



Bir Paketleme Makinesinde Kullanılan Ambalaj Kesici Mekanizmanın Bakım Süresine Etkisi¹

Yiğitcan Balıkcıoğlu^{*2}, Binnur Gören Kırıl³

ÖZ

Paketleme makinelerinde kullanılan birçok istasyon bulunmaktadır. Bu istasyonların en önemlilerinden biri döner tablaya ambalajı besleyen ekipmanların bulunduğu poşet verici istasyondur. Paketleme esnasında plastik ambalaj ürün paketi boyutlarına uygun olarak kesilmelidir. Bu kesme işleminde en kritik elemanlar bıçaklardır. İşlevi paketi kesmek olan bıçakların, bunu yapabilmek için keskin kenarlı ve aşınmaya karşı dayanıklı olmaları gereklidir.

Bu çalışmada, gıda sektöründe faaliyet gösteren bir firmada bulunan bir paketleme makinesine ait poşet verici sistemin iyileştirilmesi amaçlanmıştır. Sistemde yer alan bıçaklardan kaynaklanan arızaları en aza indirmek için deneysel ve sayısal analizler gerçekleştirilmiştir. Bıçaklar için en uygun çelik malzeme alaşımları ile sertleştirme metodlarının araştırması yapılmıştır. Bu amaçla, farklı alaşımlar kullanılarak imal edilen numuneler işletme şartlarında denenmiştir. Ayrıca konstrüktif bir değişiklik yapılarak iki adet bıçak tek gövdeye bağlanmış olup montaj hatası ortadan kaldırılmış ve sürtme ile aşındırma etkisi minimuma indirilmiştir. Bu durum ayrıca montaj ve duruş sürelerini de azaltmıştır.

Sonuç olarak, mekanik anlamda bıçaklar kaynaklı arızalar ve maliyetler önemli derecede azaltılmıştır. Maliyet analizi ve arıza süreleri hesaplamalar ve grafiklerle sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Bıçak, çelik, ambalaj, maliyet analizi

Effect of the Cutter Mechanism Used in a Packaging Machine on the Maintenance Time

ABSTRACT

There are many stations used in packaging machines. One of the most important of these stations is the pouch feeder station, which contains the equipment that feeds packaging to the turntable. During the packaging, plastic package should be cut according to the dimensions of the product package. The most critical parts in this cutting process are the knives. Function of the knives is to cut the package and in order to do so, the knives must be sharp-edged and wear-resistant.

In this study, it is aimed to improve the pouch feeder part of a packaging machine in a food company. Experimental and numerical analyzes were carried out in order to minimize the failures caused by knives in the system. Research and investigation of suitable steel material alloys and hardening methods for knives were performed. It is aimed to select the appropriate material by examining effects of all elements on the physical properties of the steel alloy. Also by making a constrictive change, two knives mounted to one body and the failure of assembly was removed.

In conclusion, breakdown time and the cost of the knives were importantly reduced for the plant and process. Cost reduction and breakdown time values were presented with graphs.

Keywords: Knife, steel, packaging, cost reduction

* İletişim Yazarı
Geliş/Received : 29.03.2020
Kabul/Accepted : 19.06.2020

¹ 26-28 Eylül 2019 tarihlerinde Makina Mühendisleri Odası tarafından Denizli’de düzenlenen IV. Uluslar arası Bakım Teknolojileri Kongresi’nde sunulan bu bildiri, dergimiz için yazarlarınca makale olarak yeniden düzenlenmiştir.

² Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Buca, İzmir, yigitcanbalickioглу@gmail.com
ORCID: 0000-0002-7123-7676

³ Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Buca, İzmir, binnur.goren@deu.edu.tr
ORCID: 0000-0001-7760-9306



1. GİRİŞ

Farklı birçok sektörde yoğun bir şekilde kullanılan paketleme makinalarında çeşitli istasyon ve bu istasyonlarda ihtiyaca uygun olarak kullanılan ekipmanlar bulunmaktadır. Bu istasyonların en önemlilerinden biri bobini, yani poşeti paketlenmek üzere doluma veren istasyondur. Poşet verici istasyonlardaki kesici bıçak ve yaylar bu istasyonların en önemli iki elemanıdır.

Bu istasyonlarda biri hareketli, diğeri sabit olan iki adet bıçak bir takımı oluşturmaktadır. Burada bıçakların görevi bobinden çözülerek gelen ambalajın ürüne göre istenen ölçüde iken kesilmesini sağlamaktır. Hızlı tüketim malları üreten makinaların yüksek devirli çalışmalarında karşılıklı çalışan bıçaklar aşınmaya ve kırılmaya çok müsaittir. Kullanılan kesici bıçak malzemesinin seçimindeki en önemli etkenler gıda ile temasa uygun ve aşınmaya dayanıklı olmasıdır.

Literatürde yaygın bir araştırmanın bulunmamasına karşın, Tang ve diğerleri çalışmalarında 60 HRC sertlik değerine yakın, yüksek sertlikteki AISI D2 malzemesini dikkate alarak sertleştirilmesini ve kesme zamanlarını incelemişlerdir. Sonuç olarak parçanın sertliğinin aşınma üzerinde çok büyük etkileri olduğu sonucuna varmışlardır. Abrasif, adhezif ve yayınım aşınma kombinasyonunun 40 – 60 HRC sertlik durumunda PCBN (Polikristalin Kübik Bor Nitrür) malzemelerinin aşınmasından sorumlu olduğuna ulaşılmıştır. Keskin kenarların yüksek sıcaklık ve büyük mekanik yüklemelerden zarar gördüğünü vurgulamışlardır [1].

Baykara ve Bedir ısıtma işleminin derin çekme, kesme bıçaklarında yaygın olarak kullanılan Vanadis 4 ve Vanadis 10 takım çeliklerinin mekanik özelliklerine etkisini deneysel olarak incelemişlerdir. Vanadis takım çeliklerinin karbon ve vanadyum içeriğine dayanarak, aşınma testi sonuçları ile mikro sertlik değerlerini ortaya çıkan mikro yapısal özellikler ile ilişkilendirmişlerdir [2].

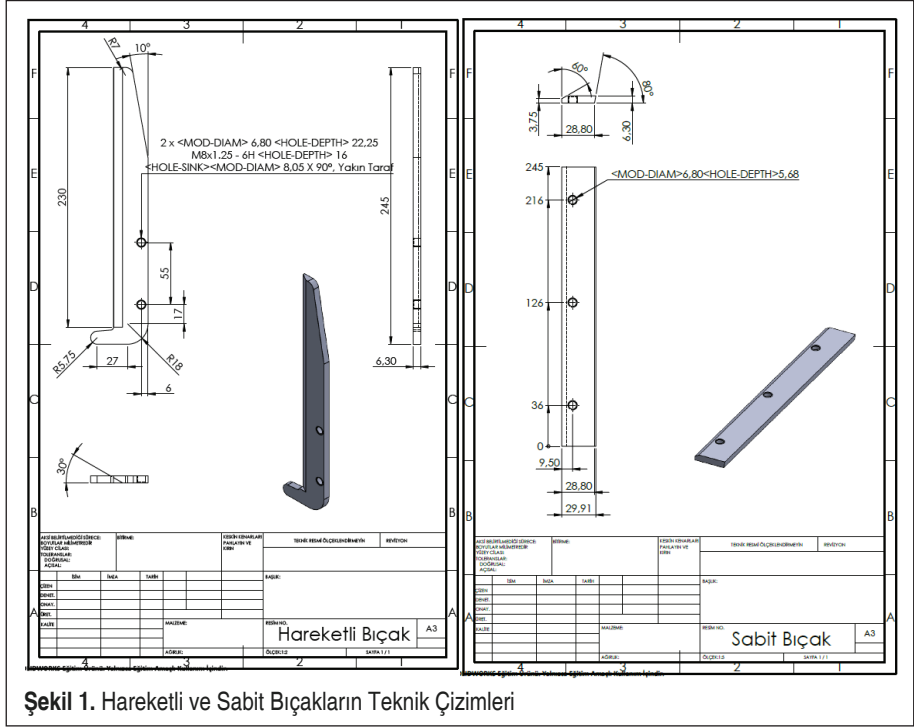
Hoier ve diğerleri büyük miktarlarda MC ve M7C3 karbür içeren Vanadis 10 takım çeliği ile 316L östenitik paslanmaz çeliğin aşınma özellikleri karşılaştırmalı olarak incelemişlerdir. Takım ömrü testlerini kaplanmamış ve TiCN-Al2O3 kaplamalı sementli tungsten karbür takımlarını kullanarak yapmışlardır. Aşınmanın ağırlıklı olarak mikro parçalı bileşenlerin yanı sıra alet yüzeylerinde ve kaplamalarda mikron altı büyüklük mertebesinde olduğunu gözlemlemişlerdir [3].

Bakım periyodunun uzatılmasına ilişkin bu çalışmada işletmenin şartları göz önünde bulundurularak bıçakların mekanik tasarımının ve malzeme seçiminin optimal düzeyde belirlenmesi üzerine odaklanılmıştır. Bıçakların dayanımı konusunda daha önce çalışma yapılmamış bir fabrikada durumun irdelenerek, testler ve analizler gerçekleştirilerek iyileştirmelerle beraber yeni ve uzun ömürlü bir sisteme geçilmesi hedeflenmiştir.



1.1 Mevcut Durumun Değerlendirilmesi

Mevcut durumda paketleme makinasındaki sabit ve hareketli iki bıçaktan oluşan bıçak takımının teknik çizimleri Şekil 1’deki gibidir.



Şekil 1. Hareketli ve Sabit Bıçakların Teknik Çizimleri

1.2 Mevcut Bıçağın Malzeme Özellikleri

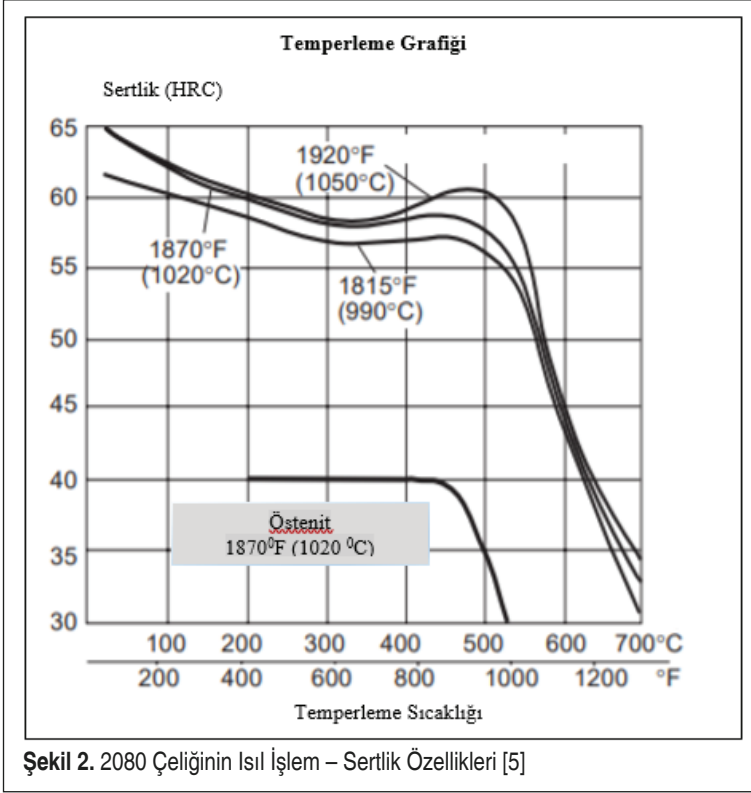
Bu paketleme makinasında kullanılan bıçak AISI D3 (X210Cr12, 1.2080) malzemedir. Malzeme özellikleri ise Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1. Mevcut Durum Bıçak Malzemesi [4]

Standart Gösterim						
Malzeme No		DIN		EN		AISI/SAE
1.2080		X155CrVMo12-1		X155CrVMo12		D2
Kimyasal Bileşim						
C	Si	Mn	Cr	Mo	V	W
2,05	0,25	0,3	11,5	-	-	-



Tablo 1’de kimyasal bileşenleri, Şekil 2’de temperleme grafiği görülen 2080 çeliği aşınma dayanımı ve kesme direnci açısından zayıf bir malzemedir. İşletme şartlarına uygun sertliği sağlayamayan ve aşınmaya sebebiyet veren bir malzemedir. Bu sebeple bıçağın aşınması istenenden kısa sürede gerçekleşmektedir.



1.3 Mevcut Durumun Deneysel Olarak Doğrulanması

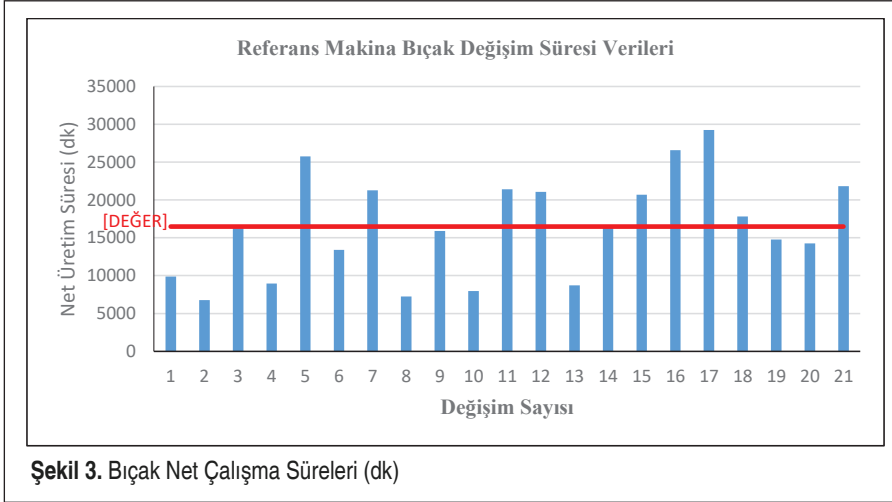
2080 çeliğinin ısıl işlem grafiği incelendiğinde 100 °C sıcaklıkta temperlenmesi durumunda 64 HRC sertliği yakalayacağı laboratuvar şartlarında belirlenmiştir. Ancak Türkiye piyasası koşullarında bu malzemenin 100 °C’de temperlenmesi ne yazık ki mümkün olamamaktadır.

Numune üzerinde yapılan analizler sonucu bıçağın malzemesinin 2080 çeliği olduğu doğrulanmış, fakat sertliği 59 HRC olarak tespit edilmiştir. Alaşımı ve ısıl işlem özellikleri aşınma dayanımına uygun olmayan 2080 çeliğinin bu süreçte kullanılması uygun görülmemeyerek iyileştirme çalışmalarına gidilmiştir.

Şekil 3’teki grafikte bıçakların değişim sayıları ve bu değişim tarihleri arasında net



olarak kaç dakika aktif olarak çalıştıkları görülmektedir. Grafikte görülen her değer 2080 çeliğine aittir.



2. İYİLEŞTİRME ÇALIŞMALARI

Bıçakların ömrünün uzun olmasını sağlamak için malzeme seçimi doğru yapılmalı, alarım elementleri özelliklerine göre ayarlanmalıdır. Malzemenin kesme direnci ve aşınmaya karşı dayanımı yüksek olması için sertliği belirli elementlerle yükseltilmelidir.

2.1 Aşınma Dayanımı Yüksek Malzeme Araştırması

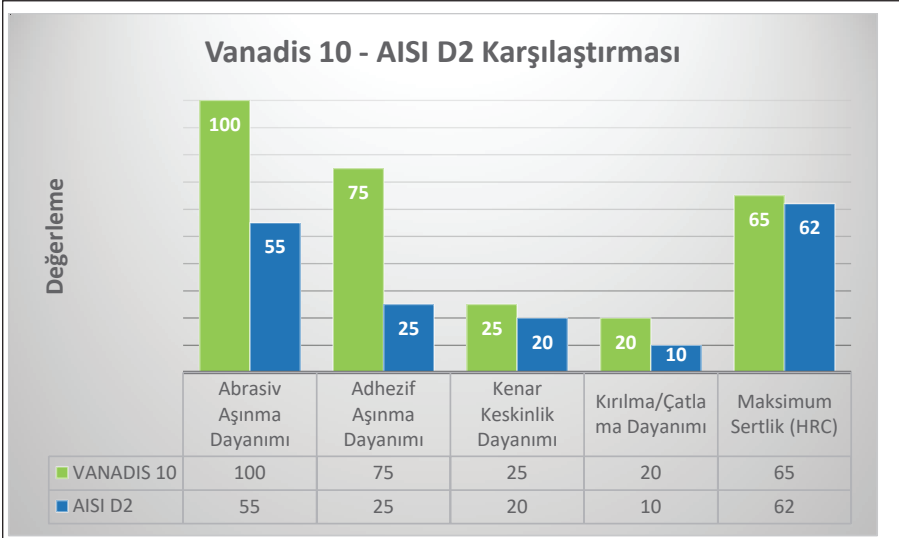
Kesmeye çalışan çelik elemanlarda deneysel olarak belirlenecek şekilde belli oranlarda Vanadyum, Wolfram ve Molibden elementleri bulunmalıdır. Aşınma mukavemetinin yüksek olması için malzemenin sertliğinin, akma noktasının, darbe direncinin yüksek olması gerekmektedir.

Bu özelliklere göre imal edilmesi her ne kadar zor olsa dahi yüksek aşınma, piyasada bulunabilirlik ve krom oranının yüksekliğiyle gıdaya uygunluğundan dolayı CPM 10V çeliğinin muadili Vanadis 10 uygun görülmüştür. Vanadis 10 çeliğinin element alaşımı Tablo 2’de verilmektedir [6].

Tablo 2. Vanadis 10 Çeliği Alaşımı

C	Si	Mn	Cr	Mo	V
2,9	0,5	0,5	8,0	1,5	9,8

Şekil 4’te Vanadis 10 ve 2080 çeliklerinin karşılaştırılması yer almaktadır.

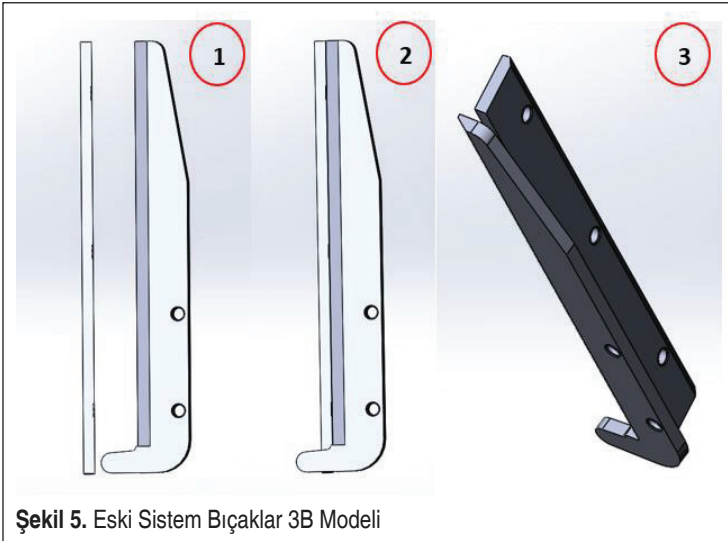


Şekil 4. Vanadis 10-2080 Çelikleri Karşılaştırması

2.2 Konstrüksiyon İyileştirme Çalışması

Kullanılacak çeliğin tespiti konusunda sonuca varıldıktan sonra mekanik tasarım alanında bir gelişmeye odaklanılmış ve iki adet bıçağın tasarımları, birbirlerine montajı, makina üzerine montajı gibi parametreler için iyileştirme çalışmalarına başlanmıştır.

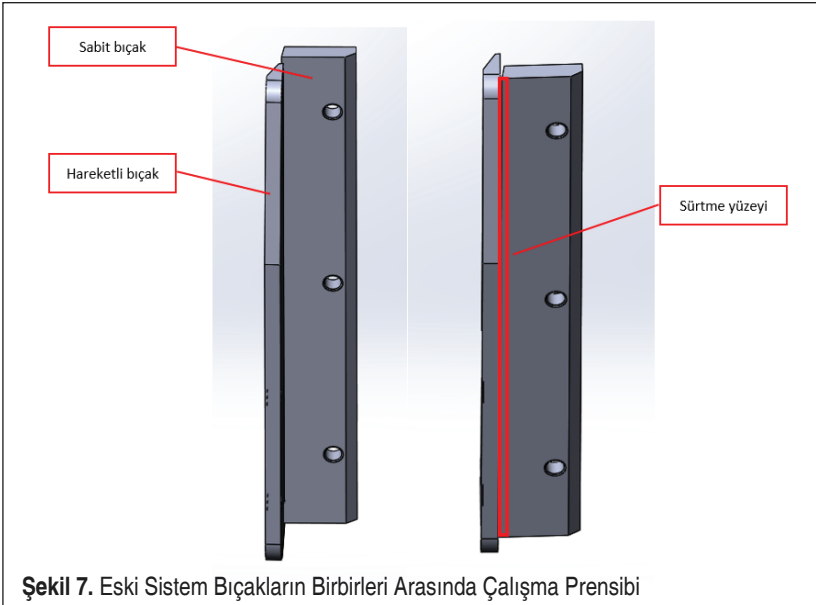
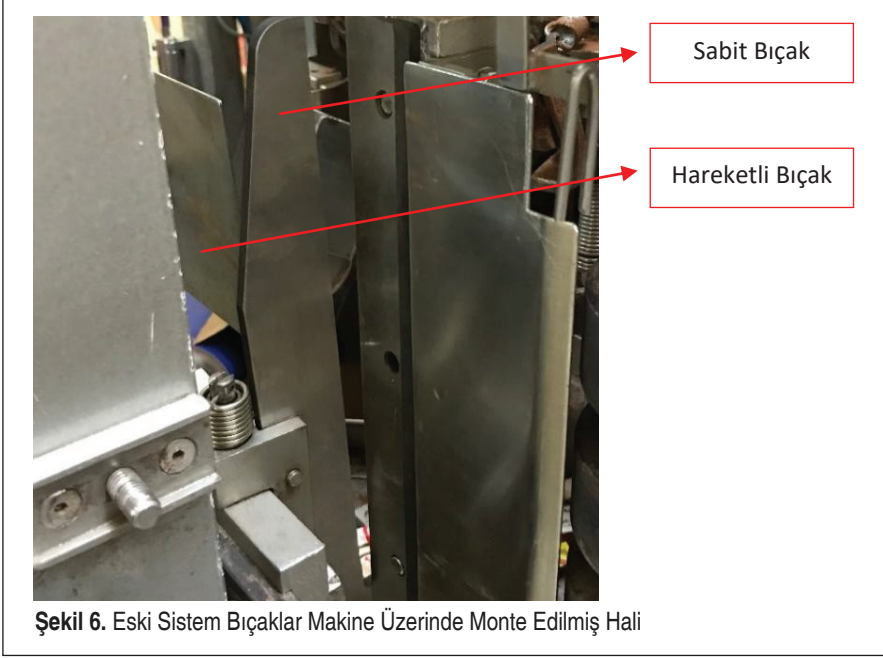
Şekil 5'te eski sistem bıçakların çalışma mekanizması sırasıyla gösterilmektedir. Ha-



Şekil 5. Eski Sistem Bıçaklar 3B Modeli



reketli bıçak makinenin altındaki kamdan aldığı tahrikle sabit bıçağa doğru ilerler ve arada bulunan ambalajı keser. Burada dikkat edilmesi gereken durum, bıçaklar arasında açının olmamasıdır. 1 ve 2 numaralı görsellerde görüleceği gibi hareketli bıçak





tamamen lineer bir şekilde hareket eder.

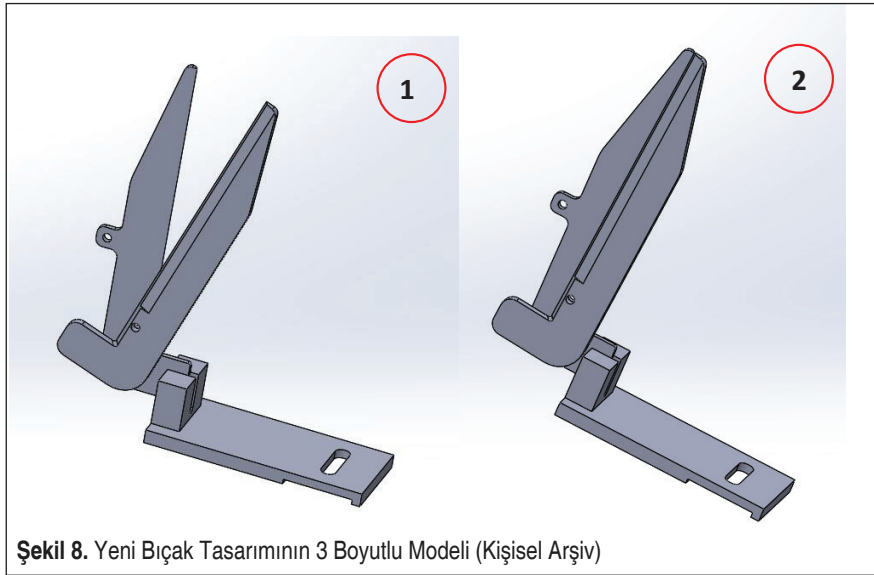
Bir hareketli ve bir sabit bıçak çalışma şekli Şekil 7’de görüldüğü gibidir. Hareketli bıçak ekseninde lineer hareketini yaparken iki bıçağın arasından geçen ambalajı sabit bıçağa sürterek kesmektedir. Bıçağın körelmesine, yani aşınmaya bu durum neden olmaktadır. Bu hareketin iyileştirilmesi için makas tipi bir bıçak sistemi düşünülerek Şekil 8’de görülen tasarım geliştirilmiştir.

Bu tasarımda bıçağın kendisi ve kasesi montaj/demontaj işlemleri için daha optimaldir. Mekanik aksamlardaki benzer tasarımsal iyileştirmeler bakım ekiplerinin faaliyetlerine büyük kolaylıklar sağlamaktadır. Karmaşık bir mekanik ekipmanın montajı hem uzun zaman alarak iş gücünden kayıplara hem de hata payının artmasına sebep olmaktadır.

Önceki sistemdeki iki adet bıçak yerine, Şekil 8’deki gibi kaideye sabitlenmiş bir bıçak ve ona sabitlenmiş başka bir bıçak kullanılmıştır. Bu sayede makina üzerindeki montaj tek seferde bitecek şekilde ayarlanmıştır.

Ayrıca makas tipi bıçak takımının bir diğer avantajı ise önceki sistemde gözlenen sürtünmenin olmamasıdır. Yeni sistemde iki bıçak arasında mikron seviyesinde boşluk bulunmakta ve bıçaklar birbirine vuruş yapacak şekilde değmemektedir.

Şekil 7’de görülenin aksine makas tipi bıçak sisteminde açılı bir kesme işlemi vardır. Bu da bıçağın hem aşınmaya karşı direncini güçlendirir, hem de kesme işleminin daha rahat ve kaliteli yapılmasını sağlamaktadır.





2.3 Maliyet Analizi

Sistemde yapılan iyileştirmelerle birlikte Tablo 3'te görüldüğü gibi yılda 76.775 TL maddi kazanç ve iş gücü kazancı sağlanarak bir bıçağın duruş yaratmaksızın net çalışma süresi verimliliği Şekil 9'da görüleceği gibi artış göstermiştir.

Şekil 9'da görüldüğü gibi bir takım bıçağın ortalama çalışma süresi 16.178 dakikadan 83.579 dakikaya çıkarılarak %416,62 iyileştirme sağlanmıştır.

Tablo 3. Eski – Yeni Sistem Bıçaklar Arasında Maliyet Analizi

	Sıfır bıçak imalat adedi	Sıfır bıçak imalat fiyatı (TL)	Bileme adedi	Bileme fiyatı (TL)	Duruş sayısı	Duruş süresi (dk)	Duruş maliyeti (TL)	Toplam Maliyet (TL/yıl)
AISI D2 (1.2080)	2	1.000	10	15	12	27	6.615	81.530
Vanadis 10	1	1.500	1	70	1	13	3.185	4.755
Fark								76.775



Şekil 9. Eski – Yeni Sistem Ortalama Bıçak Ömrü Grafiği (Kişisel Arşiv)

3. DEĞERLENDİRME VE SONUÇ

Paketleme makinelerinde kullanılan bıçaklarla ilgili bu çalışma ile yapılan incelemeler sonucunda sunulan değişiklikler işletmeye birçok konuda fayda sağlamıştır. Bunların başında maliyet iyileştirmesi gelmektedir. Maliyet iyileştirmesi yapılması



için DS Solidworks modelleme programı kullanılarak üç boyutlu modellemeler yapılmıştır.

Bıçakların aşınma, kırılma ve körelme gibi arızalara sebebiyet verme süreleri uzamış ve bu yedek parçaların getirdiği maliyet konusunda yaklaşık 76.775 TL/YIL iyileştirme yapılmıştır.

Bir diğer etken olarak, bir fabrikanın her dakikasının önemli olduğu düşünülürse bıçaklardan kaynaklı üretim duruş sürelerinden ve harcanacak iş gücünden kâr edilmiştir. Bir takım bıçağın çalışma ömründe %416,62 oranında iyileştirme sağlanmıştır.

TEŞEKKÜR

Yazarlar, bu çalışmadaki desteklerinden ötürü Dr. Oetker Gıda San. ve Tic. A.Ş Genel Müdürü Sn. Muhsin Çömden'e ve Üretim Müdürü Sn. Burak Gürhan'a teşekkür ederler.

KAYNAKÇA

1. **Tang, L., Sun, Y., Li, B., Shen, J. ve Meng, G.** 2019. Wear performance and mechanisms of PCBN tool in dry hard turning of AISI D2 hardened steel. *Tribology International*, 132, 228-236.
2. **Baykara, T. ve Bedir, H.F.** 2017. Effects of heat treatment on the mechanical properties of the vanadis 4 extra and vanadis 10 tool steels. *Journal of Material Sciences and Engineering*, 6(2), 1-3.
3. **Hoier, P., Malakizadi, A., Klement, U. ve Krajnik, P.** 2019. Characterization of abrasion- and dissolution-induced tool wear in machining. *Wear*, 426-427 (B), 1548-1562.
4. **Ulaş, H. B.** 2018. "AISI D2 ve AISI D3 Soğuk İş Takım Çeliklerinin Delinmesinde Kesme Parametrelerinin Kesme Kuvvetleri Üzerindeki Etkisinin İncelenmesi". *Politeknik Dergisi*, 21(1):251-256.
5. **Aslan, E.** 2005. "Experimental investigation of cutting tool performance in high speed cutting of hardened X210 Cr12 cold-work tool steel (62 HRC)". *Matls Design* 26: 21-27.
6. **Boy, M., Demir, H., Korkut, İ.** 2009. "Vanadis 10 Soğuk İş Takım Çeliğinin İşlenmesinde Kesme Parametrelerinin Yüzey Pürüzlülüğüne Etkisi". *Uluslararası İleri Teknolojiler Sempozyumu (IATS'09)*, 13-15 Mayıs 2009, Karabük, Türkiye.