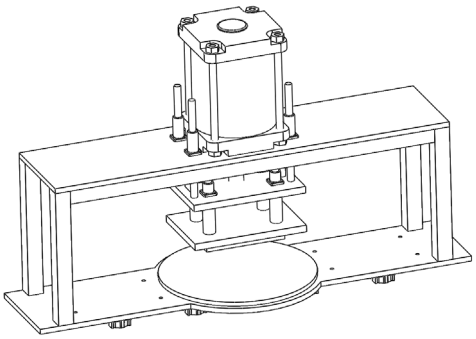
Tekstil sektöründeki makine ve üretim hatlarında kullanılan sistemler ile ilgili yayınlanmış makalelerin derlendiği kapsamlı bir kitapta, otomatik kesme sistemleri hakkında bilgi verilmekte [8], fakat kullanılan bıçakların profilinin önemi hakkında bilgiye ulaşılmamıştır. Genelde düz kesim bıçakları üzerinde durulmuştur.

Kumaş malzemelerin kesimi ile ilgili bir çalışmada, bıçak ucunun kumaşa girip kesmeye başladığı an, sonlu elemanlar yöntemi (FEM) ile teorik olarak incelenmiştir [9]. Kumaş malzemeye girmekte olan bıçağın kumaşa ne kadar nüfuz ettiğinin kesmeye etkisi ve aynı zamanda bıçak girişine karşı direnç kuvvetinin etkileri incelenmiştir. Ayrıca bu çalışmada, sürtünme faktörünün direnç kuvveti üzerindeki etkisinin bıçağın kumaşa nüfuz derinliğinin artması ile daha güçlü hale geldiği gösterilmiştir.

II. YÖNTEM

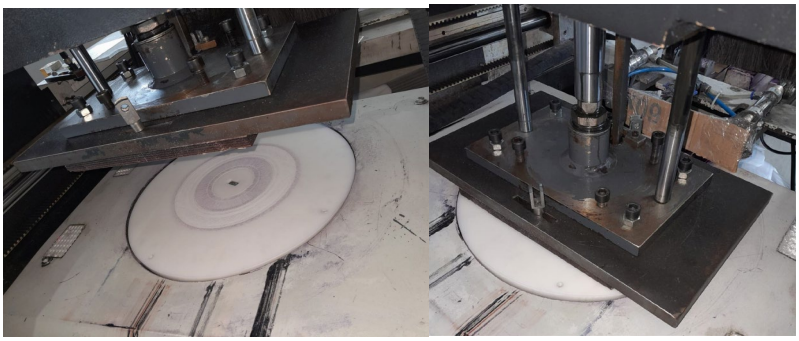
A. Bir Önceki Makinanın Yapısı ve İşleyişi

Atlet çanta olarak da adlandırılan market poşetlerinin formuna benzeyen çantaların nihai hali, üretim esnasında bıçak ünitesi ile kesim işlemi gerçekleştirilerek elde edilmektedir. Kesme işlemi hidrolik pres ile güç uygulanarak kestamit malzemeden imal edilen bir tabla üzerinde gerçekleştirilmektedir (Şekil 1). Bu işlemde kullanılan bıçak düz bir forma sahiptir, çantaların düzgün bir şekilde kesilebilmesi için bıçağın yapısı itibariyle yüksek bir kuvvet uygulanması gerekmektedir (Şekil 2). Bu yüksek kuvvete maruz kalan alt tabla üzerinde zamanla aşınmalar meydana gelmekte ve belli bir süre sonra kullanılamaz hale gelmektedir. Alt tabla üzerindeki deformasyonun en aza indirilmesi amacıyla mevcut sistemde her işlemin ardından tablaya belli bir açı ile dönme hareketi yaptırılmakta ve bu durum enerji kaybına neden olmaktadır.



Şekil 1. Eski sistemin üç boyutlu teknik resmi

Çanta üretimi yapan otomasyon sistemi dakikada 60 adet çanta üretmektedir. Makine yaklaşık 80.000 adet çantanın üretimini gerçekleştirdiğinde alt tablanın deformasyona uğraması ve bıçağın aşınması sebebiyle kesim işlemi düzgün yapılamamakta, makine fire vermektedir. Bu süreçte ortalama 100 adet çanta fireye ayrılmakta ardından makine durdurularak bakım gerçekleştirilmektedir. Alt tabla ve bıçak sistemden sökülerek bakım işlemi gerçekleştirilmekte fakat bu işlem maliyet kaybı oluşturmaktadır.



Şekil 2. Eski sistemde makinanın kesim anındaki görüntüsü

Alt tabla 5 defa işlem görmesinin ardından, Şekil 3'te bulunan kesici bıçak ise 550 saat kullanımın ardından tamamen kullanılamaz hale gelmektedir. Tüm bu hususlar, hammadde kaybına ve alet-teçhizat kaynaklarının verimli kullanılmasına engel olmaktadır.

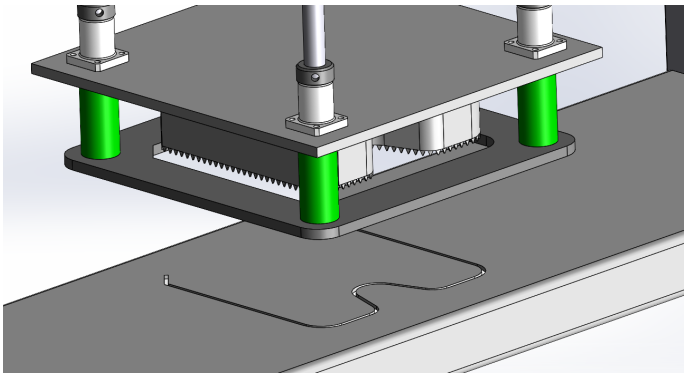


Şekil 3. Eski sistemde kesim ünitesinin alttan görünümü

İlgili sorunları aşmak amacıyla yeni bir ünite geliştirilip tasarlanmıştır.

B. Yeni (İyileştirilmiş) Makinanın Yapısı ve İşleyişi

Yeni sistemde, alt destek yüzeyinde bulunan döner plakanın dönme hareketi için herhangi bir mekanizmanın kullanılmadığı ve enerji sarfiyatının olmadığı bir yapı geliştirilmiştir (Şekil 4).

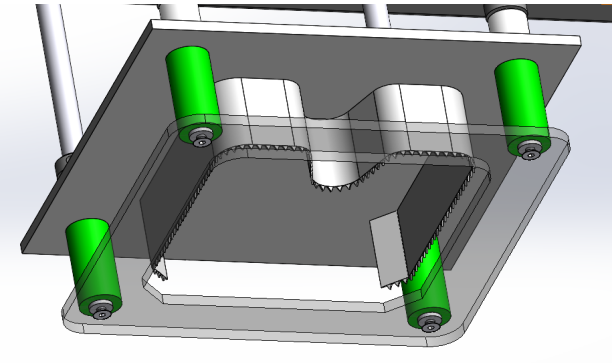


Şekil 4. Yeni sistemde kesme ünitesinin tasarımı

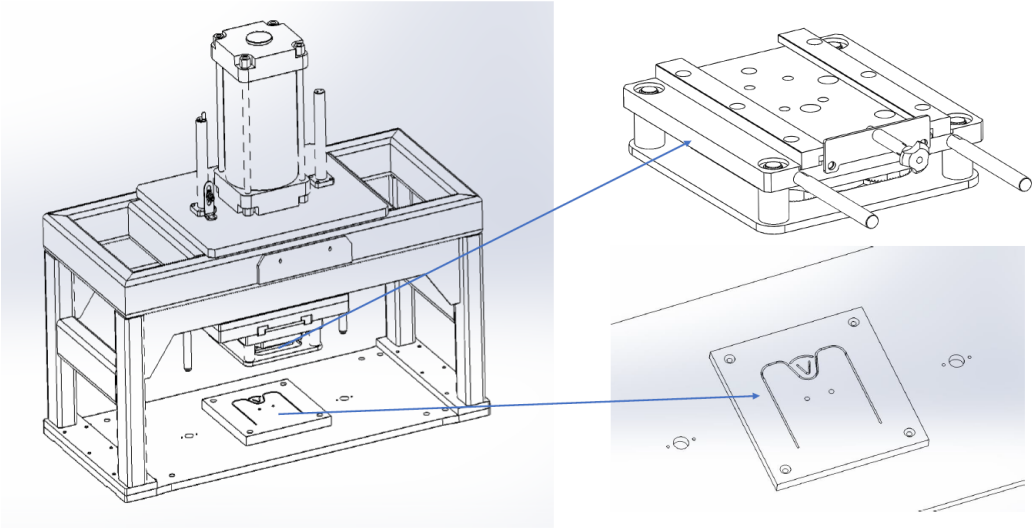
Kesme ekseninde kesici bıçakların sadece çanta ile temaslandırıldığı ve kesme ekseninde oluşturulan kesme kanalı vasıtasıyla kesici bıçakların kullanım ömrünün arttırıldığı ve daha sağlıklı bir kesmenin sağlandığı bir yapı ortaya konulmuştur (Şekil 5).

Kesici bıçaklar, önceki teknikteki düz yapılı yüzeyler yerine V formlu kesici yüzeyler içermektedir. Bu sayede kesme yüzeyinin arttırılarak açılı kesmenin sağlandığı kullanım ömrü uzun olan bir yapı sağlanmıştır (Şekil 5).

Ayrıca kesme bıçaklarının açılı yüzeyler içermesi ve bir kesme kanalında kesme gerçekleştirilmesi sebebiyle, kesme ekseninde yapılandırılmış olan düşey eksende baskı kuvveti uygulayan dikey tahrik elemanlarının daha az kuvvet uygulaması sağlanmış ve böylece, düşük enerji kullanımının sağlandığı bir yapı elde edilmiştir.



Şekil 5. Yeni sistemde kesme ünitesi tasarımının alttan görünümü



Şekil 6. Yeni kesme ünitesi tasarımının teknik resimleri

C. *Üretim ve Karşılaştırma Verisi*

Üretim firesi ile ilgili elde edilen veri Tablo I'de gösterilmektedir. Yeni sistemin eskiye göre fire kaybının 156 kat daha düşük olduğu ve sadece tek bir makine ile yıllık 2.325 dolarlık bir kaybın önleneceği görülmektedir. Burada yıllık maliyet kaybı hesabında tek çanta fire kaybı 0.075 dolar olarak alınmıştır.

Kestamit ve bıçak değişimi ile ilgili verimlilik verisi Tablo II'de gösterilmektedir. Yeni sistemin eskiye göre verimlilik kaybının 312 kat daha düşük olduğu ve sadece tek bir makine ile yıllık 27.990 dolarlık bir kaybın önleneceği görülmektedir. Burada dakikada 60 çanta üretildiği kabul edilerek 6 aylık ve yıllık toplam kayıp adedi elde edilmiş ve yine tek çanta kaybı 0.075 dolar alınarak toplam yıllık maliyet kaybı USD olarak hesaplanmıştır.

Tablo I. Tek bir Makine için Üretim Firesi Verisi ve Karşılaştırma Tablosu

	Eski Sistem	Yeni Sistem	Fark (Düşüş)
Kestamit Kaynaklı Çanta Firesi (adet/6 ay)	15000	0	-15000
Bıçak Kaynaklı Çanta Firesi (adet/6 ay)	600	100	-500
6 Aylık Toplam (adet)	15600	100	-15500
Yıllık Toplam Kayıp (adet)	31200	200	-31000
Yıllık Maliyet Kaybı (USD)	2.340,00	15,00	**-2.325,00**

Tablo II. Tek bir Makine için Verimlilik Kaybı Verisi ve Karşılaştırma Tablosu

	Eski Sistem	Yeni Sistem	Fark (Düşüş)
Kestamit Değişimi Kaynaklı Zaman Kaybı (dk/6 ay)	3000	0	-3000
Bıçak Değişimi Kaynaklı Zaman Kaybı (dk/6 ay)	120	10	-110
6 Aylık Toplam Kayıp (adet)	187200	600	-186600
Yıllık Toplam Kayıp (adet)	374400	1200	-373200
Yıllık Maliyet Kaybı (USD)	28080,00	90,00	**-27.990,00**

İşçilik kaybı verisi Tablo III'te gösterilmektedir. Yeni sistemin eskiye göre işçilik kaybının 154 kat daha düşük olduğu ve sadece tek bir makine ile yıllık 2.409 dolarlık bir işçilik kaybının önleneceği görülmektedir. Burada işçilik giderleri Tablo II'de verilen kestamit ve bıçak değişimlerinde harcanan zamana göre belirlenmiş değerlerdir.

Tablo III. Tek bir Makine için İşçilik Kaybı Verisi ve Karşılaştırma Tablosu

	Eski Sistem	Yeni Sistem	Fark (Düşüş)
Operatör Giderleri (TL/6 ay)	2750,00	18,00	-2.732,00
Bakım Personeli Giderleri (TL/6 ay)	3500,00	23,00	-3.477,00
Yönetim Personeli Giderleri (TL/6 ay)	18000,00	116,00	-17.884,00
6 Aylık Toplam Kayıp (TL)	24250,00	157,00	-24.093,00
Yıllık Maliyet Kaybı (TL)	48500,00	314,00	-48.186,00
Yıllık Maliyet Kaybı (USD)	2425,00	15,70	**-2.409,30**

Malzeme kaybı verisi Tablo IV'te gösterilmektedir. Yeni sistemin eskiye göre malzeme kaybının 63 kat daha düşük olduğu ve sadece tek bir makine ile yıllık 12.424 dolarlık bir malzeme kaybının önleneceği görülmektedir. Burada dolar kuru Ocak 2023 itibariyle yaklaşık 20 TL olarak alınarak yıllık maliyet kaybının USD değeri hesaplanmıştır.

Tablo IV. Tek bir Makine için Malzeme Kaybı Verisi ve Karşılaştırma Tablosu

	Eski Sistem	Yeni Sistem	Fark (Düşüş)
Kestamit Satın Alma (USD/6 ay)	36 adet x 137,00	0	-4932,00
Kestamit Tıraşlama (USD/6 ay)	180 adet x 6,00	0	-1080,00
Bıçak (USD/6 ay)	6 adet x 50,00	1 x 100,00	-200,00
6 Aylık Toplam Kayıp (USD)	6312,00	100,00	-6.212,00
Yıllık Maliyet Kaybı (USD)	12624,00	200,00	**-12.424,00**

Enerji kaybı verisi Tablo V'te gösterilmektedir. Yeni sistemin eskiye göre enerji kaybının 11 kat daha düşük olduğu ve sadece tek bir makine ile yıllık 2.450 dolarlık bir enerji kaybının önleneceği görülmektedir.

Tablo V. Tek bir Makine için Enerji Kaybı Verisi ve Karşılaştırma Tablosu

	Eski Sistem	Yeni Sistem	Fark (Düşüş)
Çanta Başına Enerji Tüketimi (TL)	0,00208	0,00019	-0,00189
60 çanta için Enerji Tüketimi (TL)	0,125	0,01158	-0,11342
6 Aylık Toplam (TL)	27000,02	2501,17	-24.498,85
Yıllık Maliyet Kaybı (TL)	54000,04	5002,34	-48.997,71
Yıllık Maliyet Kaybı (USD)	2700,00	250,12	**-2.449,89**

Tüm bu kayıplar toplandığında, yeni sistemin eski sisteme göre 84 kat daha az kayıp verdiği ve yeni sisteme sahip tek bir makina ile yıllık toplam 47.598 dolarlık bir kaybın önleneceği söylenebilir.

III. TARTIŞMA VE SONUÇ

Yapılan çalışmalar ile hedeflendiği üzere kesme bıçağının kullanım süresinin artırıldığı, tamir bakım maliyetlerinin düşürüldüğü, üretim süreçlerinin ve maliyetlerinin iyileştirildiği aynı zamanda enerji sarfiyatının azaltıldığı bir yapı geliştirilmiştir. Mevcut üretim hattına göre hammadde ve enerji verimliliği artmış, üretim kapasitesi arttırılarak makineyi kullanacak işletmelerin karlılığında artış sağlanmıştır. Ayrıca bu uygulama çevreyi de olumlu anlamda etkilemektedir.

Geliştirilen sistemin eski sisteme göre yaklaşık 84 kat daha az kayıp verdiği tespit edilmiştir. Bu kapsamda 20 makinaya sahip bir firma için yıllık kazancın 950.000 dolar seviyesinde olacağı öngörülmektedir.

Geliştirilen yerli kesme ünitesi ile yurt içindeki döviz kaybı ve ithalat azaltılıp cari açığın azalmasına katkı sağlanacaktır. Ardından yurt dışına ihracat yapabilecek potansiyele sahip ünitenin pazarlama faaliyetleri yapılacak, uluslararası arenada faaliyet gösterilecektir.

KAYNAKÇA

[1] Boz, S. ve Öndoğan, Z. (2011). An investigation on the cutting parameters for various types of fabric. Tekstil ve Konfeksiyon, 1(2012), 52-57.

[2] Cabak, B. (2018). Tekstil fabrikasında enerji verimliliği uygulamaları. Trakya Üniversitesi.

[3] Yavuz, M. (2019). Plastik ambalaj sektöründe endüstriyel kesici takım optimizasyonu. Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi.

[4] Üstünışık, N. Z. (2014). Türkiye imalat sanayiinde yeşil imalatın uygulanabilirliği: makina imalat sanayii örneği. İktisadi Sektörler ve Koordinasyon Genel Müdürlüğü.

[5] Liu, P., Liu, F. ve Qiu, H. (2017). A novel approach for acquiring the real-time energy efficiency of machine tools. Energy, 121(2017), 524-532.

[6] Uylukçuoğlu, Ö. E. (2009). Otomotiv sanayinde enerji verimliliği ve enerji tasarruf olanaklarının belirlenmesi. İstanbul Teknik Üniversitesi.

[7] Dornfeld, D. A. (2014). Moving towards green and sustainable manufacturing. International Journal Of Precision Engineering And Manufacturing-Green Technology, 63(2014), 63-66.

[8] Nayak, R. ve Padhye, R. (2017). Automation in garment manufacturing. the textile ınstitute book series. Elsevier.

[9] Wang, L., Zhang, S., Gao, W. M., Wang, X. (2007). FEM Analysis of Knife Penetration through Woven Fabrics. CMES-Computer Modeling in Engineering & Sciences, 20(1), 11–20.