

T.C.
SAKARYA UYGULAMALI BİLİMLER ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

**BİYOMİMETİK YAKLAŞIM KULLANILARAK PASLANMAZ
BIÇAKLARIN İMALAT PROSESİNİN OPTİMİZASYONU VE
KESKİNLİK PERFORMANSININ ARTIRILMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Özge BEKÇİ

Enstitü Anabilim Dalı : İMALAT MÜHENDİSLİĞİ

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Fehim FINDIK

Ortak Tez Danışmanı : Dr. Öğr. Üyesi Osman İYİBİLGİN

Şubat 2019

T.C.
SAKARYA UYGULAMALI BİLİMLER ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

**BIYOMİMETİK YAKLAŞIM KULLANILARAK PASLANMAZ
BIÇAKLARIN İMALAT PROSESİNİN OPTİMİZASYONU VE
KESKİNLİK PERFORMANSININ ARTIRILMASI**


YÜKSEK LİSANS TEZİ


Özge BEKÇİ


Enstitü Anabilim Dalı : İMALAT MÜHENDİSLİĞİ


Bu tez 27.02.2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oybirliği ile kabul edilmiştir.


**Prof. Dr.
Fehim FİNDİK
Jüri Başkanı**


**Doç. Dr.
Ahmet KOLİP
Üye**


**Doç. Dr.
Özkan ÖZDEMİR
Üye**


**Dr. Öğr. Üyesi
Osman İYİBİLGİN
Üye**


**Dr. Öğr. Üyesi
İskender ÖZSOY
Üye**

BEYAN

Tez içindeki tüm verilerin akademik kurallar çerçevesinde tarafımdan elde edildiğini, görsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçların akademik ve etik kurallara uygun şekilde sunulduğunu, başkalarının yayınlamış olduğu eserlerden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, tezde yer alan verilerin bu üniversite veya başka üniversitede herhangi bir tez çalışmasında kullanılmadığını beyan ederim.

Özge BEKÇİ

27/ 02 / 2019

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim boyunca değerli bilgilerinden ve engin tecrübelerinden yararlandığım, tezin yazım aşamasında oluşan problemlerin çözümü sırasında her türlü desteklerini hissettiğim değerli danışman hocalarım Sayın Prof. Dr. Fehim FINDIK ve Sayın Dr. Öğr. Üyesi Osman İYİBİLGİN'e teşekkürlerimi sunarım.

Tez konusunun belirlenmesi aşamasında değerli fikirleri ile desteklerini hissettiğim Banaş A.Ş. yöneticileri Sayın Abdurrahman YILMAZ ve Sayın Suat YILMAZ'a teşekkürlerimi sunarım.

Tezin uygulama kısmının oluşturulması esnasında teknik bilgilerinden ve deneyimlerinden yararlandığım Banaş A.Ş. çalışanlarına teşekkür ederim. Tezin uygulama ve analiz kısımlarının oluşumu sırasında, tezin yazımı esnasında değerli desteklerini her zaman hissettiğim Mesut YAVUZ'a ve Ömer Faruk KONUKALDI'ya teşekkürlerimi sunarım.

Eğitim hayatım boyunca her zorlukta yanımda olan, zorlukları nasıl çözümleneceğini gösteren rehberim, meslek yaşamım boyunca verdiği öğütlerden yararlandığım ve yararlanacağım, hayallerimin peşinden koşarken her zaman destekçim olan Sevgili Dayım Murat BAYRAK, kariyer hayatımda bir adım daha ilerlerken yanımda olmanı isterdim. Gördüğüne ve gurur duyduğuna eminim. Her zaman rehberim olarak kalacağın ve her zorlukta yanımda olduğun için çok teşekkür ederim.

Her zaman desteklerini hissettiğim, annem, babam ve kardeşlerime teşekkürü bir borç bilirim.

Özge BEKÇİ

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR	i
İÇİNDEKİLER	ii
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ	v
ŞEKİLLER LİSTESİ	vi
TABLolar LİSTESİ	x
ÖZET	xi
SUMMARY	xii
BÖLÜM 1	
GİRİŞ	1
BÖLÜM 2	
KAYNAK ARAŞTIRMASI	3
2.1. Biyomimetik	3
2.1.1. Biyomimetğin Uygulama Alanları	4
2.1.1.1. Makineler	5
2.1.1.2. Yazılım ve Algoritmalar	10
2.1.1.3. Bina ve Yapılar	11
2.1.1.4. Malzemeler	13
2.1.2. Biyomimetğin Kesici Aletlere Uygulanan Örnekleri	16
2.2. Malzeme Yapısı	19
2.3. Soğuk Deformasyon Yöntemi	23

BÖLÜM 3

TASARIM VE DENEYSEL ÇALIŞMA

3.1. Dairesel Bıçak Tasarımı	27
3.2. Standart Dairesel Bıçak Tasarımı	32
3.2.1. Bal Peteği Formunun Bıçak Tasarımına Etkisi	40
3.2.2. Bal Peteği Formunun Standart Bıçak Yüzeyine Uygulanması	45
3.3. Biyonik Dairesel Bıçak İçin Kalıp Tasarımı	51
3.3.1. Tasarım Parametrelerinin Belirlenmesi	53
3.3.2. Kalıbı Oluşturan Elemanların Tasarımı	62
3.3.2.1. Dişi Kalıp Tasarımı	65
3.3.2.2. Erkek Zımba Tasarımı	67
3.3.2.3. Kolon ve Burçlar	68
3.3.2.4. Baskı Plakası Tasarımı (Pot Çemberi)	69
3.4. Tasarlanan Biyonik Dairesel Bıçağın İmalatı	71
3.5. Biyonik Dairesel Bıçağın Performansının Test Edilmesi	77

BÖLÜM 4

DENEY SONUÇLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ	82
4.1. Bıçak Ömrünün Değerlendirilmesi	82
4.2. Kesme Performansının Değerlendirilmesi	83
4.3. Üretim Maliyetinin Değerlendirilmesi	86

BÖLÜM 5

SONUÇLAR	88
----------------	----

KAYNAKLAR	91
-----------------	----

ÖZGEÇMİŞ94



SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

ATK: Açı taşlama sonrası kalite kontrol

A1K: Delik taşlama sonrası atölye içi kalite kontrol

A2K: Kalınlık taşlama sonrası atölye içi kalite kontrol

E: Problem yok, bir sonraki aşamaya geçilebilir

H: Problem var, tekrar bir önceki kademeye yönlendir

KBK: Kalıp ile basım sonrası kalite kontrol

SAE: Society of Automotive Engineers

SDB: Standart Dairesel Bıçak

YSA: Yapay Sinir Ağları

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1. Biyomimetğin uygulama alanlarına göre sınıflandırılması.....	4
Şekil 2.2. Yusufçuktan ilham alınarak tasarlanan helikopter.....	5
Şekil 2.3. Yalıçapkınından esinlenilerek hızlı trenlerde yapılan tasarım.....	7
Şekil 2.4. Yunusların burun kısımlarından esinlenilerek tasarlanan Concorde.....	8
Şekil 2.5. Yunus ile sonar sistemi.....	8
Şekil 2.6. Radar ve yarasa.....	9
Şekil 2.7. Nautilus ve denizaltı.....	10
Şekil 2.8. Uyluk kemiği ve Eyfel Kulesi.....	13
Şekil 2.9. Kask üzerine kaplanan deri özelliklerine yakın imal edilmiş malzeme..	14
Şekil 2.10. Nilüfer yaprağı.....	15
Şekil 2.11. Çekirgenin kesici dişlerinden esinlenerek tasarlanan bıçak.....	17
Şekil 2.12. Crytotympana atrata'nın (Tırtıl) ön pençelerinden esinlenerek tasarlanan bıçaklar.....	18
Şekil 2.12.a. Crytotympana atrata(Tırtıl).....	18
Şekil 2.12.b. Tasarlanan bıçaklar.....	18
Şekil 2.13. Çeliklerin sınıflandırılması.....	22
Şekil 2.14. Gerilme-Birim uzama eğrisi.....	24
Şekil 2.15. Soğuk şekillendirme yönteminin sınıflandırılması.....	25
Şekil 3.1. Mevcut bıçağın kesimini yaptığı taşlık.....	27
Şekil 3.2. Kesim sonrasında taşlık içerisinden çıkan katı maddeler	28
Şekil 3.3. Taşlıkların kesim işlemi için makinede izlediği yol.....	29
Şekil 3.4. Bıçağın kesim sırasında makinedeki konumu.....	30
Şekil 3.5. Taşlıkların kesimi esnasındaki dairesel bıçağın görünümü.....	31
Şekil 3.6. Mevcut durumdaki standart dairesel bıçağın katı modeli.....	32

Şekil 3.7. Standart dairesel bıçak için üretim kademeleri.....	34
Şekil 3.8. Tanımlanan kalıplama parametrelerine göre kalıplanmış olan kalıp.....	36
Şekil 3.9. Isıl işlem fırını.....	37
Şekil 3.10. Düzlemsellik probleminin olmadığı imalatı tamamlanmış bıçağın görüntüsü.....	39
Şekil 3.11. Isıl işlem prosesi sonucu çekiçleme operasyonu uygulanan yüzey ve uygulanmayan yüzey görüntüleri.....	39
Şekil 3.11.a. Çekiçleme prosesi uygulanmayan yüzey.....	39
Şekil 3.11.b. Çekiçleme prosesi uygulanan yüzey.....	39
Şekil 3.12. Tasarımı yapılan biyonik dairesel bıçak.....	41
Şekil 3.13. 3D Printer’da hazırlanan örnekler.....	43
Şekil 3.14. Petek doku sandviç plaka için üretim metodunun şematize edilmiş hali.....	44
Şekil 3.15. 1.4301 malzemeden hazırlanmış basım öncesi biyonik dairesel bıçak..	47
Şekil 3.16. Üretimi yapılan kalıbın dişi yüzey görüntüsü.....	48
Şekil 3.17. Üretimi yapılan kalıbın erkek yüzey görüntüsü.....	49
Şekil 3.18. Tasarlanan kalıbın prese yerleştirilmesi sırasında elde edilen görüntü..	49
Şekil 3.19. Basım sonrası elde edilen biyonik dairesel bıçak.....	51
Şekil 3.20. Üretim süresinin fazlalığının incelendiği balık kılıcı diyagramı.....	52
Şekil 3.21. İmalat sürecinde problem yaşanan süreçlerin şematik gösterimi.....	53
Şekil 3.22. Mevcut durumdaki standart dairesel bıçak.....	54
Şekil 3.23. Tasarlanan biyonik dairesel bıçağın kesit alınmış hali.....	56
Şekil 3.24. Bal peteği formu ile tasarlanmış biyonik dairesel bıçak.....	57
Şekil 3.25. Tasarlanan bıçakta kullanılan altıgen yapının katı modeli.....	58
Şekil 3.26. Petek yapının kesit alınmış hali.....	59
Şekil 3.27. Dağ faresinin dişinin kesme mekanizması.....	60
Şekil 3.28. Fare dişinin alt-üst çene arasındaki sertlik farkı.....	61

Şekil 3.29. Biyonik dairesel bıçağın kesici ağız kısmı.....	62
Şekil 3.30. Tasarlanan kalıbın hazırlanmış montajlı halindeki katı modeli – 1....	64
Şekil 3.31. Tasarlanan kalıbın hazırlanmış montajlı haldeki modeli-2.....	65
Şekil 3.32. Dişi kalıp.....	66
Şekil 3.33. Erkek zımba.....	67
Şekil 3.34. Kalıpta kullanılan hazır malzemeler.....	68
Şekil 3.35. Dişi-Erkek kalıp arasındaki parçanın ilk hali.....	70
Şekil 3.35.a. Basım öncesi.....	70
Şekil 3.35.b. Basım sırasında.....	70
Şekil 3.36. Dişi-erkek kalıp arasındaki durumu.....	70
Şekil 3.36.a. Yük uygulanması sırasında.....	70
Şekil 3.36.b. Yük uygulanması sırasında.....	70
Şekil 3.37. Biyonik dairesel bıçak için lazer kesimde hazırlanan parça.....	72
Şekil 3.38. Tasarlanan biyonik dairesel bıçağın üretim akışı.....	74
Şekil 3.39. Preste basım yapıldıktan sonra elde edilen parça.....	75
Şekil 3.40. Kullanıma hazır halde olan biyonik dairesel bıçak.....	76
Şekil 3.41. Biyonik dairesel bıçağın makine üzerindeki konumu.....	78
Şekil 4.1. Bıçağın taşlık kesimi sırasındaki görünümü.....	84
Şekil 4.2. Üretim maliyetlerinin sınıflandırılması.....	86
Şekil 5.1. Bıçak gövdesinde kullanılan bal peteği formunun detay görüntüsü....	89

TABLolar LİSTESİ

Tablo 2.1. Ükelere göre çelik normları.....	20
Tablo 3.1. 1.4034 kimyasal bileşimi.....	33
Tablo 3.2. Standart dairesel bıçak ve biyonik dairesel bıçak için belirlenen parametreler.....	54
Tablo 3.3. 1.4301 paslanmaz çelik kimyasal bileşimi.....	73
Tablo 3.4. Biyonik dairesel bıçağın deneme sonucunda elde edilen çalışma süreleri.....	79

ÖZET

Anahtar Kelimeler: Biyomimetik, Biyonik Bıçak, Bilgisayar Destekli Tasarım

Bilim ve teknoloji alanında ortaya çıkan buluşların birçoğu doğadan esinlenerek gerçekleştirilmektedir. Günümüzde biyomimetik olarak isimlendirilen bu kavram mevcut teknolojilerin daha ileri taşınmasında önemli rol oynamaktadır. Biyomimetik uygulama alanları, makine, malzeme, yazılım ve algoritmalar, bina ve yapılar şeklinde sınıflandırılmakla birlikte bu alanlar günden güne genişlemeye devam etmektedir.

Bu çalışmada kümes hayvanlarının taşlık kısmının temizlenmesinde kullanılan bıçakların tasarımı ve iyileştirilmesi için biyomimetikten faydalanılmıştır. Taşlık olarak isimlendirilen kısımların içerisinde taş cıvata, metal parçaları, plastik vb. birçok yabancı madde ile karşılaşmaktadır. Bu maddeler taşlığın kesilerek açılmasında kullanılan bıçağın çok çabuk körelmesine neden olmakta ve sökme, bileme ve yeniden takma sırasında önemli zaman kayıpları yaşanmaktadır. Bu kayıpların azaltılarak katma değere dönüştürülmesini sağlamak için tasarım değişiklikleri yapılmıştır. Yenilikçi biyonik bıçak yüzeyi arılardan esinlenerek bal peteği görünümündeki kalıpta şekillendirilmiş ve mevcut bıçağın %70 daha az kalınlığında malzeme kullanılmıştır. Biyonik bıçağın üretimi için tasarlanan kalıpta ağız açıları içinde özel bir yapı düşünülmüştür. Böylelikle bıçağın çalışma esnasında kendi kendini bilemesi sağlanmıştır.

Mevcut bıçağın 3 saatte bir bilenmesi gerekirken, geliştirilen biyonik bıçak vardiya boyunca bileme gerektirmeden kullanılabilir. Bununla birlikte üretim sürecinde, ısı işlem gerektirmemesi, daha az malzeme (mevcut modelin %70 daha az kalınlığında) kullanılması üretim maliyetlerini %40 oranında azaltmaktadır. Ayrıca bekleme ile zaman kaybedilmediğinden günlük üretim miktarı %5-7 oranında artış göstermektedir. Üniversite-Sanayi işbirliği ile elde edilen bu sonuç, günlük yaklaşık 200 000 adet kesimin yapıldığı bir sektörde firmaların rekabet gücünü ve karlılığını önemli ölçüde arttıracaktır.

OPTIMIZATION OF THE MANUFACTURING PROCESS OF STAINLESS STEELS USING BIOMIMETIC APPROACH AND INCREASING SHARPENING PERFORMANCE

SUMMARY

Keywords: Biomimetic, Bionic knife, Computer Aided Desing

Most of the inventions in the field of science and technology have been found by inspiration. Nowadays, this term named as Biomimetic has played an important role in improving the current technologies. fields of biomimetic are categorized like machine, material, software and algorithm, building and construction. Besides, these fields have been improving day by day.

In this study, biomimetic was used in order for design and development of the knives that was used during cleaning the gizzards of the fowl. Many unfamiliar substances such as stone, screw, metal pieces, plastic, etc., are seen in the parts named as gizzard. These substances cause the fact that the knife that is used to cut the gizzard gets rusty, and it also causes waste of time during removing, sharpening, and putting it back. Some changes in design were made so as to turn the waste of time into added value. The surface of the futuristic bionic knife was shaped in honeycomb by being inspired by bees, and 70% less substance is used. In order for production of the knife, a special structure for angle of the nozzle is thought. Thus, it enables the knife to sharpen itself during cutting.

While current knife has to be sharpened once in every 3 hours, bionic knife can be used during the shift without needing to sharpen. Besides, during production, the fact that it does not need heat treatment and that less substance is used decreases the cost of production by 40%. Furthermore, because it does not cause waste of time, amount of daily production increases by 5-7%. This outcome that is achieved through the collaboration between university and industry will significantly increase the competitive power and profitability of firms in a sector where approximately 200,000 slaughters are made.

BÖLÜM 1. GİRİŞ

Biyomimetik, doğadaki canlı yapıların birebir ya da kısmen taklit edilmesi olarak ifade edilmektedir (GENÇ, 2013). Araştırmacılar her dönemde doğadan ilham almış ve üzerinde çalıştıkları tasarımlara bunu aktarmıştır. Doğada bulunan canlı yapıların teknik alanda yapılan araştırmalara aktarılması ile birlikte insanoğlunun kullanımına sunulan ergonomik, teknik anlamda daha mukavemetli yapıları ortaya çıkmıştır.

Yunancada yaşam anlamına gelen 'bios' ve taklit anlamına gelen 'mimesis' kelimelerinden oluşan biomimemis teknik anlamda kullanılan pek çok yapının yapılan tasarımlarında ilham kaynağı olarak karşımıza çıktığı görülmektedir. İnşaat, yazılım, sağlık, otomotiv sektörlerinde bu örneklerle rastlanmaktadır. Biyomimetğin teknik alanda uygulamaları da bulunmaktadır. Hızlı trenlerin tasarımında, uçak üretiminde, denizaltının tasarımında biyomimetikten yararlanılmıştır.

Yapılan bu araştırmada biyomimetğin kesici aletlere uygulanması üzerine çalışılmıştır. Mevcut durumda kullanılan bıçağın üretim yöntemi incelenmiş ve üretimi esnasında karşılaşılan problemler tespit edilmiştir. Yeni bir ürün tasarımına olan ihtiyaç tespit edilmiştir. Mevcut durumda yaşanan problemlere dayanarak yeni bir bıçak tasarımı yapılmıştır. Yeni yapılan ürünün tasarımı esnasında biyomimetikten yararlanılmıştır. Çalışmada kullanılan veriler bir firmadan elde edilmiştir. Elde edilen veriler hem mevcut durumda kullanılan bıçağın çalışması sırasında gözlemlenen veriler hem de tasarımı yapılan bıçağın çalışması sırasında elde edilen verilerden oluşmaktadır. Tasarımı yapılan biyonik dairesel bıçağın üretim hattında çalışması sonucu performans değerleri elde edilmiştir. Mevcut durumda

kullanılan bıçağın performansı ile geliştirilen bıçağın performans değerleri karşılaştırılmıştır.

Hazırlanan çalışma; giriş, kaynak araştırması, uygulama, uygulama sonucunda elde edilen veriler, tartışma ve sonuçlar olmak üzere beş bölümden oluşmaktadır. İlk iki bölümde biyomimetik, biyomimetğin uygulama alanları, biyomimetğin kesici aletlere uygulanması üzerine örneklerin incelenmesi, bıçağın tasarımı sırasında kullanılan yöntemlerin incelenmesi üzerine verilen bilgilerden oluşmaktadır. Üçüncü ve dördüncü bölümde mevcut durumda kullanılan ve tasarımı yapılan bıçak ile ilgili yapılan çalışmalar verilmiştir. Beşinci bölümde tez çalışması sırasında yapılan çalışmalar ve elde edilen sonuçlar verilmiştir.

Tez çalışması kapsamında geliştirilen biyonik dairesel bıçak için patent başvurusunda bulunulmuştur. 2017 / 12077 patent numarası ile araştırmanın fikri mülkiyet hakkı alınmıştır.

BÖLÜM 2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1. Biyomimetik

Teknoloji ve bilimdeki gelişmelerin önemli bir kısmı doğadan esinlenme ile birlikte gerçekleşmektedir. Karmaşık problemlerin çözümü için mühendisler, mimarlar, sanatçılar doğadan esinlenerek doğaya uyumlu ve uygulanabilir çözümler üretmişlerdir (Polat, 2017).

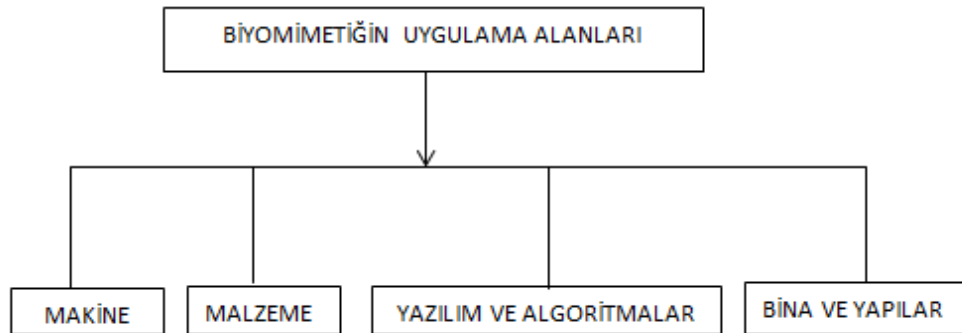
Biyomimetik kavramı literatürde biyomimikri, biyonik, biyomimesis adları ile karşımıza çıkmaktadır. Biomimesis Yunanca yaşam anlamına gelen ‘bios’ ve taklit anlamına gelen ‘mimesis’ kelimelerinden oluşmaktadır. Biyomimesis literatüre eklenen yeni bir kavram gibi görünse de insanoğlunun geçmişini incelediğimizde kuş gibi uçma, balık gibi yüzme hayallerinin eskiye dayandığı görünmektedir. Biyomimetik doğadaki bir canlının renk, doku, işlev veya bilimsel olarak tam anlamıyla ya da kısmen taklit edilmesi olarak tanımlanmaktadır (Genç, 2013). Biyomimetik kavramı 1950’lerin sonlarından itibaren popüler hale gelmiştir. Sıklıkla kullanılan diğer terim ‘biyonik’ Jack Steele tarafından 1960’larda dile getirilmiştir. Biyomimetik kelime olarak 1974 yılında Webster’in sözlüğünde ‘biyolojik olarak üretilen maddelerin ve materyallerin oluşumu, yapısı ve işlevi ile biyolojik mekanizmalar ve süreçlerin incelenmesi’ olarak tanımlanmıştır (Nosonovsky & Rohatgi, 2012).

Amerika’da 1985-2005 yılları arasında R. Bonser ‘biomimetic’, ‘bionic’, ‘Biologically inspired’ terimlerini içeren patentleri incelemiştir (Bonser, 2006). R. Bonser’in yaptığı çalışmada doğadan esinlenilerek yapılan çalışmaların son yirmi

yılda yaygın hale geldiği ve endüstriyel uygulamalarda oldukça başarılı sonuçlar elde edildiğini göstermiştir.

2.1.1. Biyomimetik Uygulama Alanları

Tarih boyunca insanoğlu doğadan ilham almış, yapmış oldukları ve yapacakları tasarımlarda doğadaki doğal mekanizmaların çalışma prensiplerini araştırmalarına aktarmışlardır. Taşgetiren ve Yuran biyomimetik tasarımlar ile ilgili yapmış oldukları çalışmalarında biyomimetik uygulama alanlarına göre dört sınıfta incelemiş ve detaylandırmışlardır (Yuran & Taşgetiren, 2010). Şekil 2.1’de yapılan sınıflandırma verilmiştir.



Şekil 2.1. Biyomimetik uygulama alanlarına göre sınıflandırılması (Yuran ve Taşgetiren, 2010)

1.1.1. Makineler

Tasarımı yapılan ve günlük hayatta kullandığımız birçok aracın geliştirilmesi esnasında doğada bulunan yapılardan yararlanılmıştır. Bu kısımda biyomimetik yöntemler kullanılarak gerçekleştirilmiş çalışmalar incelenmiştir.

Halk dilinde helikopter böceği olarak anılan yusufçuk ilk gördüğümüzde bize helikopterleri anımsatmaktadır. Yusufçuk böceğinin kanat yapısı ve gövdesinin görüntüsü helikopter firmalarına tasarım aşamasında ilham kaynağı olmuştur (Ceylan, 2015). Şekil 2.2.'de yusufçuk böceğinden ilham alınarak geliştirilen helikopter ve helikopter tasarımı gösterilmiştir.



a. Helikopter

b. Yusufçuk

Şekil 2.2. Yusufçuktan ilham alınarak tasarlanan helikopter (Ceylan, 2015)

Japonya'da bulunan hızlı trenlerin tasarımını yapan mühendis Eiji Nakatsu trenlerin daha hızlı gidebilmesi için tasarım esnasında balıkçıl kuşlardaki yöntemi fark

etmiştir. Trenlerin çalıştığı hatlar üzerinde çeşitli tüneller mevcuttur. Trenler tünele giriş sırasında yüksek hızla girdiğinde atmosferik basınç artışı meydana gelmekte ve dalgalara dönüşerek tünelin sonuna ses hızı ile gelmektedir. Tünelin sonuna gelindiğinde dalga geri dönmektedir. Dalgaların oluşturmuş oldukları basınç atmosferik basıncın binde birinden az olduğu için ‘mikro basınç dalgaları’ olarak adlandırılmaktadır. Dalgaların meydana getirdiği gürültü çevreyi rahatsız edecek düzeydedir. Bu gürültüyü azaltmak için tünelleri büyütme bir seçenek fakat maliyeti yüksek bir seçenek olarak görülmektedir. Bu konuda yapılan çalışmalar sonucunda trenin kesit alanının azaltılarak burun kısmını yeterli seviyede sivri ve pürüzsüz hale getirmenin bir çözüm olabileceği yönünde bir karara varılmıştır.

Balıkçıl kuşlardan olan yalıçapkını kuşu tasarım esnasında değerlendirilmiştir. Yalıçapkını da suya dalarken, tıpkı trenin tünele giriş yaptığı zamanda oluşan hava direnci nedeniyle ani oluşan değişikliklere benzer bir durum yaşamaktadır. Yalıçapkını avlanmak için, direnci az olan havadan direnci fazla olan suya dalış yapmaktadır. 300km/s hızla giden trenlerin de yalıçapkının gagası gibi dalışını kolaylaştıran bir buruna ve ön yüze sahip olması gerekliliği ortaya çıkmaktadır. Yalıçapkının gagası detaylı olarak incelendiğinde alt ve üst gaganın kesitinin döne paraboloidin şekline benzediği görülmektedir. Şekil 2.3’de yalıçapkınından esinlenilerek yapılan hızlı trenin ön kısmının tasarımı verilmektedir.



a. Hızlı Tren



b. Yalıçapkını

Şekil 2.3. Yalıçapkınından esinlenilerek hızlı trenlerde yapılan tasarım

Ses hızını aşmayı başaran Fransa-İngiltere ortak yapımı olan Concorde uçaklar ilk uçuş denemelerini 1969 yılında yapmışlardı. Uçağın tasarımında yunusların burun kısımlarındaki yapı örnek alınmıştır. Havanın dış yüzeyde yaptığı sürtünmeyi azaltması amacıyla uçağın tasarımda yunusların burun yapısından yararlanılmıştır. Yunusların kuyruk yüzgeci suyun yüzeyinde motor görevi görmektedir. Mühendisler yunusların bu özelliğinden ilham alarak Concorde'un motorlarını arka kısmına yerleştirmişlerdir. Şekil 2.4'de yunustan ilham alınarak tasarlanan Concorde uçağı verilmiştir.

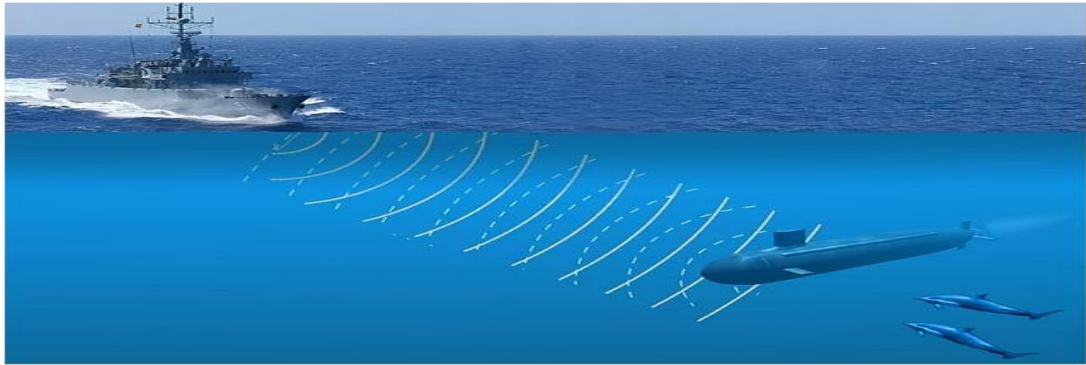


a. Concorde uçak

b. Yunus

Şekil 2.4. Yunusların burun kısımlarından esinlenilerek tasarlanan Concorde (Ceylan, 2015)

Sonar sisteminin tasarımında yunuslardan esinlenilmiştir. Yunusların saniyede 200 bin titreşimli ses dalgaları yayabilme özellikleri sayesinde rotalarında bulunan cisimlerin hızlarını, büyüklüklerini, şeklini belirleyebilmektedirler. Yunusların bu özellikleri örnek alınarak geliştirilen sonar sistemi de aynı prensibe dayanarak çalışmaktadır. Şekil 2.5’de yunus balıkları örnek alınarak geliştirilen sonar sistemi gösterilmiştir (Ceylan, 2015).



Şekil 2.5. Yunus ile sonar sistemi (Ceylan, 2015)

Görme kabiliyeti zayıf olan yarasaların yaydığı titreşimler önlerinde bulunan engellere çarpıp geri dönmekte ve bu titreşimleri işleyen yarasalar yönlerini tayin etmektedirler. Radarların da çalışma prensipleri bu sisteme dayanmaktadır. Şekil 2.6'da radar ve yarasa örneği şematik olarak gösterilmiştir.



Şekil 2.6. Radar ve yarasa (Ceylan, 2015)

Nautilus isimli deniz canlısı suya dalmak istediğinde vücudunda bulunan içi boş olan odacıkları su ile doldurmaktadır. Tekrar yüze çıkmak istediğinde ürettiği özel bir gazı bu dalış hücrelerine pompalar ve suyun boşalmasını sağlamaktadır. Denizaltılarda da Nautilus'taki gibi dalış odaları yapılmakta ve içeri giren suyun boşaltılmasında da su motorlarından yararlanılmaktadır (Ceylan, 2015). Şekil 2.7'de Nautilus ve denizaltı görüntüleri verilmiştir.



Şekil 2.7. Nautilus ve denizaltı (Ceylan, 2015)

Başak ve Demirhan çalışmalarında kambur balinanın yüzgeçlerinden esinlenmiş ve oluşturdukları kanat profiline verimi ile ilgili olarak incelemelerde bulunmuşlardır. Çalışmada, kambur balinanın yüzgeçlerinden esinlenilerek oluşturulan tüberküllü kanat profiline düz kanat profili ile farklı sıcaklık, basınç ve hız koşullarında verim açısından karşılaştırılması yapılmıştır. Sonuç olarak kambur balinanın yüzgeçleri örnek alınarak tasarlanan kanatların düz kanatlara göre daha verimli olduğu görülmüştür (Başak & Demirhan, 2017).

2.1.1.2. Yazılım ve Algoritmalar

Bilgisayar ve yazılım teknolojileri için doğa her dönemde esin kaynağı olarak karşımıza çıkmaktadır. Yapay zeka insanın düşünme yöntemlerini analiz ederek, benzer yapay yönergeleri geliştirmeye çalışmak olarak tanımlanmaktadır. Yapay zeka kavramının geçmişi modern bilgisayarlar kadar eskiye dayanmaktadır. Fikir babası, insan beyninden esinlenerek ‘makinelere düşünebilir mi?’ sorusunu ortaya

atan Alan Mathison Turing'dir. 1943 yıllarında 2. Dünya savaşı sırasında Kripto Analizi ihtiyacı ortaya çıkmış ve üretilen elektromanyetik cihazlar sayesinde bilgisayar ve yapay zeka kavramları için adımlar atılmıştır.

İnsan beyninin bilgi işleme teknolojisinden esinlenilerek YSA (yapay sinir ağları) geliştirilmiştir. Biyolojik mekanizmalarda öğrenme sinaptik bağlantıların ayarlanması ile gerçekleştirilmektedir. İnsanlar doğumdan itibaren yaşayarak öğrenme döngüsü içerisine girmektedir. Öğrenmeye başladıkça sinaptik bağlantılar ayarlanmakta ve yeni bağlantılar oluşturulmaktadır. Bu sayede öğrenme işlemi tamamlanmış olmaktadır. Bu durum yapay sinir ağları içinde geçerlidir. Öğrenme işlemi, eğitime yoluyla örnekler vererek, girdi ve çıktı değerlerinin tekrar tekrar sorgulanması ile birlikte tamamlanmaktadır.

Sürü zekası kavramı da doğadan esinlenilerek oluşturulan bir kavram olarak karşımıza çıkmaktadır. Sürü zekasında, özerk yapıdaki basit bireyler topluluğu kolektif bir zekası varmış gibi hareket etmektedirler (Bonabeu E., 2000). Sürülerin bu özellikleri ve yaptıkları işler (yem bulma, taşımada yardımlaşma, belirli alanlarda kümelenme gibi) yapay zeka kavramına yeni boyutlar kazandırmıştır.

2.1.1.3. Binalar ve Yapılar

Doğadaki canlılar kendi ürettikleri malzemeleri kullanarak dayanıklı ve ilgi çekici yapılar üretebilirler. Bunun yanında doğada kullanılan yapılar tamamen zararsız ve geri dönüşümlüdür.

Örümceklerin oluşturduğu yapılar tasarımcılara ilham kaynağı olmuştur. Bazı örümceklerin kurmuş oldukları ağlar, çalılırların üzerine bırakılmış bir örtüye benzemektedir. Zeminin üzerine yayılmış olan ağ, çalılırların üzerine tutturulan gergin ipliklerle taşınmaktadır. Bu taşıma yapısı örümceğe sağlamlıktan ödün vermeden, oldukça geniş bir alanda ağ kurmasına imkan tanımaktadır. Büyük mekanların üstünü kapamak amacıyla insanlar tarafından birçok yapıda kullanılmıştır. Örnek vermek gerekirse; Cidde Havaalanı Hac Terminali, Sydney'deki Ulusal Atletik Stadyumu, Kanada ve Münih'teki hayvanat bahçeleri örümcek ağları örnek alınarak üretilmiş yapılardan bazılarıdır.

Bir diğerk örnek ise, Eyfel kulesi karşımıza çıkmaktadır. Eyfel kulesi uyluk kemiğinin başındaki yapıdan ilham alınarak tasarlanmıştır. Uyluk kemiğinin başında bulunan yapının iç içe bulunan birçok yapıdan oluştuğu gözlemlenmiştir. Bu yapının üzerinde oluşan basıncın etkisine dayanıklı olduğu tespit edilmiş ve uyluk kemiğinin yapısının kalçadan gelen yükü uzun bacak kemiklerine iyi bir şekilde aktardığı belirlenmiştir. Gustaff Eiffel bu yapıları tasarımına uygulayarak bugün Paris'te bulunan Eyfel kulesini inşa etmiştir (Rao, 2003). Şekil 2.8'de uyluk kemiğinden ilham alınarak tasarlanan Eyfel Kulesi verilmiştir.



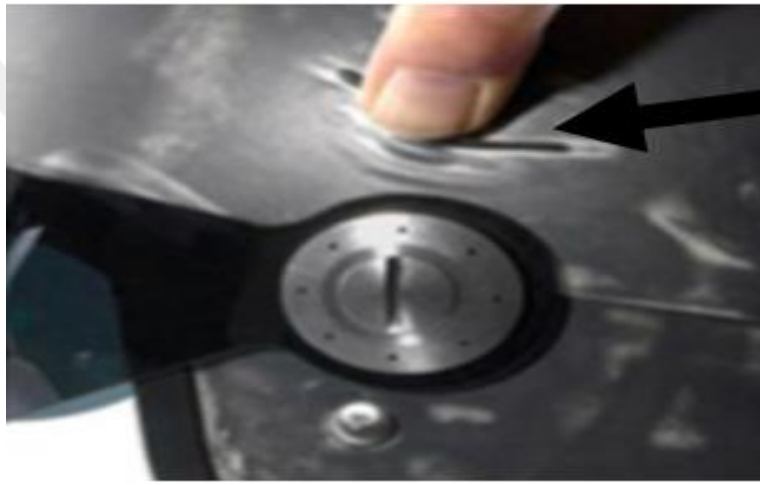
Şekil 2.8. Uyluk kemiği ve Eyfel Kulesi

2.1.1.4. Malzemeler

Malzeme çeşitlerinin geliştirilmesi noktasında da doğa büyük bir ilham kaynağı olarak karşımıza çıkmaktadır. Doğa ilham alınarak malzemeler üzerinde yeni tasarımlar geliştirilmiştir. Geliştirilen biyomimetik malzemelerin en bilindik olanları ve uygulandığı alanlar şu şekilde karşımıza çıkmaktadır.

Motosiklet kazalarında oluşan yaralanmaları önlemek için çalışmalar yapılmıştır. Güvenilir sınıfta yer alan kaskların bile çarpışmadan hemen sonra başın dönüşünü durduramadığı tespit edilmiştir. İngiliz doktor Ken Philips, yaptığı araştırmalar sırasında doğanın insanın başını çarpışma sonrasında korumak için bir yapının olduğunu gözlemlemiştir. İnsan derisinin etkinin yönüne doğru hareket etmeye karşı bir hareket sağladığı ve böylelikle kafatasında oluşan baskının etkisini azalttığı tespit edilmiştir. Böylelikle kaskın üzerinin kafa derisi gibi ince bir malzeme ile

kaplanmasının yaralanmaları önleyebileceğinin, kaskı kullananların kafatasını ve beynini koruyacağını ileri sürmüştür. Şekil 2.9’da kask üzerine kaplanan malzeme verilmiştir.



Kask üzerine kaplanan deri gibi koruma özelliği olan malzeme

Şekil 2.9. Kask üzerine kaplanan deri özelliklerine yakın imal edilmiş malzeme

Nilüfer yaprağı ile yapılan araştırma sonuçlarında yaprağın küçük kabarcıkları olan ve suyu iten yapışkan kristal yapıya sahip olduğu gözlemlenmiştir. Yaprak üzerinde bulunan kirli moleküller yaprak üzerinde bulunan tümsek yapılar sayesinde yükselmekte ve su damlacıklarıyla kolayca toplanabilmektedir. Şekil 2.10’da nilüfer yaprağı verilmiştir.



Şekil 2.10. Nilüfer yaprağı

Nilüfer yaprağının kir tutmama özelliği dış cephe boyamaları gibi çeşitli ürünlerde kullanılmıştır. Nilüfer yaprağının bu özelliği 'lotus etkisi' olarak bilinmektedir (Deyoung & Hobbs, 2009). Bu özelliğin kullanıldığı pek çok sektör karşımıza çıkmaktadır. Otomobil yüzeylerinin temizliğinde, gökdelenlerin camlarının temizliğinde, duvar boyalarında kullanılmaktadır. Eczacıbaşı firması Vitra markalı lavabolarında bu lotus etkisi özelliğini kullanmaktadır.

Güvenin gözünde bulunan, ışığı olabildiğince toplayan karmaşık yapıdan esinlenilerek bir film geliştirilmiştir. Bu geliştirilen film, cep telefonlarını camlarında kullanarak ekranın yansıma yapmamasını ve ekranın aydınlatılması için daha az aydınlatma kullanılmasının ve böylelikle pil ömrünün uzaması sağlanmaktadır. Bu geliştirilen malzeme telefon ekranlarında kullanıldığı gibi gözlük ve sonar panel gibi alanlarda da kullanılmaktadır (Yıldız, 2012).

Penguenler, buldukları alanda güneş ışığının yoğun parlaklığına rağmen iyi görüş gücüne sahiptirler. Penguenlerin gözlerinde güneş ışınlarını mavi ve ultraviyole renkleri filtrelemelerini sağlayan bir yapı bulunmaktadır. Penguenlerin bu görüş üstünlüğü turuncu renkli filtre ile tasarıma aktarılmıştır. Böylelikle kaynak ustalarının önceden kullandıkları maskelerden daha şeffaf ve güvenli turuncu maske ve ekran kullanmaları sağlanmıştır (Deyoung ve Hobbs, 2009).

2.1.2. Biyomimetğin Kesici Aletlere Uygulanan Örnekleri

Araştırmacılar her alanda doğada bulunan yapıları incelemiş ve bu yapılarda bulunan özellikleri üzerinde çalıştıkları konulara aktarmışlardır. Böylelikle daha dayanıklı, kullanım ömrü artırılmış kompozit yapılar elde edilmiştir. Yeni yapılan ve yapılacak olan araştırmalarda doğa yine ilham kaynağı olmaya devam edecektir. Bu tez çalışmasında kesici aletler üzerine bir araştırma yapılmıştır. Literatürde de kesici aletler üzerine yapılmış pek çok araştırmaya rastlanmıştır. Bu bölümde biyomimetğin kesici aletlere uygulanmış örneklerinden birkaçı incelenmiştir.

2013 yılında Ji ve arkadaşlarının yapmış olduğu çalışmada çekirgenin kesici dişleri üzerinde araştırma yapılmıştır. Kullanımda olan bıçak üzerinde iyileştirmeler yapılmıştır. Yapılan çalışmalar sonucunda elde edilen performans değerlerinde artış gözlemlenmiştir. Şekil 2.11’de çekirgenin kesici dişlerinden esinlenilerek tasarlanan bıçak verilmiştir.



Şekil 2.11. Çekirgenin kesici dişlerinden esinlenerek tasarlanan bıçak (Honglei, Changying, Zhihong, & Gang, 2013)

Çekirgenin tırtıklı kesici dişleri bitki lifini kesmek için avantajlı bir yapıya sahiptir. Çalışmada, çekirgenin kesici dişlerinin bu özel geometrik yapısı ile üretilen biyonomik testere bıçak tasarlanmış ve üretimi yapılmıştır (Ji, Tong, jia, H, & Y, 2010). Biyonomik ve geleneksel testere bıçaklarının kesme kapasiteleri karşılaştırılırken kuru mısır sapları dik olarak kesilmiştir. Kesme deneylerinin sonuçları, biyonomik testere bıçağın maksimum kesme kuvvetinin, geleneksel testere bıçaktan %15 daha az olduğunu göstermiştir (M, R, C, & D, 2006). Biyonomik testere bıçağın kesme enerji tüketimi, geleneksel testere bıçaktan %12 daha az olduğu belirlenmiştir. Çalışmada, biyonomik testere bıçak kuvvetinin ve enerjisinin fark edilir ölçüde azalması sağlanmıştır. Çekirge özel kesici dişleri örnek alınarak mısır saplarını daha verimli kesmek için yeni kesme elemanı geliştirmede avantajlı bir şekilde yararlanılan bir yapı olarak karşımıza çıkmıştır (Honglei, Changying, Zhihong, & Gang, 2013).

2015 yılında Liu ve arkadaşlarının yapmış olduğu çalışmada farenin ayak parmaklarının yapısı incelenmiş ve anız kırılması için biyonomik bıçak tasarımı yapılmıştır (Ji, Tong, Chen, & Liu, 2010) (Ji, Chen, Jia, & Tong, 2010). Tarlaların

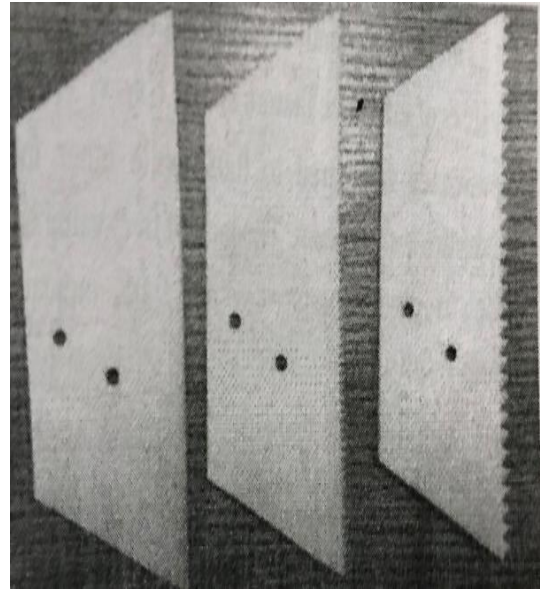
biçilmesi sonucunda tarlada kalan saplara anız denilmektedir. Bu yapıların temizlenmesi için kullanılan bıçak üzerinde farelerin ayak parmakları örnek alınarak tasarım değişikliği yapılmıştır.

Tasarımı yapılan bıçağın kullanımı sonucunda elde edilen verilere göre bıçakların çalışma kalitesinin Çin ulusal standartlarını karşıladığı görülmüştür (Jin, Wenfeng, Honglei, Donghui, & Xiaowan, 2015).

2016 yılında yapılan bir başka araştırmada incelenmiş olan böceğin ön pençelerinden ilham alınmıştır. *Crytotympana atrata* (tırıtıl) ön pençeleri toprağı kesmek ve kazmak için mükemmel bir yeteneğe sahiptir. Çalışmada bu sayede kesme direncini azaltmak için bir biyomimetik anız tasarımı yapılmıştır (Chang, et al., 2016).



a. *Crytotympana atrata*



b. Tasarlanan bıçaklar

Şekil 2.12. *Crytotympana atrata*'nın (Tırıtıl) ön pençelerinden esinlenerek tasarlanan bıçaklar (Chang, et al., 2016)

Farklı diş yükseklikleri olan iki tip biyomimetik anız kesici tasarımı yapılmıştır. Böceğin toprak kesme mekanizmasından esinlenen biyomimetik anız kesici tasarım, anız kesicinin performansını önemli ölçüde artırmıştır. Çalışma sonucunda, biyomimetik anız kesici aynı koşullar altında, konvansiyonel tasarımdan daha düşük kesme direncine sahiptir ve genel anız kesme performansı için dikkate değer gelişmeler elde edilmiştir.

Başak ve Demirhan'ın 2017 yılında yapmış oldukları çalışmada, kambur balinanın yüzgeçlerinden esinlenerek oluşturulan tüberküllu kanat profilinin düz kanat profili ile farklı sıcaklık, hız ve basınç koşullarında verim açasından karşılaştırılması yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar geliştirilen kanat profilinin normal kanat profiline göre daha verimli olduğu sonucunu ortaya çıkarmıştır (Başak & Demirhan, 2017).

2017 yılında yapılmış olan bir diğer çalışmada da sebze kıyıcı için biyonik bıçak tasarımı üzerine çalışılmıştır. Bitki lifini kesme konusunda mükemmel performansa sahip olan ekin kurdu larvaları örnek alınmıştır. Ekin kurdu larvasının kesici dişlerinin geometrik özellikleri dikkate alınarak yeni bir biyonik sebze kıyım bıçağı tasarımı yapılmıştır. Araştırma sonucunda biyonik bıçağın doğrama verimliliğinin %12,5 daha yüksek olduğu, biyonik bıçağın kıyım enerjisi tüketiminin geleneksel bıçaktan %12,8 daha az olduğu sonucuna varılmıştır (Tong, Xu, Chen, & Li, 2017).

2.2. Malzeme Yapısı

Bu bölümde çalışma kapsamında kullanılan malzeme özelliklerine ve yapılarına yer verilmiştir. Yapılan çalışmada malzeme olarak çelik kullanılmıştır.

Çelikler, demir (Fe) ve karbon (C) alaşımı olup diğer elementleri de bünyesinde bulundurmaktadır. Demir oranı içermiş olduğu diğer elementlerden daha az olan, karbon oranı bakımından %2,1'den daha az karbon içeren alaşımlara çelik denmektedir (Hascometal, 2018) (Callister & Rethwisch, 2014).

Çeliklerin temel özellikleri incelendiğinde elde edilen sonuçlar şu şekildedir. Çelikler belli sıcaklıklara getirildiğinde şekillenme özelliğine kavuşmaktadır (dövme, haddeleme ve presleme gibi). Kimyasal bileşim ve içyapı olarak uygun olan çelikler presleme ve haddeleme gibi yöntemlerle soğuk olarak şekillendirilebilmektedir. Talaş kaldırma işlemi ile birlikte istenilen şekil ve yüzey düzgünlüğüne getirilebilmektedir. Kaynak işlemi ile birleştirilecek kimyasal bileşime sahiptirler. Çeliklerin büyük bir kısmı çeşitli yöntemler ile emaye yapılmaya, metal ile kaplanmaya, boyamaya ve plastik maddeler ile kaplanmaya elverişlidirler.

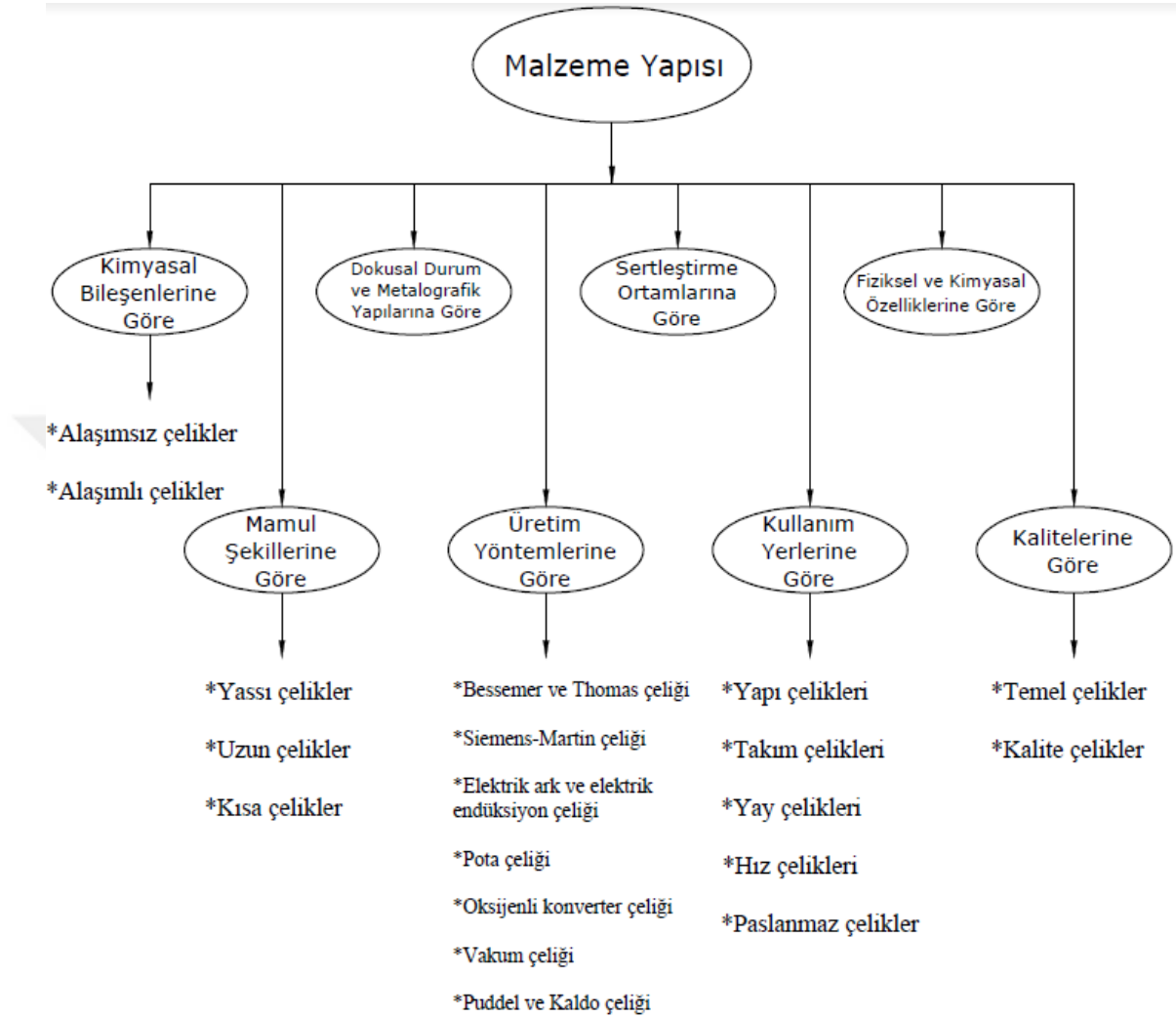
Ülkeler kendilerine uygun olarak çelik normları geliştirmiştir. Tablo 2.1'de ülkelere ait olan çelik normları verilmiştir.

Tablo 2.1. Ülkelere göre çelik normları (Fındık, 2017)

ÜLKE ADI	NORM ADI
Almanya	DIN
Amerika	AISI / SAE
Fransa	ANFOR
Japonya	JIS
Rusya	GOST
Türkiye	TSE
İngiltere	BS

Türk Standartları Enstitüsü'nün (TSE) hazırlanmasında DIN-Alman standartları esas alınmıştır (Fındık, 2017). Alman standartları için geçerli olan durumlar TSE için de geçerli olmaktadır (Metal ve Kaynak Teknolojileri, 2018).

Çeliklerin incelenmesinin kolaylaştırılması için ortak özelliklerinden yararlanılarak sınıflandırma yapılmıştır. Çelikleri sınıflandırırken bir çelik türüne bir başka çelik türünde de rastlanmıştır. Bu sebeple sınıflandırma yapılırken kesin bir sınır koymak ve bir çelik türünü diğer çelik türünden tamamen ayırmak mümkün görünmemektedir (Fındık, 2017). Çelikler sekiz sınıfta incelenmiştir. Şekil 2.13'de verilmiştir.



Şekil 2.13. Çeliklerin sınıflandırılması

Çelikler, makine üreten endüstri alanlarında, konstrüksiyon üretiminde, hassas mekanik parçalarda, otomobil sektöründeki pim, aparat gibi seri üretilen parçaların imalinde kullanılmaktadır.

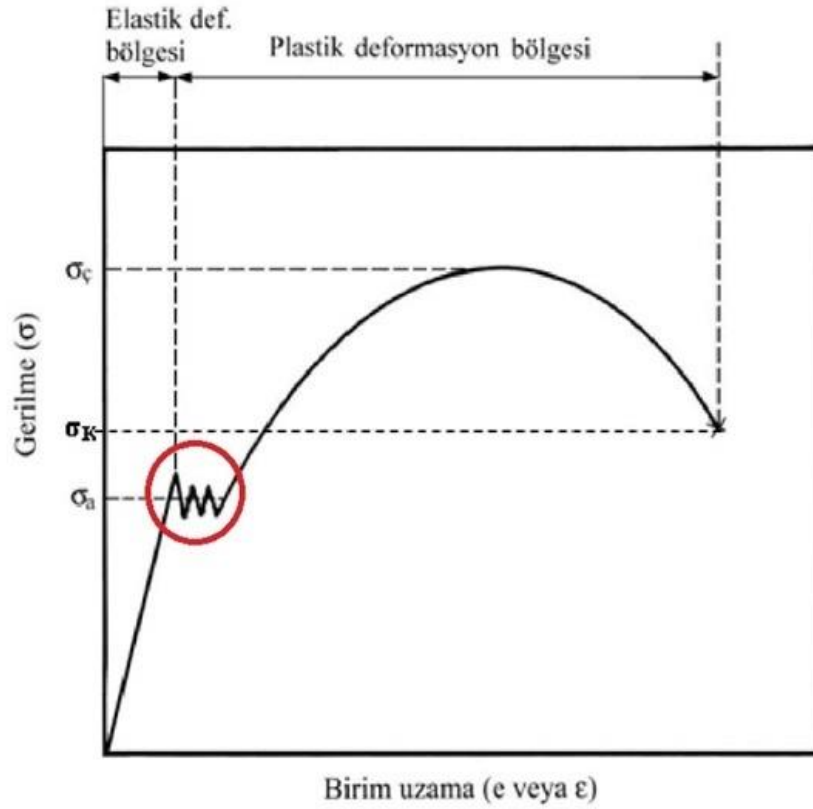
Çalışmada kullanılan malzeme, paslanmaz çelik grubuna girmektedir. Paslanmaz çelikler, en fazla %1,2 karbon, en az %10,5 krom içermektedir. Paslanmaz çeliklerin

yapısına farklı elementler eklenerek değişik özelliklerde alaşımlar elde edilmektedir. Malzemenin yapısındaki krom oranı artırılarak veya nikel ve moribten gibi elementler ilave edilerek korozyon dayanımı arttırılmaktadır. Bu elementlerin dışında çok farklı elementlerde paslanmaz çeliklerde olumlu sonuç vererek farklı alaşımlar oluşturmaktadır. Bu sayede paslanmaz çelik kullanıcıları kendilerine uygun alaşımlı paslanmaz çeliği seçme imkanları bulmaktadır.

2.3. Soğuk Deformasyon Yöntemi

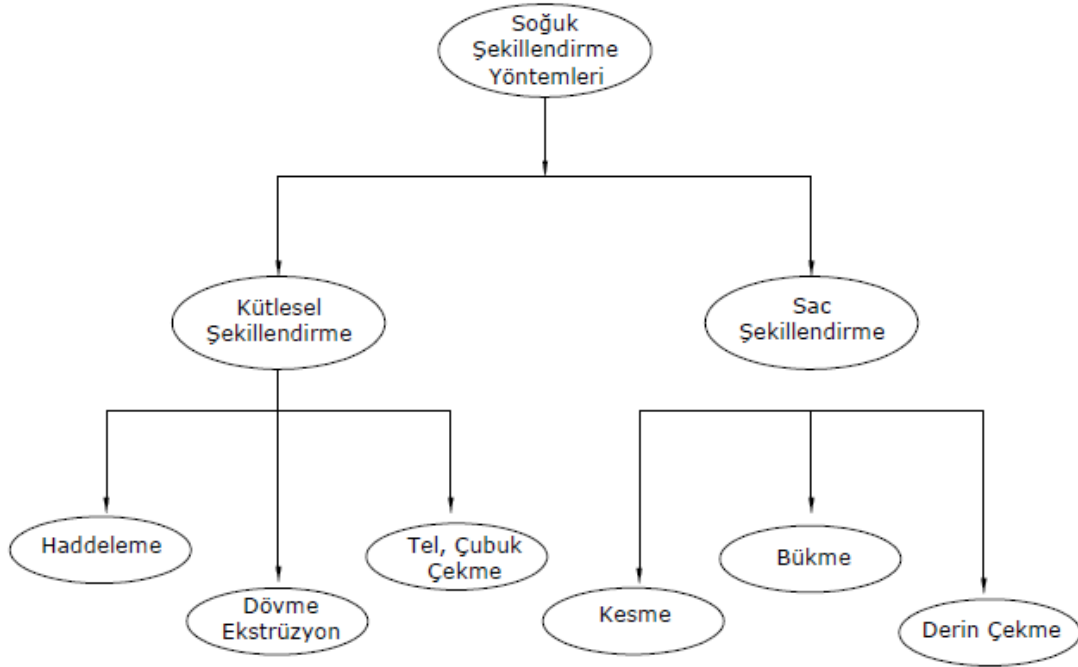
Soğuk deformasyon, malzemenin kimyasal özelliklerini koruyarak kırılma gibi süreksizlik oluşturmada fiziksel olarak kalıcı şekil değiştirmesidir (Tama & Kaplan, 2015). Soğuk şekillendirme işlemleri genellikle kalıp yardımıyla yapılmaktadır. Erkek, dişi veya alt, üst 2 parçadan oluşan kalıpların arasına şekil verilecek malzeme koyulmaktadır. Her malzeme ve kalıba göre değişiklik gösteren bir kuvvet uygulanarak kalıplar arasında kalan malzemeye şekil verilmektedir.

Sünek malzemenin bir elastik sınırı vardır. Bu noktadan sonra akma ve plastik deformasyon başlamaktadır. Malzemenin plastik şekil değiştirme direncine “akma gerilimi” denmektedir. Akma gerilmesi, bir malzemenin kalıcı olarak şekil değiştirmeye başladığı ilk yerdir. Şekil 2.14’de gerilme-uzama eğrisi verilmiştir.



Şekil 2.14. Gerilme – Birim Uzama Eğrisi (Çayıroğlu)

Soğuk şekillendirme yönteminin ısıtma gerektirmemesi, pekleşme aracılığı ile dayanım, yorulma aşınma gibi özelliklerinin artırılması, kalıp içerisinden çıkan numunelerin benzerlikleri ve birbiri yerine kullanılabilirliklerinin iyi olması gibi yararları vardır. Yararlarının yanında bazı dezavantajları da bulunmaktadır. Bunlardan bazılarında pekleşme ile azalan sünekliği arttırmak için ara tav gerekebilir, istenmeyen artık gerilmeler oluşabilir ve mamulün çekme dayanımı başlangıçtan farklı olabilmektedir (Demirkol, 2010). Soğuk şekillendirme yöntemleri şekil 2.15’ de verilmiştir.



Şekil 2.15. Soğuk şekillendirme yönteminin sınıflandırılması

Çalışmada, daire bıçakların imalat prosesinde yer alan ısı işlem kademesinin kaldırılması hedeflenmiştir. Bu sebepten kullanılan malzeme kalınlığı değiştirilmiştir. Soğuk şekillendirme yöntemi ile birlikte malzemeye bir miktar sertlik kazandırılmış ve tasarımı yapılan kalıp ile birlikte ürün elde edilmiştir. Malzemenin akma noktası için gerekli yük miktarının %20 si kadar bir yük uygulanarak hazırlanan parçaya büküm işlemi yapılmıştır.

Bıçakların sertliğini arttırmak için yapılan ısı işlem esnasında oluşan en önemli problem yüzey alanı geniş parçalarda oluşan düzlemsellik probleminin olduğu görülmüştür. Soğuk şekillendirme yöntemi ile malzemede oluşturulan form, kesici ağız kısmında ısı işlem sürecine gerek kalmadan 42-45 HRC civarında sertlik kazandırmakta ve bu elde edilen sertlik ile birlikte ürün istenen performans

değerlerini göstermektedir. Ürünün üretimi sırasında yaşanan düzlemsellik problemi de ortadan kaldırılmış olmaktadır. Bu sorunun çözülmesiyle birlikte işgücü ve ekonomik olarak ciddi kazanç elde edilmiştir.



BÖLÜM 3. TASARIM VE DENEYSEL ÇALIŞMA

3.1. Dairesel Bıçak Tasarımı

Bu bölümde mevcut durumda kullanılan dairesele bıçağın kullanıldığı alandan, bıçağın kesimini yaptığı ürünün özelliklerinden ve biyonik dairesele bıçak tasarımına neden ihtiyaç duyulduğunun nedenlerinden bahsedilmiştir.

Bu çalışmada incelenen mevcut durumdaki standart dairesele bıçak, tavuğun taşlık kısmının kesimi için kullanılmaktadır. Taşlık kaslı mide olarak tanımlanmaktadır. Taşlıkta kuvvetli bir kas yapısı vardır. Bu kasların koordinasyonu ile birlikte yemlerin parçalanması ve öğütülmesi sağlanmaktadır. Şekil 3.1’de standart dairesele bıçak ile kesimi yapılmış taşlıkların görüntüsü verilmiştir.

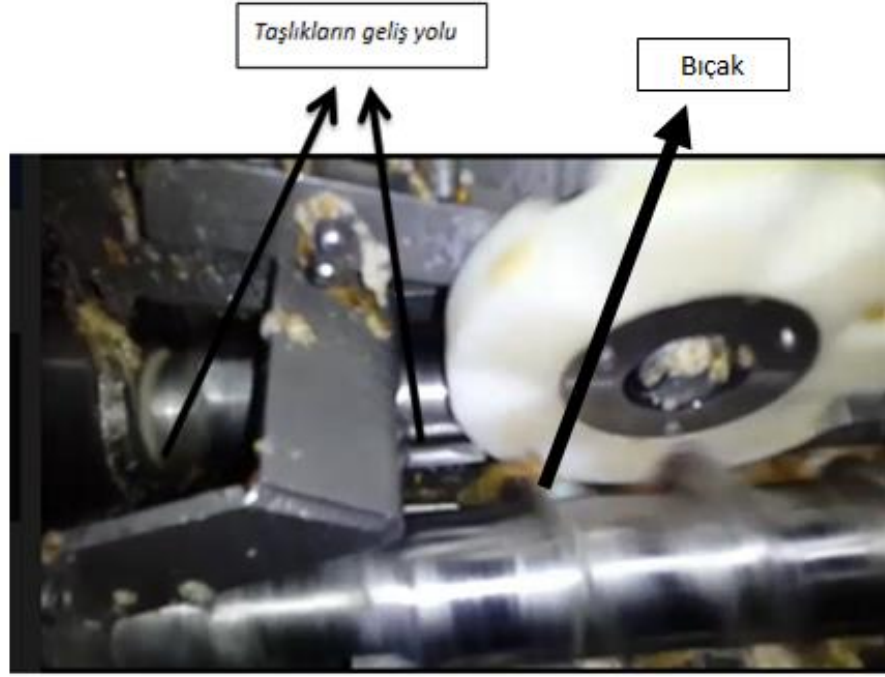


Şekil 3.1. Mevcut bıçağın kesimini yaptığı taşlık

Taşlıkların kesimi sırasında içerisinde çıkan yabancı cisimlere katı madde ismi verilmektedir. Tavuğun taşıdığı incelendiğinde doğada bulunan çeşitli katı maddelerin yer aldığı gözlemlenmiştir. Farklı plastik çeşitleri, kurşun, çivi, cıvata bunlardan birkaçıdır. Şekil 3.2’de kesim sonrası taşlık içerisinde çıkan katı madde örnekleri verilmiştir. Şekil 3.3’de taşlıkların kesim işlemi için makinede izlediği yol verilmiştir.



Şekil 3.2. Kesim sonrasında taşlık içerisinde çıkan katı maddeler

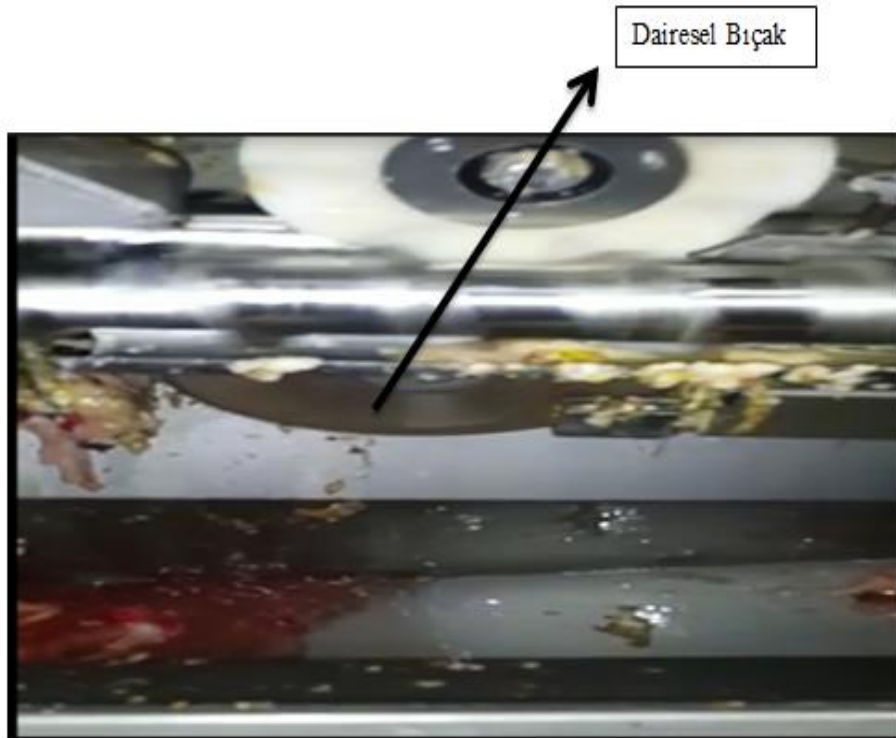


Şekil 3.3. Taşlıkların kesim işlemi için makinede izlediği yol

Kesim prosesi şu şekilde gerçekleşmektedir; taşlıklar sıralı bir şekilde makinede helezon yardımıyla ilerleyerek bıçağın çalıştığı alana gelmektedir. Burada taşlıklar üzerinde katı maddelerin boşaltılabilmesi için yarıklar açılmaktadır. Açılan yarıklar sonucunda bir sonraki aşamada taşlıkların içerisinde bulunan katı maddeler temizlenmektedir. Bıçağın kesici ağzında, taşlıklar içerisinde bulunan katı maddeler ile çalışma esnasındaki temasından dolayı körelmeler ve taşlık içerisinden çıkan yabancı maddelerden dolayı deformeler meydana geldiği görülmüştür. Bıçağın kesici ağzında meydana gelen körelmeler ve deformeler sonucunda taşlık üzerine istenen yarıklar açılmamaktadır. Bununla birlikte taşlık içerisindeki katı maddeler yeterince temizlenememektedir. Bu da taşlıkların içerisindeki katı maddelerin temizlenmesi için fazladan işlemlerin yapılmasına sebebiyet vermektedir. Çalışma sonucu körelen ve deformeye uğrayan standart dairesel bıçak makineden çıkarılarak bileme işlemi yapılmaktadır. Körelen ve deformeye uğrayan standart dairesel bıçağın yerine daha

önceden bileme işlemi yapılmış yedek olarak bekletilen standart dairesel bıçak montajlanarak üretimi aksaklığa uğratmadan üretime devam edilmektedir.

Şekil 3.4’de makinenin çalışması sırasında taşlıkların üzerine yarık açma işleminin yapıldığı andaki görseli verilmiştir. Şekil 3.5’de tasarımı yapılmış olan biyoteknik dairesel bıçağın çalıştığı alan ve çalışması esnasında elde edilen görüntü verilmiştir. Taşlıklar, helezon yardımı ile bıçağın olduğu kısma gelmektedir. Taşlık üzerine yarık açma işlemi yapıldıktan sonra temizleme işlemi için bir sonraki üretim hattına geçmektedir. Şekil 3.4 ve şekil 3.5’de görüldüğü gibi bıçak sulu bir ortamda çalışmaktadır.



Şekil 3.4. Bıçağın kesim sırasında makinedeki konumu



Şekil 3.5. Taşlıkların kesimi esnasındaki dairesel bıçağın görünümü

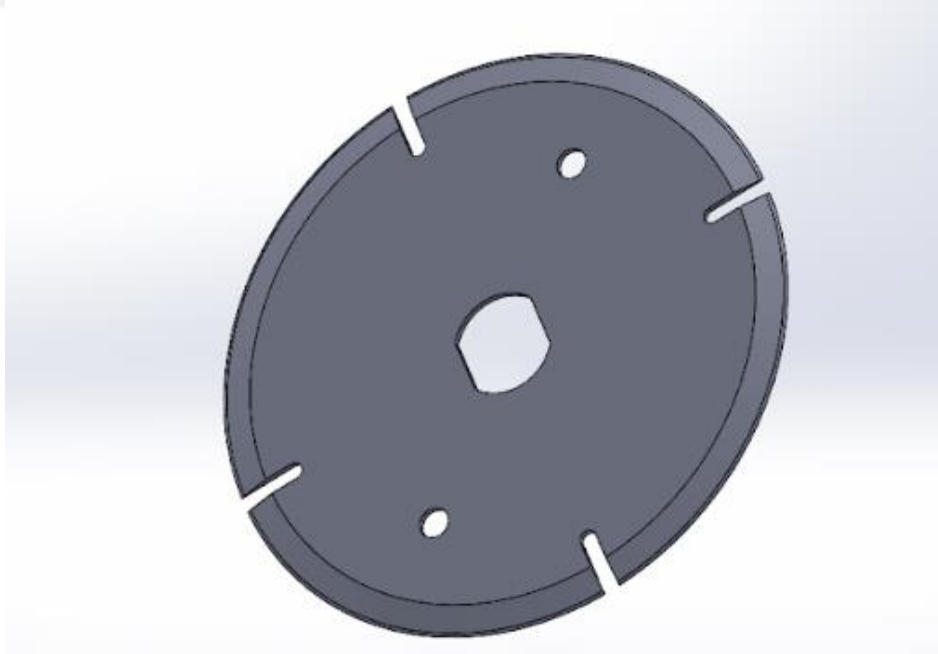
Bıçağın çalışması sırasında taşlık içerisinde bulunan katı maddeler bıçağın körelmesine hatta bazen bıçak üzerinde kırılma, eğrilme ve burulmalara sebebiyet vermektedir. Oluşan bu durumla birlikte taşlıklara istenen yarıklar açılmamaktadır. Mevcut durumda kullanılan standart dairesel bıçak istenen kesimi gerçekleştirmediğinde bıçak makineden sökülerek bileme işlemi yapılmaktadır. Yeni ya da daha önceden bileme işlemi yapılmış standart dairesel bıçak kullanılarak üretime devam edilmektedir.

Standart dairesel bıçağın bileme işlemi için sökülüp yerine yeni bıçağın takılması süreci üretimde zaman kaybına neden olmaktadır. Bir günlük çalışma süresinde bu durum defalarca tekrarlanmaktadır. Üretim zamanlarında oluşan kayıpları ve bıçakta işlem sonrasında oluşan körelmeleri gidermek amacıyla yapılan bileme işlemini ortadan kaldırmak için yeni bir bıçak tasarımına ihtiyaç olduğu fikri ortaya çıkmıştır.

Tez çalışması kapsamında biyotik dairesel bıçak tasarımı ve tasarlanan biyotik dairesel bıçağın üretimi için bir kalıp yapımı ve biyotik dairesel bıçağın çalışması sonucu elde edilen veriler verilmiştir.

3.2. Standart Dairesel Bıçak Tasarımı

Tez konusu kapsamında üzerinde çalışma yapılan daire bıçak, standart dairesel bıçak (SDB) olarak adlandırılmıştır. Bu kısımda mevcut durumdaki standart dairesel bıçakta kullanılan malzeme özelliklerine, proses aşamalarına ve bıçağın üretimi esnasında oluşan imalat problemlerine yer verilmiştir. Şekil 3.6'da standart dairesel bıçağın oluşturulmuş katı modeli verilmiştir.



Şekil 3.6. Mevcut durumdaki standart dairesel bıçağın katı modeli

Mevcut durumdaki standart dairesel bıçağın çalıştığı alan itibariyle korozyona mukavemetli olması gerekmektedir. Bu nedenle mevcut durumda kullanılan bıçağın paslanmazlık özelliğinin olması ön şarttır. Tercih edilen malzeme paslanmaz çelik grubuna girmektedir. Mevcut durumda 1.4034 malzeme kullanılmıştır. Tablo 3.1’de kullanılan çeliğin kimyasal bileşimi verilmiştir.

Tablo 3.1. 1.4034 kimyasal bileşimi

C%	Si%	Mn%	Cr%	P%	S%
0.40-0.50	1.0 max	1.0 max	12.5-14.5	0.045 max	0.030 max

1.4034 çeliği, içeriğindeki krom nedeniyle hem paslanmaz çelik hem de sıcak iş takım çeliği grubuna girmektedir. Bu çelikler, sertleştirilebilme özelliği ile martenzetik paslanmaz çelikler sınıfına girmektedir. Makas, sofr bıçakları, makaralı yataklar, köprü mesnetleri medikal implantlar gibi birçok alanda 1.4034 çelikleri kullanılmaktadır.

Dairesel bıçakların üretim aşaması şekil 3.7’de listelenen süreçleri içermektedir. Bu süreçler üretim maliyetlerini etkileyen unsurlar olarak karşımıza çıkmaktadır. Önerilen çalışmada bu süreçlerin azaltılarak, üretim, işçilik ve malzeme tasarrufunun yapılması hedeflenmiştir.

Standart dairesel bıçağın üretimi esnasında uygulanan imalat kademeleri şekil 3.7’de verilmiştir.

aşamasında malzemede şekilsel deformeleri önlemektir (Atıklık, salgı vb.). Lazer kesimden gelen malzemeler ısı işlem öncesi kalıplama işlemine tabi tutulmaktadır. Kalıplama işlemi tamamlanan ürün ısı işlem kademesine yönlendirilmektedir. Problemler ilk olarak ısı işlem kademesinde karşımıza çıkmaktadır. Isıl işlem kademesindeki problemler üç sınıfta incelenmiştir.

- Isıl işlem öncesi kalıplama safhası
 - Ürünlerin belirlenen kalıplama kriterlerine göre kalıplanmaması
 - Kullanılan kalıpların istenen düzlemsellik özelliklerinde olmaması
 - Ürünün boyutsal özelliklerine uygun olmaması
- Isıl işlem safhası
 - Düzlemsellik problemi
 - Malzemenin ısı işlem sırasında çarpılması
 - Isıl işlem fırınından kaynaklanan ürünün istenen sertlik değerini almaması
- Isıl işlem sonrası safhası
 - Isıl işlemde gelen ürünlerin atık gelmesi sonucu düzeltmek için çekiçleme prosesinin uygulanması
 - Atıklığı alınamayan malzemelerin hurdaya ayrılması

Kesimden gelen ürünler, belirlenen kalıplama adımlarına göre kalıplanmaktadır. Kalıplama kriterleri için daha önceden denemeler yapılmıştır. Bu denemeler sonucunda uygun bir şekilde kalıpların hazırlanabilmesi için izlenecek parametreler önceden belirlenmiştir. Tespit edilen kalıplama kriterlerine uyulmadığı takdirde ısı işlem sonrasında ürünlerde düzlemsellik problemi ile karşılaşmak muhtemeldir. Ürünlerin uygun bir şekilde kalıplanabilmesi için şekil 3.23'de gösterilen destek

elemanlarının kalıplama sırasında kullanılmasına ihtiyaç vardır. Belirlenen kalıplama proseslerine göre kalıplanmış olan ürünlerin, ısıl işlemden oluşan problemler sonucunda kalıp yapısı bozulabilmektedir. Isıl işlem sonrası bozulan kalıplar incelendiğinde ürünlerin kalıptan çıkarak dağıldığı tespit edilmiştir. Oluşan bu durum ürünlerde düzlemsellik probleminin ciddi boyutlara ulaşmasına sebep olmaktadır. Oluşan düzlemsellik ve çarpılma problemlerinin çözülmesi için ekstra zaman, işçilik harcamak gerekmektedir. Bununla birlikte ürünün üretim süresinde gecikmeler yaşanmakta ve ürün için tasarlanan imalat süresi beklenenden fazla olmaktadır. Şekil 3.8'de ürün için belirlenen kalıp prosesi ile kalıplama işlemi yapılan ürünlerin görüntüsü verilmiştir.



Şekil 3.8. Tanımlanan kalıplama parametrelerine göre kalıplanmış olan kalıp

Isıl işlem yapılan fırınlarda oluşan arızalar sonucu ısıl işlemde gelen ürünlerde problem görülmektedir. Bu problem şu şekilde gözlemlenmiştir. Karşılaşılan

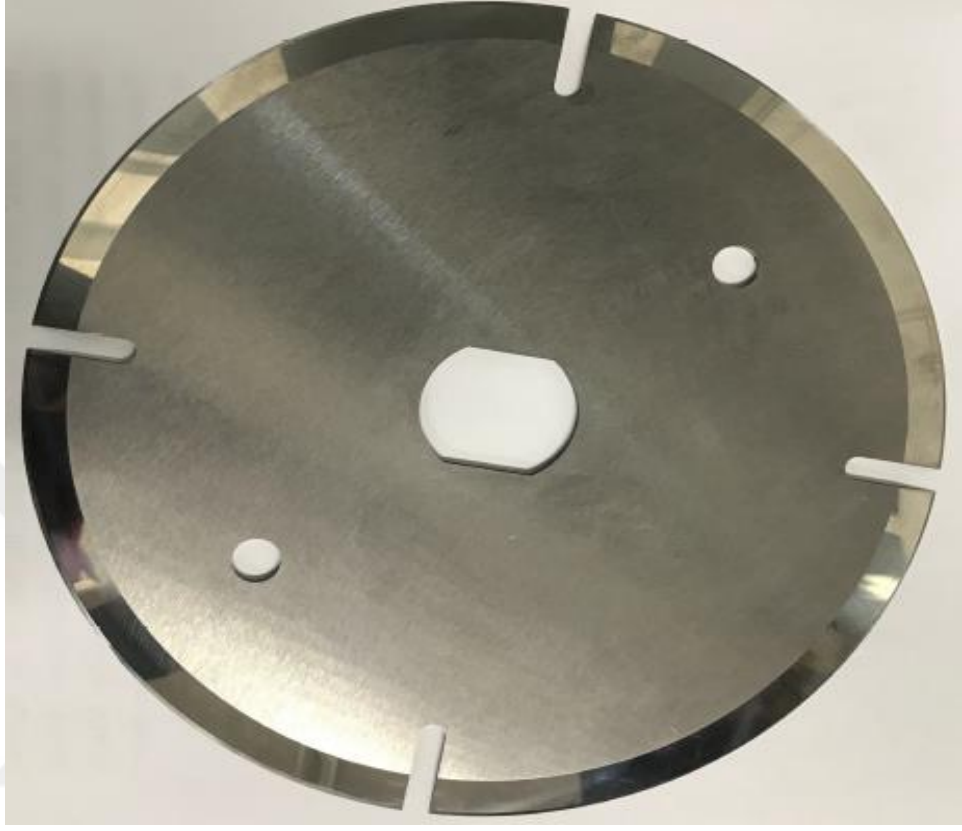
problem ısıtılardan gelen ürünlerin sertlik değeri ile ilgilidir. Oluşturulan teknik resimde parçaların alması gereken sertlik değeri belirlenmiştir. Isıtıl fırınlarında yaşanan arızalar sonucunda, ısıtılardan gelen ürünlerin sertlik değeri belirlenen değere az ya da fazla geldiği gözlemlenmiştir. Bu iki durumda da ürünler tekrar ısıtıl prosesine ya da menceviş yapmaya gönderilmektedir. İstenen sertlik değeri elde edilmemesi durumunda bu süreç tekrar işletilmektedir. Gözlemlenen bu olumsuzluklar ile birlikte ürünler için belirlenen üretim süresinde gecikmeler yaşanmaktadır. Bu sorunda üretim süresini ciddi durumda etkileyen bir faktör olarak yer almaktadır. Şekil 3.9'da ısıtıl işlem yapılan fırınlara örnek verilmiştir.



Şekil 3.9. Isıtıl işlem fırını

Isıl işlem sonrası sertlik kontrol sonucu problem tespit edilmeyen ürünlerin imalata gelmesinden sonra kalıplama ve ısıl işlem sürecinden kaynaklanan düzlemsellik probleminin çözümü için fazladan işlem yapılmaktadır. Çekiçleme prosesi ile birlikte ürünlerin düzlemsellik problemi giderilmeye çalışılmaktadır. Bu sürecin işletilmesi esnasında yine ekstra zaman ve işçilik ortaya çıkmaktadır. Ürün üzerinde çekiçleme prosesi sonrasında çekiç izlerinin oluşturmuş olduğu görüntü istenmeyen bir durumdur. Üzerinde çalışma yapılan standart dairesel bıçak gıda sektöründe kullanılmaktadır. Ürünün düzlemsellik probleminin giderilebilmesi için çekiçleme prosesi uygulanmaktadır. Çekiçleme prosesi sonrası standart dairesel bıçak üzerinde oluşan izler bakteri oluşumuna açık alanlar oluşturmaktadır. Bu çekiç izlerinin giderilmesi için tekrar ayrı bir proses uygulamak zorunda kalınmaktadır. Uygulanan işlemler sonucunda istenen yüzey kalitesi elde edilemezse ürünler ayrılarak standart dairesel bıçak için izlenen üretim süreci tekrar işletilmektedir. Bu işlemlerin istenen sonuç elde edilene kadar tekrarlanması ile birlikte üretim sürelerinde gecikmeler yaşanmaktadır.

Şekil 3.10'da ısıl işlem kaynaklı düzlemsellik problemine rastlanmayan imalatı tamamlanmış ürün görseli verilmiştir. Şekil 3.11'de ısıl işlem sonrasında çekiçleme prosesi uygulanan ve uygulanmayan yüzeyler verilmiştir. Düzlemsellik probleminin giderilebilmesi için ürünler çekiçleme prosesine tabi tutulmuştur. İşlem sonucunda ürünlerde şekil 3.11.b'deki gibi görsel durum oluşmuştur. Çekiçleme sonrası bıçak üzerinde oluşan görüntüler, ürünün imalatı sonucunda istenmeyen bir durumdur.



Şekil 3.10. Düzlemsellik probleminin olmadığı imalatı tamamlanmış bıçağın görüntüsü



a. Çekişleme prosesi uygulanmayan yüzey



b. Çekişleme prosesi uygulanan yüzey

Şekil 3.11. Isıl işlem prosesi sonucu çekişleme operasyonu uygulanan yüzey ve uygulanmayan yüzey görüntüleri

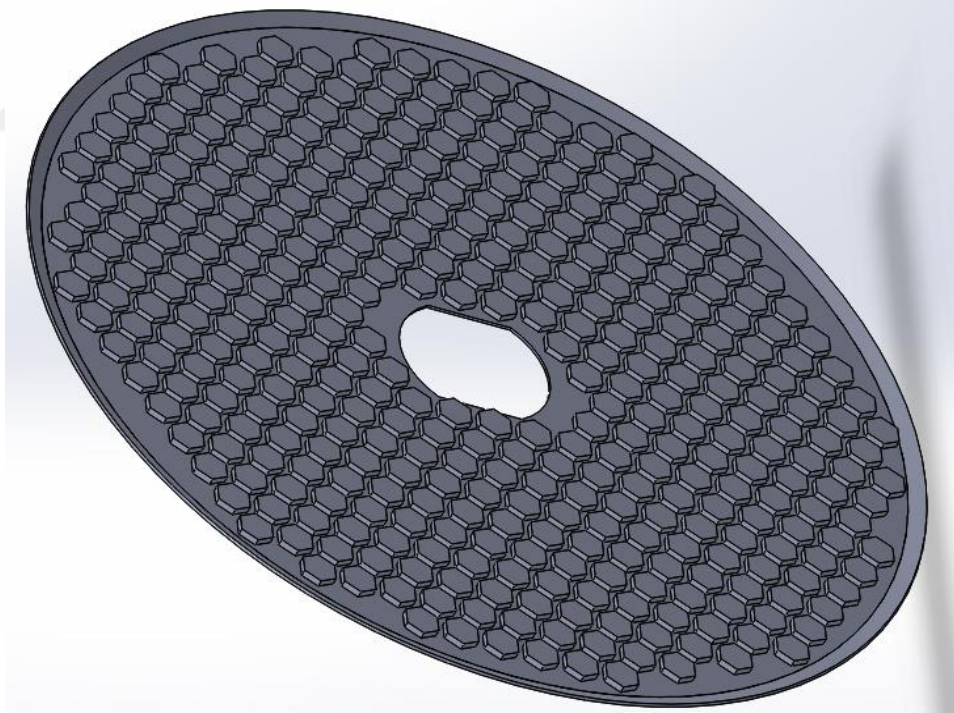
Görselleri verilmiş olan standart dairesel bıçaklarda, ısıl işlemde kaynaklanan problemlerin sıklık kazanması ve problemin çözümünde ekstra zaman ve işçilik harcanması, çekiçleme prosesi sonrasında oluşan çekiç izlerinin giderilemediği ürünlerin ayrılması ve yeniden yapılması ile birlikte ürünlerin teslim sürelerinde yaşanan gecikmeler ürün ile ilgili olarak yeni tasarımlara olan ihtiyacı arttırmıştır.

3.2.1. Bal Peteği Formunun Bıçak Tasarımına Etkisi

Mevcut durumda kullanılan bıçakta oluşan imalat problemlerinin ortadan kaldırılabilmesi ya da en aza indirgenmesi için yeni bir bıçak tasarımına ihtiyaç duyulmaktadır. Yeni bıçak için tasarım yapılırken tabiatta bulunan çeşitli yapılar araştırılmıştır. Bu noktada doğada bulunan dayanıklı yapılar incelenmiş ve yeni yapılacak olan bıçağa nasıl adapte edileceği üzerine çalışmalarda bulunulmuştur.

Şekil 3.6'da mevcut durumda kullanılan standart dairesel bıçak verilmiştir. Standart dairesel bıçağın üretim esnasında geçirmiş olduğu imalat kademelerine bölüm 3.1'de değinilmiştir. Bu kademelerde üretim sürelerini etkileyen problemler tespit edilmiştir. Üretimi yapılan bıçakta en çok problemin yaşandığı imalat kademesi, ısıl işlem kademesi olarak belirlenmiştir. Yeni bir tasarım ihtiyacı düşüncesinden önce ısıl işlem kademesinde yaşanan problemlerin nasıl çözüme kavuşabileceği konusunda çalışmalar yapılmış, fakat istenen düzeyde olumlu sonuçlar elde edilememiştir. Bu sebeple ürünün üretimi esnasında ısıl işlem kademesine ihtiyacın olmadığı ve bu üretim kademesinde yaşanan problemlerin böylelikle ortadan kaldırıldığı bir ürün tasarımının yapılmasına karar verilmiştir.

İlk olarak tasarlanacak olan biyotik dairesel bıçak için gereken tasarım ihtiyaçları belirlenirken mevcut durumda kullanılan standart dairesel bıçak detaylı bir şekilde analiz edilmiştir. Değerlendirmeler sonucunda mevcut durumda kullanılan bıçağın kalınlığı ile tasarımı yapılacak olan bıçağın kalınlığı arasında herhangi bir farklılık olmaması gerektiği belirlenmiştir. Kalınlık parametresi iki durum içinde aynı olmak zorundadır. Makinede bıçağın kullanıldığı alanda bıçak kalınlığının 2.00 mm olması gerektiği için kalınlık parametresinin değışmemesi gerekmektedir. Aynı zamanda bıçağın yerleştığı konum itibari ile iç çap ölçüsü ve dış çap ölçüsü de iki durum içinde aynı değerde olması gerekmektedir. Şekil 3.12’de tasarımı yapılan biyotik dairesel bıçak görseli verilmiştir.



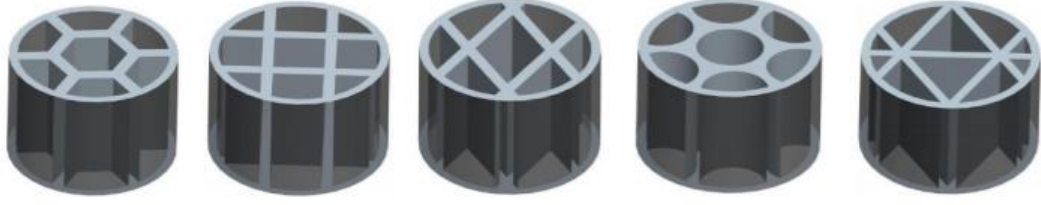
Şekil 3.12. Tasarımı yapılan biyotik dairesel bıçak

İki durum içinde kalınlık parametresinin değişmemesi gerektiği sonucuna ulaşıldığı için tasarımı yapılacak biyonic dairesel bıçağın yüzeyine yerleştirilecek formlar ile birlikte mevcut durumdaki bıçak ile aynı kalınlık parametresine ulaşılması hedeflenmiştir. Biyonic dairesel bıçak üzerine formların oluşturulabilmesi için bir kalıp tasarlanmış ve üretimi yapılmıştır.

Tasarlanan bıçak için kullanılacak olan malzeme 1.4301 paslanmaz çelik olarak belirlenmiştir. Kullanılan kalınlık 0.60 mm olarak belirlenmiştir. Böylelikle hem kullanılan malzemedен tasarruf elde edilmiş hem de bıçağın tasarlanan kalıp ile büküm işleminin kolaylıkla yapılabilmesi sağlanmıştır. Bıçağın kullanıldığı alan itibari ile paslanmazlık özelliğinin de sabit durumda kalması gerektiği için paslanmaz çelik grubundan seçim yapılmıştır. Tasarlanan biyonic dairesel bıçakta kullanılan malzeme özelliği itibari ile paslanmazlık özelliğini sağlamaktadır.

Bıçak üzerine uygulanacak olan forma karar verilirken çeşitli yapılar üzerinde bilimsel alanda yapılan çalışmalar incelenmiştir. Literatürde yapılan araştırmalar bıçak yüzeyinde kullanılacak olan forma karar verilirken çalışmamız için temel dayanak noktasını oluşturmaktadır. Bilimsel alanda yapılmış ve tez çalışmasında dayanak olarak kullanılan çalışmalar şu şekildedir.

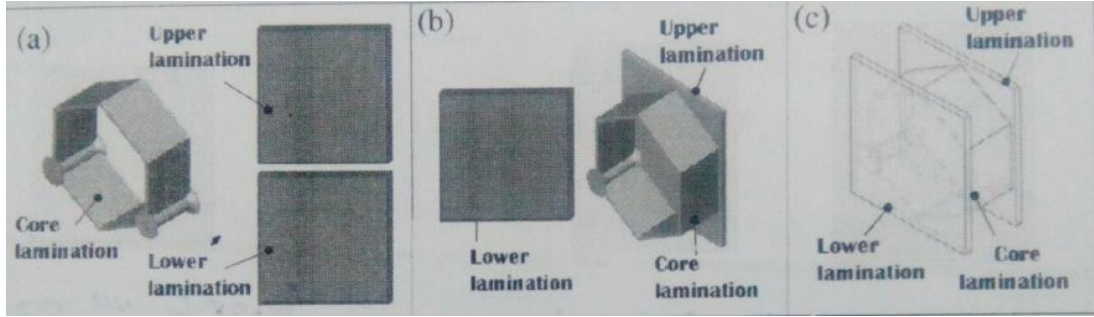
İyibilgin ve arkadaşlarının yapmış oldukları çalışmalarında 5 farklı hücre yapısını incelemişlerdir. Araştırmaya konu olan hücre yapıları şu şekildedir; altıgen (petek doku), kare, üçgen, daire ve baklava dilimi şeklindedir. Çalışmada 3D Printer'da şekil 13'deki gibi incelenecek olan örneklerin katı modelleri hazırlanmıştır.



Şekil 3.13. 3D Printer’da hazırlanan örnekler (İyibilgin, Yiğit, & Leu, 2013)

Hazırlanan örnekler basınç dayanımı ve çeşitli hücre yapısına göre üretim süreleri açısından değerlendirmeye alınmış ve elde edilen sonuçlar karşılaştırılmıştır. Çalışma sonucunda hazırlanmış örnekler arasında petek doku yapısının benzer gözeneklilik değerlerinde en iyi basınç özelliklerini gösterdiği sonucuna varılmıştır. Çalışmada aynı zamanda petek doku yapılar için yüksek gözeneklilik durumunun hazırlanan örneğin basınç dayanımını düşürdüğü ve örneğin üretim süresini düşürdüğü gözlemlenmiştir. Araştırmada, petek doku yapıların dayanımına hücre boyutu ve gözeneklilik durumunun etkileri de araştırılmıştır. Çalışmada elde edilen sonuçlardan biri de petek yapının diğer hücre yapılarına göre yapılan testler sonucunda akma dayanımının ve basınç modülünün daha yüksek çıktığı tespit edilmiştir (İyibilgin, Yiğit, & Leu, 2013).

2014 yılında yapılmış olan bir çalışmada oluşturulan petek yapı plakalarının karakteristikleri, biyomimetik entegre petek plakalarının basınç ve eğilme özellikleri üzerinde incelemeler yapılmıştır. Şekil 3.14’de üretim metodu bu şekilde şematize edilmiştir.



Şekil 3.14. Petek doku sandviç plaka için üretim metodunun şematize edilmiş hali (Chen, He, Gu, Liu, Mi, & Guo, 2014)

Üst ve alt laminasyonlu petek plakaların karakteristik özellikleri, tek taraflı bağlı petek plakaları tasarlamak için kullanılmıştır. Alt laminasyon ve göbek laminasyonu bir bütünleşik bir bütün halinde birleştirilirken üst laminasyon ve göbek laminasyonu entegre bir kalıplama kullanılarak oluşturulmuştur. Entegre bal peteği plakalarının ve ticari bal peteği plakalarının mekanik özellikleri, tek taraflı bağlı petek plaka testleri kullanılarak karşılaştırma yapılmış ve analiz edilmiştir. Biyomimetik entegre petek plakaların mekanik özelliklerinin belirlenmesi için çalışmada etkili bir yöntem sunulmuştur.

Çalışmada, biyomimetik entegre bal peteği plakaları ile üretilmiş yapıların daha iyi mekanik özellikler gösterdiği sonucu elde edilmiştir. Bal peteği yapıları daha hafif ve mukavemetli yapılardır. Araştırma sonuçlarından biri de bal peteği plakalarının kırılması sırasında ani bir tepkime meydana gelmediği dayanıklı bir yapı oluşturduğu gözlemlenmiştir (Chen, He, Gu, Liu, Mi, & Guo, 2014).

Petek yapıların gelişimi ve petek yapıların mekanik özellikleri üzerinde birçok çalışma yapılmış, hem deneysel hem de teorik yöntemler kullanılarak olumlu sonuçlar elde edilmiştir (Zok, Mercer, Mcmeeking, Ferri, & He, 2005).

Bilimsel alanda yapılan çalışmalar incelenmiş ve petek yapı formunun diğer incelenen yapılara göre daha iyi mekanik özellikler gösterdiği çalışmalar sonucunda gözlemlenmiştir. Bu sebepten literatürde bu alanda yapılan araştırmalar dayanak alınarak yeni yapılan bıçağın tasarımında kullanılacak olan formun yapısının petek yapı olmasına karar verilmiştir.

Tasarımı yapılan bıçak için formlu yapının, tasarımda kullanılma sebebi malzeme kalınlığı düşürülerek mevcut durumda kullanılan bıçak ile aynı kalınlık parametresinin elde edilmesidir. Kalınlık parametresinin değişmemesi için petek yapının bıçağın sadece yüzey kısmına uygulanmasına karar verilmiştir. Tasarımı yapılan biyonomik dairesel bıçağın açısı kısmına uygulanması halinde ürün üzerine istenilen yarma işlemini gerçekleştirilememektedir. Formlu yapının bıçağın kesici kısmına uygulanması halinde bıçağın çalışması esnasında üründe parçalama işlemi yapmış olacaktır. Karşılaşılan bu problemten dolayı petek doku yapının bıçağın sadece yüzey kısmına uygulanmasına karar verilmiştir. Böylelikle 0.60 mm olarak kullanılan malzemenin oluşturulmuş kalıp ile basılması sonrasında son kalınlık ölçüsü 2.00 mm olarak elde edilmesi hedeflenmiştir.

3.2.2. Bal Peteği Formunun Standart Bıçak Yüzeyine Uygulanması

Bilimsel alanda yapılan incelemeler sonucunda tasarımı yapılan dairesel bıçakta bal peteği formunun kullanılmasına karar verilmiştir. Şekil 3.6'da mevcut durumdaki standart dairesel bıçağın katı modeli verilmiştir.

Standart dairesel bıçakta ürüne ısıl işlem prosesi ile sertlik kazandırılmaktadır. Malzeme kalınlığı da 2.00-2.50mm arasındadır. Tasarlanan biyonomik dairesel bıçakta ısıl işlem kademesinin kaldırılması düşünülmüştür. Bu kademenin kaldırılabilmesi

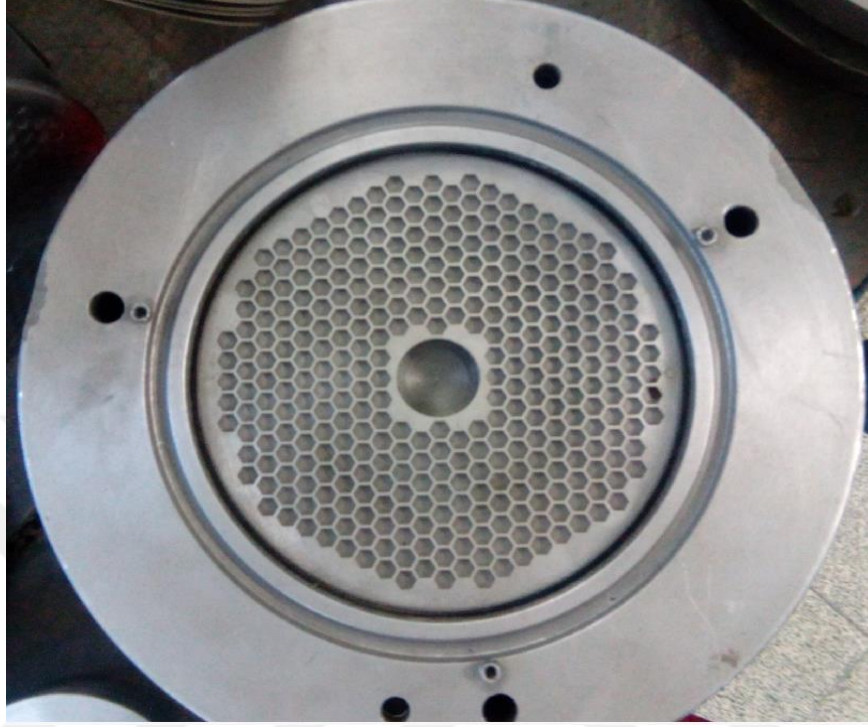
için kullanılacak olan malzemeye soğuk deformasyon yöntemi ile birlikte sertlik kazandırılması hedeflenmiştir. Bu düşüncenin uygulanabilmesi için kullanılacak olan malzeme kalınlığının yapılacak olan kalıp ile basım çalışmalarında kolaylık sağlayacağı düşünülerek 1.00mm'nin altında kullanılması tercih edilmiştir.

Tasarlanan biyonik dairesel bıçakta kullanılacak olan malzeme için belirlenen özellikler şu şekildedir. Biyonik dairesel bıçağın kullanılacağı alan itibari ile paslanma yapmaması gerekmektedir. Bu sebepten kullanılacak olan malzeme paslanmaz çelik sınıfında olacaktır. Makinede bıçağın çalıştığı yerde bıçak kalınlığının 2.00mm olması gerekmektedir. Yapılacak basım çalışması sonrasında ürünün kalınlık parametresinin 2.00mm olması gerekmektedir. Basım için kullanılacak olan ürünün kalınlık parametresi burada önem kazanmaktadır. Kalıpta hem basımın kolay yapılabilmesi hem de üründe kullanılan malzeme miktarının en az kullanılması için ürünlerin kalınlığının 1.00mm'den az olarak tercih edilmiştir. Kullanılacak olan malzemenin kalınlığının 1.00mm'nin altında olması ürünün basımı sırasında kolay bir basım işleminin yapılmasını sağlamaktadır. Basım yapılacak ürünün kalınlığına karar verilirken piyasada bulunan 1.4301 (SAE 304) paslanmaz çelik saçların kalınlık ölçüleri araştırılmıştır. Piyasada bulunan saç kalınlıkları 0.40mm'den başlamaktadır. Bu tez çalışması kapsamında biyonik dairesel bıçakta kullanılacak olan kalınlık parametresi 0.60mm olarak belirlenmiştir. Kalınlık değerinin 0.60mm olarak belirlenmesindeki hedef malzemenin kalınlık değeri azaldıkça ürünün kalıpta basım işleminin daha kolay olması ve mevcut durumda kullanılan standart dairesel bıçağa göre biyonik dairesel bıçakta kullanılacak malzemenin oranının düşürülmek istenmesidir. Çalışma kapsamında biyonik dairesel bıçak ile birlikte işçilik, üretim, malzeme maliyetlerinin düşürülmesi hedeflenmiştir. Şekil 3.15'de 1.4301 (SAE 304) malzemedan hazırlanmış kalıpta basım öncesi biyonik dairesel bıçak görseli verilmiştir.



Şekil 3.15. 1.4301 (SAE 304) malzemeden hazırlanmış basım öncesi biyonik dairesel bıçak

Tasarlanan dairesel bıçakta belirlenen bal peteği formunun elde edilebilmesi için bir kalıp tasarlanmış ve biyonik dairesel bıçağın üretiminin yapılabilmesi için kalıbın üretimi yapılmıştır. Bölüm 3.3’de tasarlanan kalıp ile ilgili olarak detaylı bilgiler verilmiştir.



Şekil 3.16. Üretimi yapılan kalıbın dişi yüzey görüntüsü

Biyonik dairesel bıçağın üretimi için yapılan kalıp üzerine bal peteği yapısı erkek ve dişi yüzey olarak tasarlanmıştır. Şekil 3.16'da kalıbın dişi yüzey görüntüsü verilmiştir. Bu yüzey kalıbın alt kısmını oluşturmaktadır. Kalıbın alt kısmı, lazer kesimde basıma hazırlanan ürünün kalıpta yerleştirileceği yüzeydir. Şekil 3.17'de kalıbın erkek yüzey görüntüsü verilmiştir. Bu kısım kalıbın üst kısmını oluşturmaktadır. Basıma hazırlanan parçanın, dişi yüzey üzerine yerleştirilmesinden sonra üst kısımda yer alan erkek yüzeyin yapmış olduğu baskı ile birlikte parça üzerine petek yapısı oluşturulmaktadır. Şekil 18'de biyonik dairesel bıçağın üretimi için tasarlanan kalıbın prese yerleşimi esnasında elde edilen görüntüsü verilmiştir. Kalıbın alt ve üst kısmı prese yerleştirildikten sonra lazer kesimde hazırlanmış olan parça kalıbın alt parçasına yerleştirilmektedir.

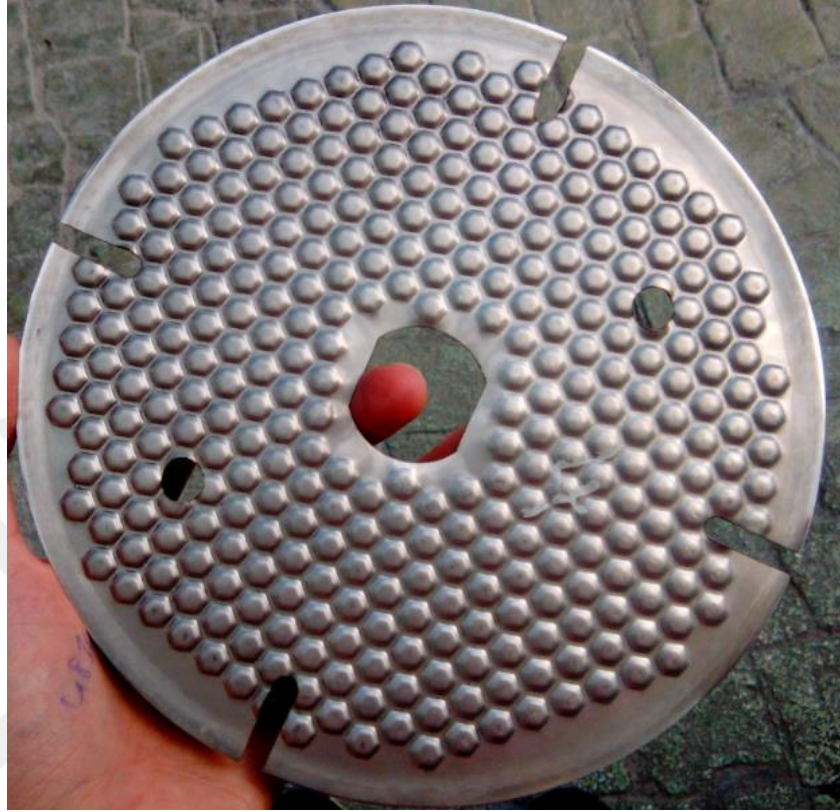


Şekil 3.17. Üretimi yapılan kalıbın erkek yüzey görüntüsü



Şekil 3.18. Tasarlanan kalıbın prese yerleştirilmesi sırasında elde edilen görüntü

Hazırlanan numunelerin kalıpta basımı sonrasında belirlenen petek yapı bıçak üzerine işlenmiş olmaktadır. Bu işlem sırasında soğuk deformasyon yönteminden yararlanılmıştır. Bu yöntem ile ilgili detaylı bilgi bölüm 2.3’de verilmiştir. Basım esnasında uygulanan yük malzemenin akma dayanımının %20 fazlasına tekabül etmektedir. 1.4301 paslanmaz çelik için minimum akma dayanımı 210 MPa olarak verilmektedir (Aran & Temel, 2004). Bu noktadan sonra malzeme plastik değişim bölgesine geçmektedir. Bu değerden sonra %20 fazla yük uygulandığında malzeme kalıcı olarak şekil değiştirmiş olacaktır. Bu sebeple basım esnasında uygulanan yük 252 MPa olarak alınmıştır. Elde edilen bu değer ile birlikte hazırlanan numunelerin basım işlemi yapılmıştır. Kalıbın çalışma prensibi şu şekilde belirlenmiştir. Lazerde hazırlanan numune parçasının ilk olarak pres sonra germe ve basma yaparak ürün üzerine petek yapı oluşturulması amaçlanmıştır. Kalıpta merkezleme yapması için oluşturulan göbeğe yerleştirilmiştir. Daha sonra kalıpta yer alan pot çemberi sayesinde önce malzeme üzerine ezme (pres) işlemi gerçekleştirilmiştir. Prosesin devamında yaylar stoplamaya dayanarak presleme işlemi sona erip basma işlemine geçilmiştir. Basma işlemi ile birlikte bıçağın kullanılacağı alanda denenmek üzere numune bıçaklar son halini almıştır. Şekil 3.19’da basım sonrası elde edilen biyonik dairesel bıçağın görseli verilmiştir.



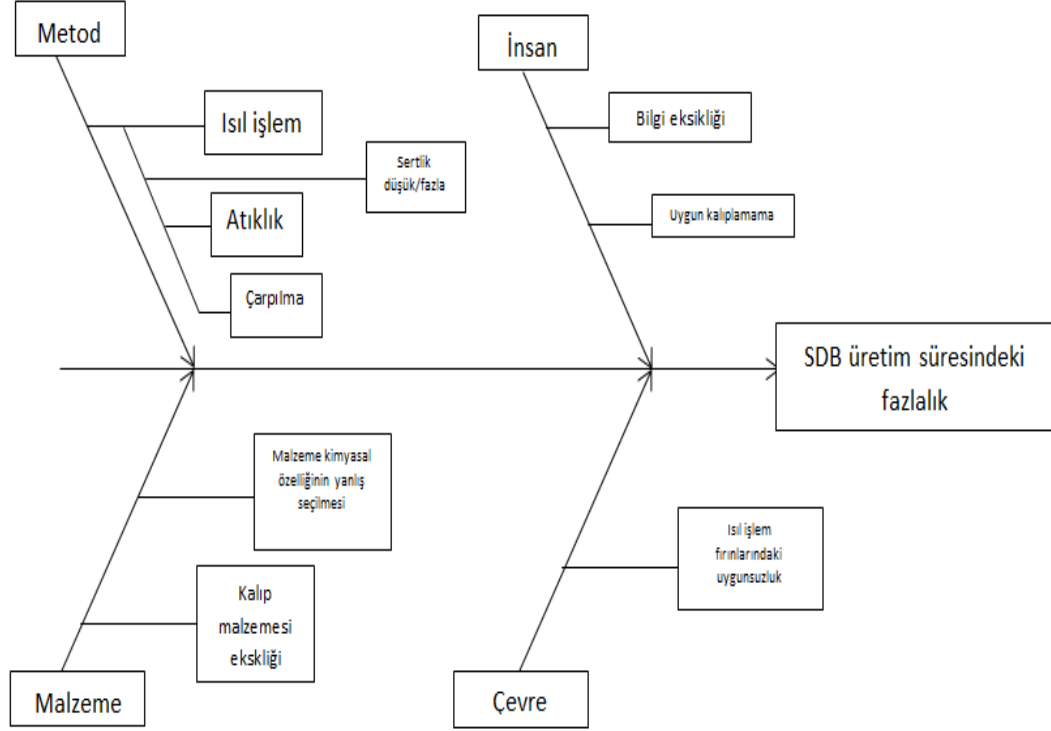
Şekil 3.19. Basım sonrası elde edilen biyotik dairesel bıçak

Basımı yapılan biyotik bıçağın ağızda kesicilik olmadığından ikinci bir işlem ile ağızına açı verilerek kesici olması sağlanmıştır. Biyotik dairesel bıçağın ağız kısmına bileme işlemi yapılarak ürün kullanıma hazır hale getirilmiştir.

3.3. Biyotik Dairesel Bıçak İçin Kalıp Tasarımı

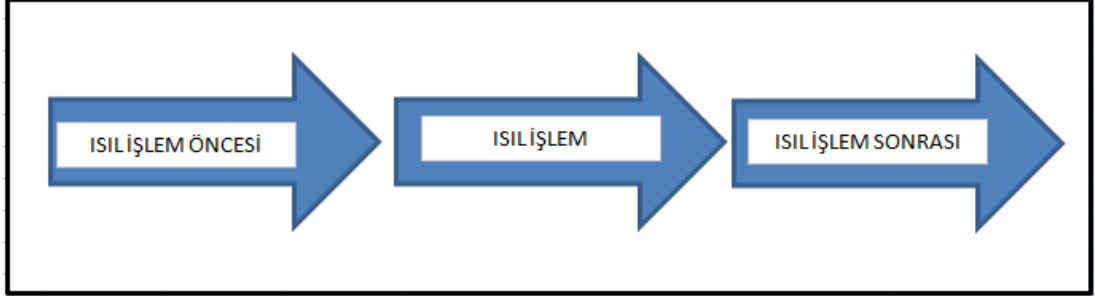
Standart dairesel bıçağın üretimi esnasında üretim akışının ve imalat süresinin artmasına sebep olan problemler tespit edilmiştir. Bu problemlerin olası tüm sebeplerini ve aralarındaki ilişkiyi tam olarak belirlemek için Ishikawa diyagramı

kullanılmıştır. Şekil 3.20’de bir diğer adıyla balık kılçığı diyagramı olarak bilinen diyagram verilerek ürünün üretim süresini artıran problemlerin kök nedenleri araştırılmıştır.



Şekil 3.20. Üretim süresinin fazlalığının incelendiği balık kılçığı diyagramı

Şekil 3.20’de ürünün üretim süresinin artmasına sebep olan faktörler tespit edilmiştir. İmalat akışında problem oluşan kademenin ısıtma işlemi kademesi olduğu ve burada oluşan problemlerin imalatın akışını ciddi oranda etkilediği gözlemlenmiştir. Şekil 3.21’de ısıtma işlemi kademesinde yaşanan problemin ısıtma işlemi öncesi, işlem sırasında ve sonrasında oluşan problemler diye üç bölümde yaşandığı gözlemlenmiştir.



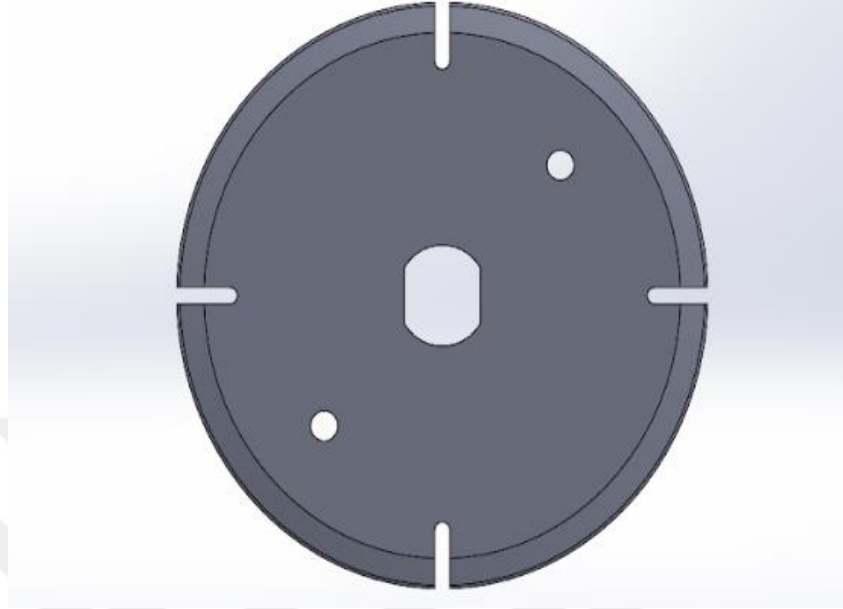
Şekil 3.21. İmalat sürecinde problem yaşanan süreçlerin şematik gösterimi

Bu üç bölümde yaşanan problemlerin imalat akışını olumsuz etkilediği ve imalat sürecinin uzamasına ve maliyetin artmasına sebep olduğu tespit edilmiştir.

İmalat süreçlerini etkileyen bu problemleri ortadan kaldırmak için bu alanda çalışacak yeni bir bıçak tasarımına ihtiyaç duyulmuştur. Tasarlanan bıçağın seri üretim amaçlı kullanılması düşünülmektedir. Ürün için oluşan üretim maliyetlerinin minimuma indirgenmesi ve ürünün seri olarak üretilmesi için kalıp yapılmasına karar verilmiştir. Bu bölümde tasarlanan biyonomik dairesel bıçak ve biyonomik dairesel bıçağın üretiminin yapılacağı kalıp ile ilgili bilgiler verilmiştir.

3.3.1. Tasarım Parametrelerinin Belirlenmesi

Şekil 3.22’de mevcut durumdaki dairesel bıçağın katı modeli verilmiştir. Mevcut durumdaki standart dairesel bıçak ve tasarımı yapılan biyonomik dairesel bıçak için belirlenmiş teknik parametreler tablo 3.2’de gösterilmiştir.



Şekil 3.22. Mevcut durumdaki standart dairesel bıçak (SDB)

Tablo 3.2. Standart dairesel bıçak ve biyonik dairesel bıçak için belirlenen teknik parametreler

Özellikler	Mevcut Durum Dairesel Bıçak	Tasarım Dairesel Bıçak
İşlem Sonrası Kalınlık	2.00mm	2.00mm
Kullanılan Malzeme Kalınlığı	2.50mm	0.60mm
Dış çap	175.00mm	175.00mm
İç çap	30.00mm	30.00mm
Kullanılan Malzeme	1.4034	1.4301 (304)
Üretim Prosesi Adım Sayısı	7	4
Isıl işlem	var	yok
Delik taşlama	var	yok
Kalınlık taşlama	var	yok

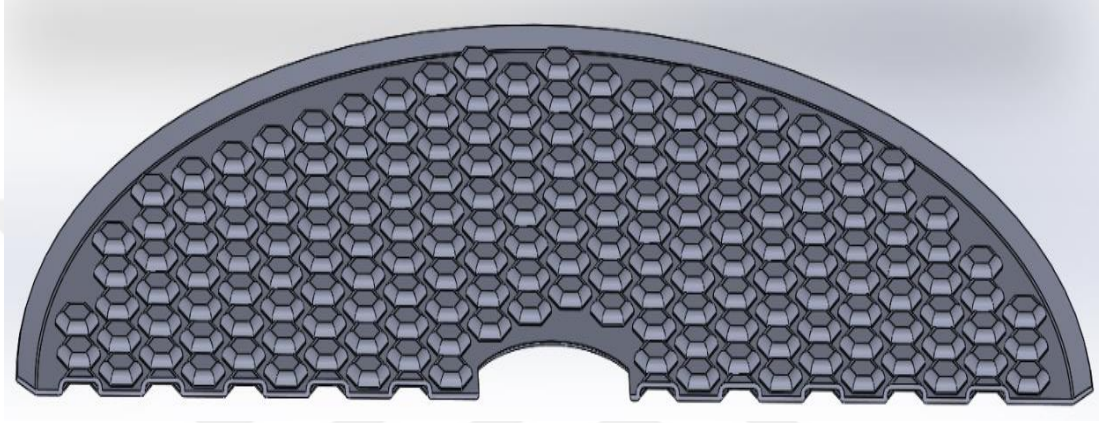
Mevcut durumdaki standart dairesel bıçakta kullanım esnasında bıçağın kalınlık ölçüsü 2.00mm'dir. Kalınlık taşlama prosesinde problemlerin oluştuğu gözlemlenmiştir. Isıl işlem sonrası ürünler için kalınlık taşlama prosesi

uygulanmakta ve ürünlerde taşlama sonrasında düzlemsellik problemi oluşabilmekte ve sonrasında çekiçleme prosesine ihtiyaç duyulabilmektedir.

Tasarımı yapılan bıçağın imalatı esnasında ısıl işlem kademesine ihtiyaç duyulmaması amacıyla soğuk deformasyon yöntemi kullanılarak malzemeye belli oranda sertlik kazandırılması amaçlanmıştır. Yapılan çalışmada, malzeme kalınlığı 1.00mm'nin altında olması tercih edilmiştir. Üzerinde çalışma yapılan malzemenin kalınlığı 0.60mm olarak kullanılmıştır. Malzeme kalınlığının bu değerde seçilmesinin nedeni kullanılacak olan malzemeden tasarruf elde etmek ve malzemenin bükümü esnasında ağız kısımlarının bükümünün kolaylıkla yapılabilmesi için düşük kalınlıkta malzeme kullanılmıştır. Hazırlanmış olan kalıp ile lazer kesimde kesilmiş olan saçların basım işlemi gerçekleştirilmiştir. Mevcut durumdaki dairesel bıçak ve kalıp ile basılan biyonik dairesel bıçağın son durumdaki kalınlıklarının aynı olması hedeflenmiştir. Kalıp ile basılan bıçağın kalınlık ölçüsü 2.00mm olarak ölçülmüştür.

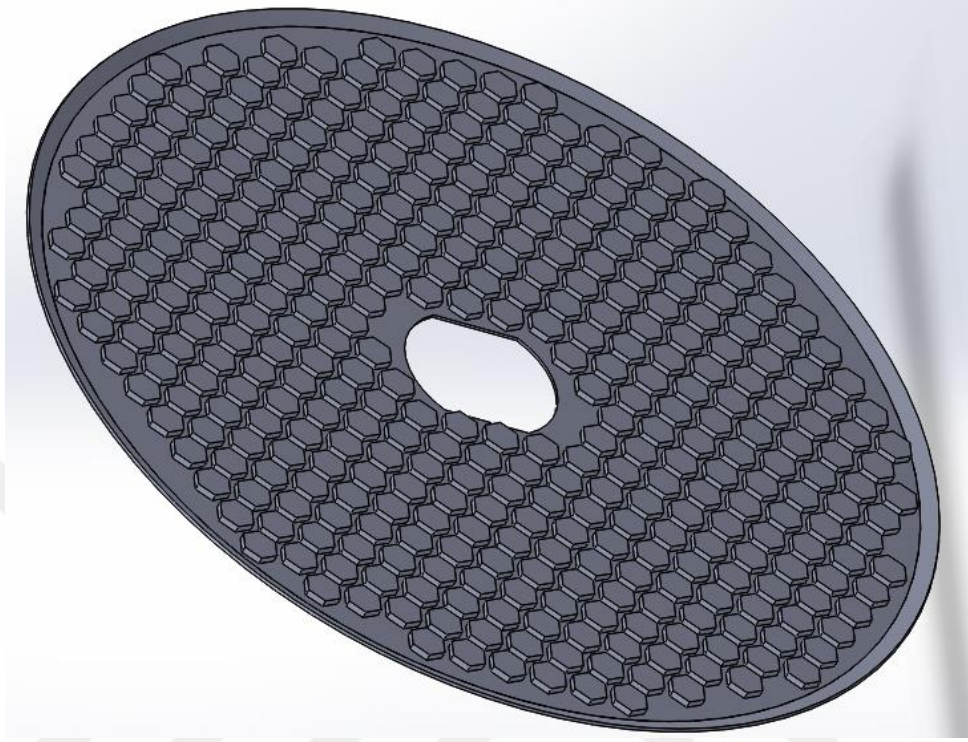
Dişi ve erkek kalıbın tasarımı yapılırken basılacak olan parçanın kalınlığı 0.60mm olarak belirlenmiştir. Basım öncesinde 0.60mm olarak hazırlanan biyonik dairesel bıçak numunesinin kalınlığı basım sonrasında mevcut durumda kullanılan standart dairesel bıçak ile aynı kalınlık ölçüsü yani 2.00mm olması hedeflenmiştir. Bu sebepten tasarlanan üründe bu hacmi elde edeceğimiz bir motif kullanmanın gereği ortaya çıkmıştır. Ürünün üzerinde olması gereken motif için akademik alanda yapılan çalışmalar incelenmiştir (Ji, Tong, Chen, & Liu, 2010). Doğada bulunan yapılar, canlı dokularda bulunan hücre yapıları ve bu yapıların oluşturmuş oldukları dayanım kuvvetleri akademik alanda yapılan çalışmalarda elde edilen sonuçlar değerlendirilmiştir (İyibilgin, Yiğit, & Leu, 2013). Bıçak üzerinde kullanılacak olan motif yapısı için akademik alanda yapılan çalışmalar incelenmiş ve optimum motif

yapısının bal peteği yapısı olduğu gözlemlenmiştir. Şekil 3.23’de bal peteği formu ile hazırlanan bıçağın kesit görüntüsü verilmiştir.



Şekil 3.23. Tasarlanan biyonik dairesel bıçağın kesit alınmış hali

Şekil 3.24’de bal peteği formu kullanılarak tasarımı yapılmış biyonik dairesel bıçağın görseli verilmiştir.

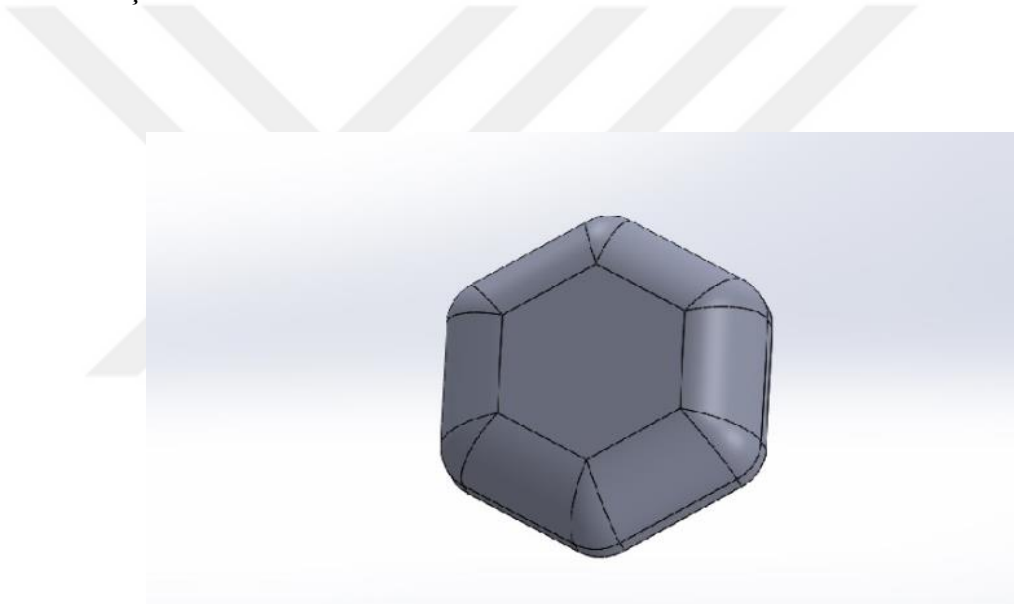


Şekil 3.24. Bal peteği formu ile tasarlanmış biyonik dairesel bıçak

Mevcut durumdaki standart dairesel bıçağın imalat prosesindeki kademelerde karşılaşılan problemler bölüm için ikinci kısmında dairesel bıçak tasarımı bölümünde detaylı bir şekilde anlatılmıştır. İlk olarak bu problemleri ortadan kaldırmak ya da minimum seviyeye çekmek için standart dairesel bıçak için uygulanan proses adımlarından kaldırılabilir olan kademeler üzerinde incelemeler yapılmıştır. Yapılan incelemeler sonucunda ısıtma işlem kademesinin kaldırılabilmesinin mümkün olduğu sonucuna varılmıştır. Böylelikle lazer kesimde hazırlanan parçalar biyonik dairesel bıçak için tasarlanmış olan kalıpta basılmıştır. Daha sonra bıçağın ağız kısımlarının bileme işlemi yapılarak bıçağın üretimi yapılmıştır.

Bıçağın tasarımı sırasında bıçak yüzeyine uygulanacak olan motif için bilimsel alanda yapılan çalışmalar incelenmiştir. “Bal peteği formunun bıçak tasarımına etkisi” başlığı altında bıçak yüzeyinde neden petek doku kullanıldığı detaylı bir şekilde açıklanmıştır.

Şekil 3.25’de tasarlanan biyotik dairesel bıçakta kullanılan petek yapının katı modeli verilmiştir.

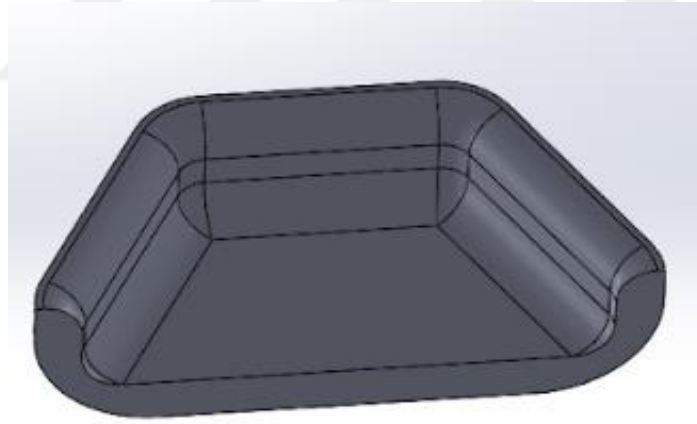


Şekil 3.25. Tasarlanan bıçakta kullanılan altıgen yapının katı modeli

Bıçak yüzeyine uygulanacak olan bal peteği formunun ölçüleri belirlenirken, malzemenin akma dayanımı göz önünde bulundurularak bir ölçü saptanmıştır. Saptanan ölçüler biyotik daire bıçak üzerine yerleştirilerek yüzey baskı kuvveti belirlenmiştir. Form ölçüsü ve baskı kuvveti sonucunda malzemede soğuk deformasyon sonucu istenilen martenzitik yapı olup olmadığı incelenmiştir. Şekil 3.25’de oluşturulan bir adet petek yapı verilmiştir. Bu yapı sadece bıçağın yüzey kısmına uygulanmıştır. Açık kısımlarına uygulanmamıştır. Belirlenen formun açı

kısmına uygulanmama sebebi, parçalama yapmadan sadece çizgisel kesim elde etmektir.

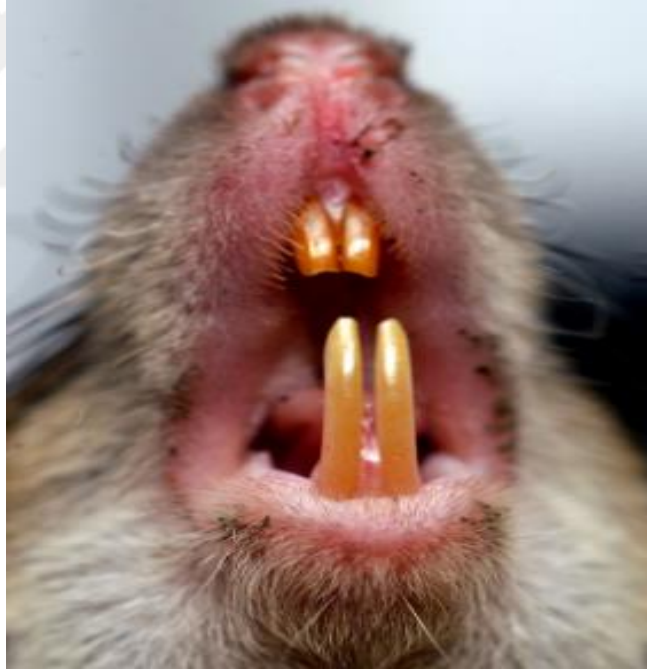
Şekil 3.26'da bıçakta kullanılan petek dokunun kesit görüntüsü verilmiştir. Kalınlık ölçüsü mevcut durumdaki standart dairesel bıçak ile aynı ölçüde ve değeri 2.00mm'dir. Petek yapıda radüslerin yapılmasının sebebi, parçaların kalıpta basılması sırasında parçada oluşabilecek yırtılma problemlerini önlemektir. Oluşturulan bu yapı ile birlikte formların keskinlik özelliği kazanması engellenmek ile birlikte formların kullanım dayanımlarının artırılması amaçlanmıştır. Şekil 3.26'da petek yapının kesit alınmış görüntüsünde oluşturulan radüsler gösterilmiştir.



Şekil 3.26. Petek yapının kesit alınmış görüntüsü

Bıçağın gövde kısmının tasarımı için model belirlendikten sonra, ağız kısmı için çalışmalar yapılmıştır. Mevcut bıçağın çalışması esnasında gözlemler yapılmıştır. Bıçak bir vardiya çalışması sırasında (8 saat) 3 kez bileme işlemi yapılması için

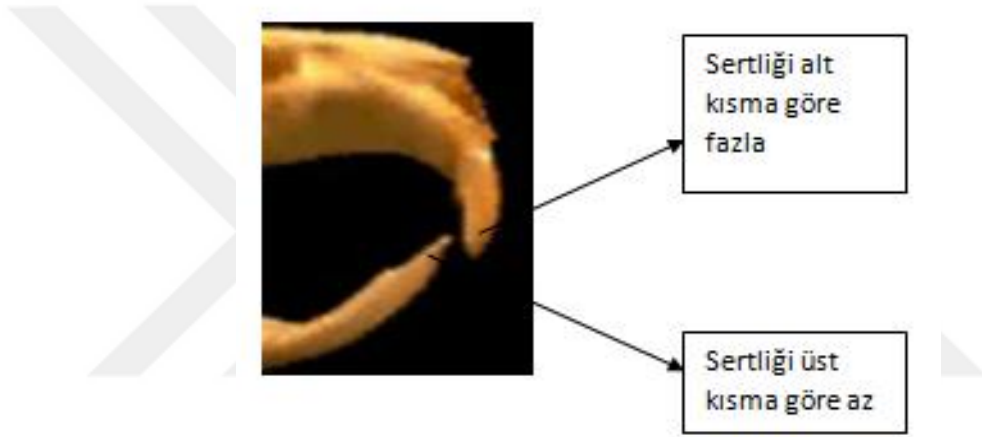
makineden çıkarılmaktadır. Bileme işlemi için bıçağın alınması sırasında üretim durdurulmakta ve yeni ya da daha önceden bileme işlemi yapılmış bıçak tekrar makineye takılmaktadır. Bıçakların değişimi sırasında üretim durdurulduğu için hem üretim kaybı hem de üretim zamanından kayıp yaşanmaktadır. Bu yaşanan kaybı ortadan kaldırmak için bıçağın ağız kısmının tasarımı için çalışma sırasında kendi kendini bileyen bir yapının tasarımı üzerine çalışılmıştır. Bu yapının oluşturulması için doğadan ilham alınmıştır. Yapılan araştırmalar sonucunda dağ farelerinin diş yapılarının kendi kendini bileme özelliği ile karşılaşılmıştır. Şekil 3.27’de dağ faresinin dişinin kesme mekanizması ile ilgili görsel verilmiştir.



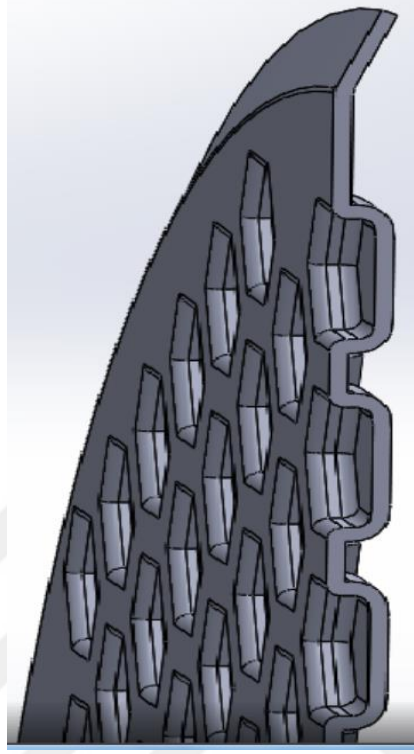
Şekil 3.27. Dağ faresinin dişinin kesme mekanizması

Dağ farelerinin diş yapısı incelendiğinde çalışma yapısının şu şekilde olduğu gözlemlenmiştir. Şekil 3.28’de gösterilen çene yapısında alt kısmın üst kısma göre sertliğinin düşük olduğu belirlenmiştir. Dağ fareleri kemirgen hayvanlar olarak

bilinmektedir. Herhangi bir parçayı kemirme işlemini yapması sırasında alt dişin üst dişe sürmesi sonucunda alt dişi sürekli keskinliğini koruduğu gözlemlenmiştir. Bu yapının özelliğinden yararlanılarak biyonik dairesel bıçağın ağız kısmının tasarımında bu yapıdan yararlanılmaya karar verilmiştir. Şekil 3.29’da biyonik dairesel bıçağın kesici ağız kısmının kesiti alınmıştır.



Şekil 3.28. Fare dişinin alt-üst çene arasındaki sertlik farkı



Şekil 3.29. Biyonik dairesel bıçağın kesici ağız kısmı

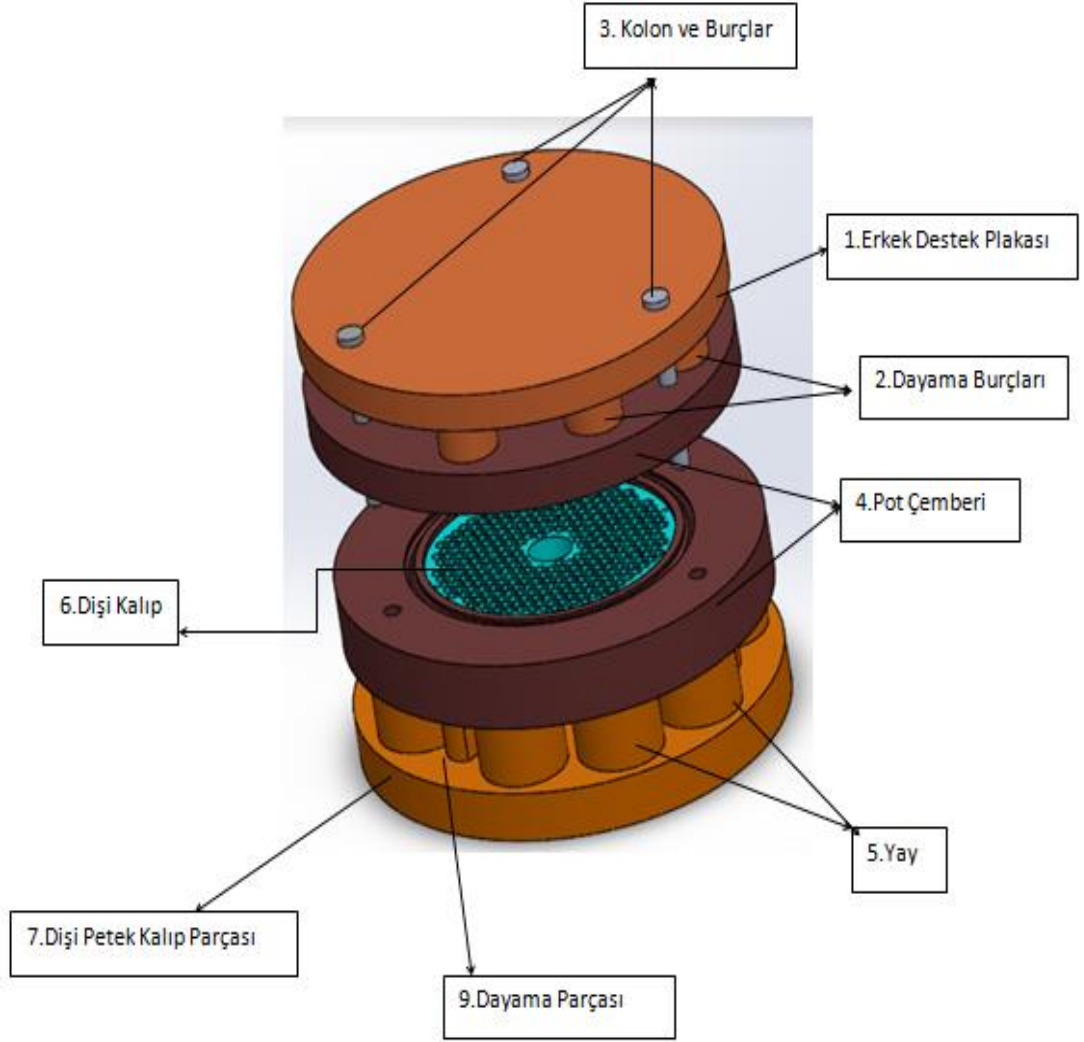
Tasarlanan kalıpta petek dokunun malzeme üzerine basılması sonrasında fare dişinin kesme yapısı örnek alınarak ağız kısımları ayrı bir operasyon kademesi yapılarak oluşturulmuştur.

3.3.2. Kalıbı Oluşturan Elemanların Tasarımı

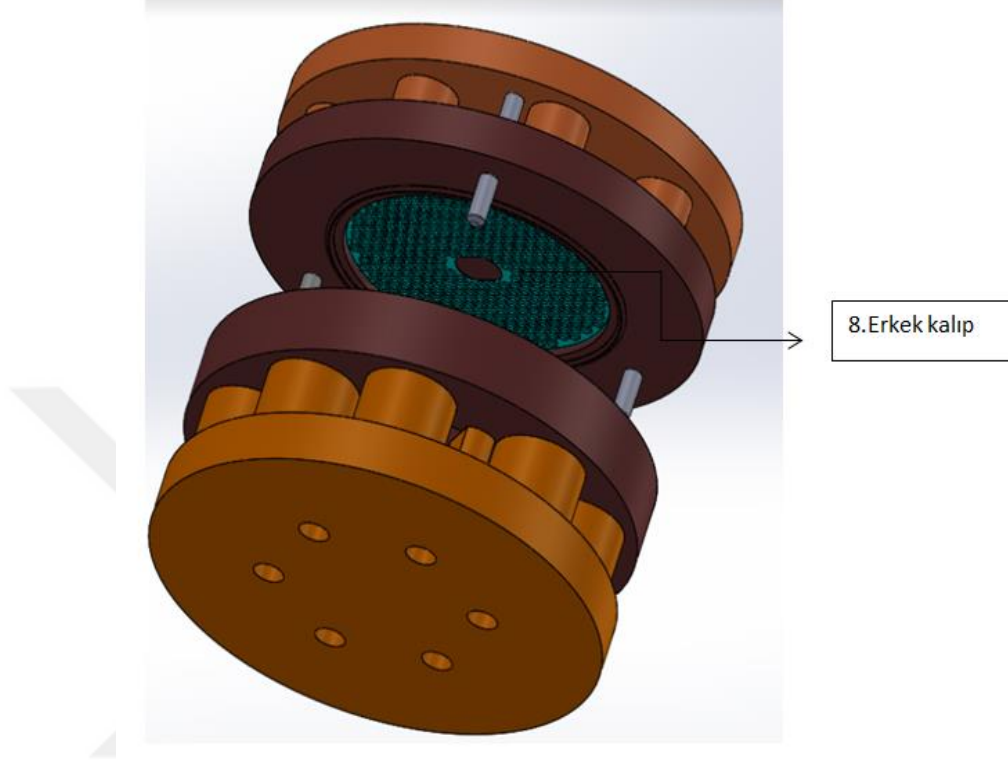
Bu bölümde kalıbı oluşturan montaj elemanlarının tasarımı ile ilgili bilgilere yer verilmiştir. Biyonik dairesel bıçak için tasarlanan kalıbı oluşturan montaj elemanları aşağıda listelenmiştir.

1. Erkek Destek Plakası
2. Dayama Burçları
3. Kolon ve Burçlar
4. Pot Çemberi
5. Yay
6. Dişı Kalıp
7. Dişı Destek Plakası
8. Erkek Kalıp
9. Dayama Parçası

Şekil 3.30 ve şekil 3.31'da bıçağın üretimi için tasarlanan kalıbın katı modeli verilmiştir. Katı model üzerinde montaj elemanları gösterilmiştir.



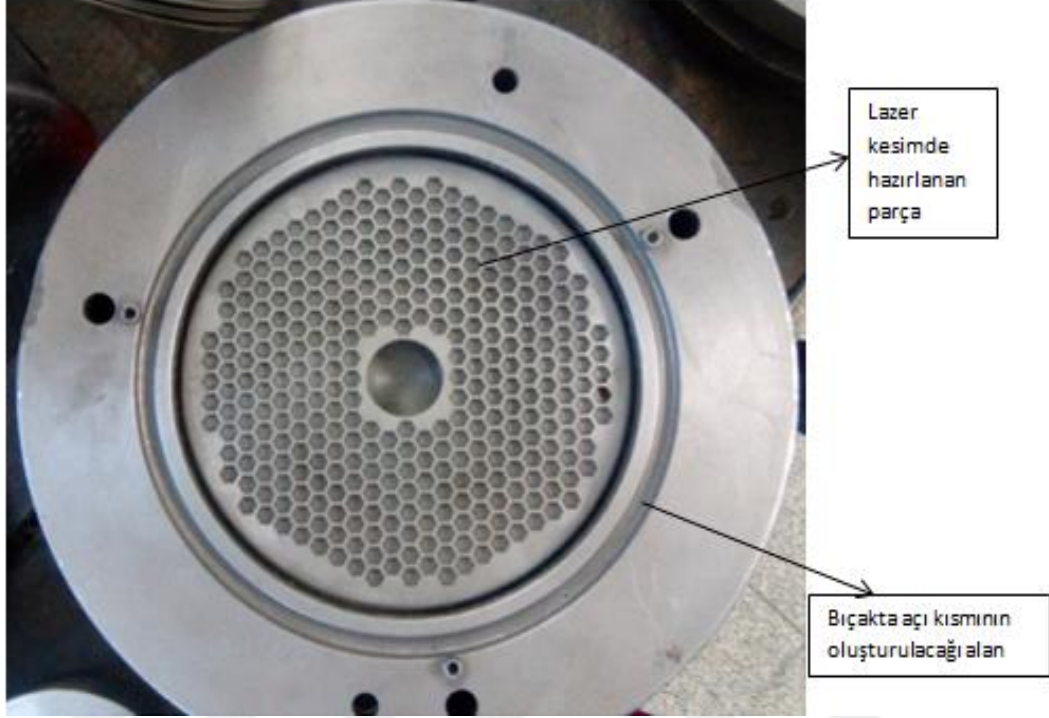
Şekil 3.30. Tasarlanan kalıbın hazırlanmış montajlı halindeki katı modeli -1



Şekil 3.31. Tasarlanan kalıbın hazırlanmış montajlı haldeki katı modeli -2

3.3.2.1. Dişi Kalıp Tasarımı

Standart dairesel bıçak ile tasarımı yapılan biyonik dairesel bıçak arasında sabit kalması gereken bazı özellikler mevcuttur. İki durum içinde değişmemesi gereken özellikler tasarım sırasında belirlenmiştir. Şekil 3.32’de üretimi yapılmış olan dişi kalıp görseli verilmiştir.



Şekil 3.32. Dişi kalıp

Bölüm 3.3.1’de üretimi yapılan kalıpta kullanılan petek yapı ile ilgili olarak detaylı bilgi verilmiştir. Şekilde verilen görselde, belirlenmiş olan ölçülere göre hazırlanan parça üzerine petek yapılar lazer kesimde işlenmiştir. Lazer kesimde hazırlanan parça ayrı bir üretim sürecinden geçerek gövdeye montaj edilmiştir. Şekil 3.32’de görüldüğü gibi gövde üzerinde bulunan kanal, basımı yapılacak olan biyonic dairesel bıçağın germe ile açılma kısmının oluşturulacağı alan için tasarlanmıştır. Böylelikle basım işlemi sonrasında ürünün açılma kısmı oluşturulmuş ve sadece ağız bileme işleminin yapılması sağlanmıştır.

3.3.2.2. Erkek Zimba Tasarımı

Tasarımı yapılacak olan dişi kalıba göre bükme zımbası oluşturulmuştur. Şekil 3.33'de iç kısımda yer alan petek yapı dolu malzemeden boşaltma yapılarak elde edilmiştir.




Şekil 3.33. Erkek zimba

Dolu malzemeden boşaltma yapılarak, daha rijit olması ve düşük maliyetli olması sağlanmıştır. İşlem sonrasında doludan yapmanın şu şekilde bir dezavantajı gözlemlenmiştir. Bal peteği formunda oluşabilecek herhangi bir deformasyon sonucu petek yapılarının tadilatı zor olacaktır. Her basımda aynı sonucu alabilmek amacı ile dolu malzemeden yapılmasına karar verilmiştir. Deformasyonun oluşmasını önlemek için erkek zımbaya ısıtma işlemi uygulanarak deformasyona uğrama sürecini uzatma

kararı alınmıştır. Bu karar ile kalıbın yaklaşık 5000 basım sonrası tadilata alınması ön görülmüştür.

3.3.2.3. Kolon ve Burçlar

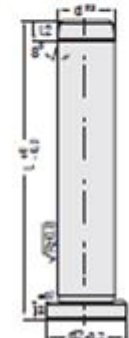
Kalıp tasarımında kullanılan kolon ve burçlar hazır olarak alınmıştır. Şekil 3.34'de ekran görüntüsü verilen katalogdan istenen özellikte kullanılacak olan malzemeler seçilmiştir.




ŞAPKALI KLAVUZ KOLON Bilyalı Tip İçer: G.18

Enjeksiyon Kalıp, İtici Plakası / Pres Kalıp İçti

Enjeksiyon Kalıpların İtici Plakalarında Bilyalı Burçlu Hassas ve Sert Çalınan İtici Plakalarda Kullanılır Ayrıca Proplast Pres / Sac Kalıplarında Ara Plakalarda Yardımcı Mekanizmana Eleman Olarakta Kullanıma Uyundur.



Uygun Burçlar Çuğu 2



Enjeksiyon Kalıp, İtici Plakası / Pres Kalıp İçti

d	L	İt	d2	a
12	80	4	16	4
	100			
	120			
18	120	7	22	6
	140			
	160			
30	160	7	36	6
	200			
	240			

Çapı: G.18, d x L

Malzeme: 1.7121 Serli: 01-02 HRC

Kullanım Alanları:
 * İtici Plakalarında Bilyalı Burçlu Hassas İtici Çeliklerde
 * Pres / Sac Kalıplarında Ara Mekanizma Elemanları Olarak Kullanılır.

Sayfa 41

Şekil 3.34. Kalıpta kullanılan hazır malzemeler (Güvenal, Kalıp Elemanları standart / Özel İmalat, 2016)

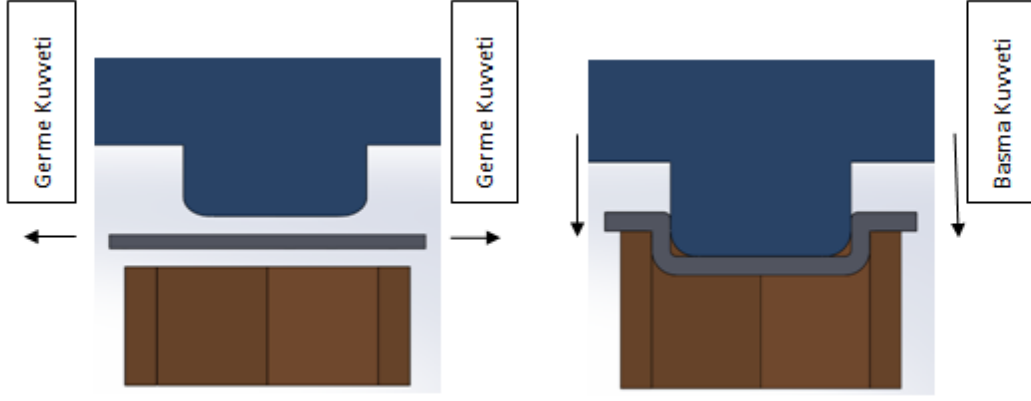
Alt kalıp grubu ile üst kalıp grubunun aynı ekseninde çalışmasını sağlayan kılavuz grup elemanları hazır kalıp seti elemanlarındanır. Kullanılacak olan şapkalı kılavuz

kolon katalogdan uygun değerlere göre seçilmiştir (Güvenal, Kalıp Elemanları standart / zel İmalat, 2016).

3.3.2.4. Baskı Plakası Tasarımı (Pot emberi)

Salara kesme dışında şekil verilirken ilk olarak uzatma işlemi daha sonra sıkıştırılarak büzülme işlemi yapılarak son şekli verilmektedir. Sa şekillendirme işlemi mekanik veya hidrolik pres makineleri kullanılarak yapılmaktadır. (ÖLMEZ, 2011).

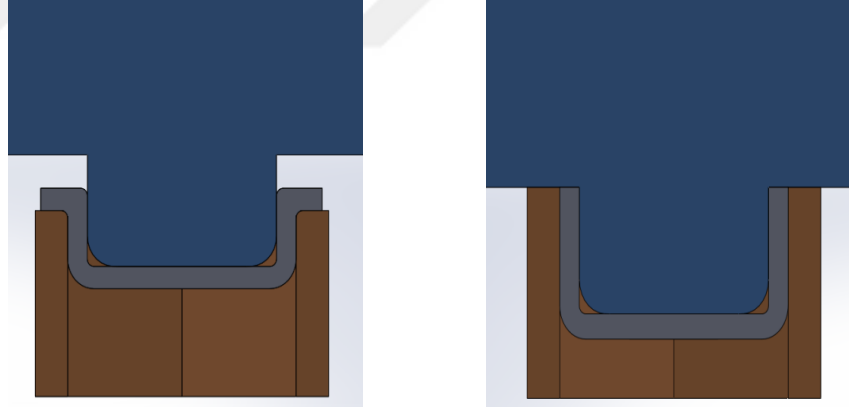
Tasarımı yapılan biyonik dairesel bıçağın büküm için belirlenen işlem adımları şekil 3.35 ve şekil 3.36'da verilmiştir. şekil 3.35 ve 3.36'da verilen görsellerde bıçakta oluşturulan bir adet petek yapının oluşumu gösterilmiştir. İlk olarak prese kalıp yerleştirilmiştir. şekil 3.35.a'da dişi-erkek kalıp arasında parçanın konumu verilmiştir. Basım işlemi sırasında ilk olarak germe işlemi olmaktadır. Bu kademedен sonra parçaya yük uygulanarak basma işlemi yapılmaktadır. Böylelikle petek doku yapının oluşması sağlanmıştır. Böylelikle basım işlemi gerçekleştirilmiştir. Basım işlemi sonucunda bıçağın gövde kısmına petek doku yapısı oluşturulmuştur.



a. Basım öncesi

b. Basım sırasında

Şekil 3.35. Dişi-erkek kalıp arasındaki parçanın ilk hali



c. Yük uygulanması sırasında

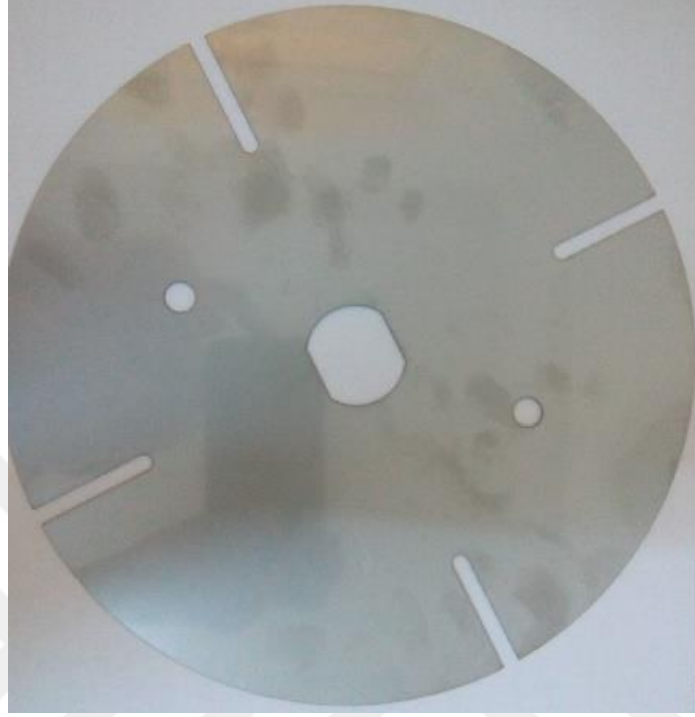
d. Basım sonrasında

Şekil 3.36. Parçanın dişi – erkek kalıp arasındaki durumu

3.4.Tasarlanan Biyonik Dairesel Bıçağın İmalatı

Tasarımı yapılan biyonik dairesel bıçağın imalatı standart bıçağın imalatından farklı olarak yapılmıştır. Şekil 3.38’de biyonik bıçağın imalat akışı verilmiştir. Standart bıçağın üretimi sırasında karşılaşılan problemler yeni bir bıçak tasarımına olan ihtiyacı artırmıştır. Oluşan problemler işçilik, malzeme ve üretim zamanında ciddi kayıplara sebep olmuştur.

Mevcut durumdaki standart dairesel bıçağın imalat akışında problem oluşturan kademeler belirlenmiştir. Bu kademelerin olmadığı, yapılan işlemler sonucunda nihai ürünün mevcut durumdaki ürün ile aynı özellikleri gösterdiği bir tasarım düşünülmüştür. İmalat akışı sırasında önemli problemlerin yaşandığı imalat kademesi ısıl işlem olarak gözlemlenmiştir. Tasarım yapılan ürün için ısıl işlem sürecinin olmadığı bir imalat akışı oluşturulmuştur. Ürünün çalıştığı alanda bıçakta sertlik değerinin olması gerekmektedir. Parçaya ısıl işlem süreci dışında bir yöntem ile belli düzeyde bir sertlik kazandırılmasının gerekli olduğu görülmüştür. Tasarlanan ürüne sertlik kazandırılabilmesi için soğuk deformasyon yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntemin kullanılabilmesi için tasarlanan biyonik dairesel bıçağın işlem öncesi kalınlık ölçüsü 0.60mm olarak belirlenmiştir. Şekil 3.37’de herhangi bir işlem yapılmamış, büküm işlemi için hazır durumda olan biyonik dairesel bıçak görseli verilmiştir.



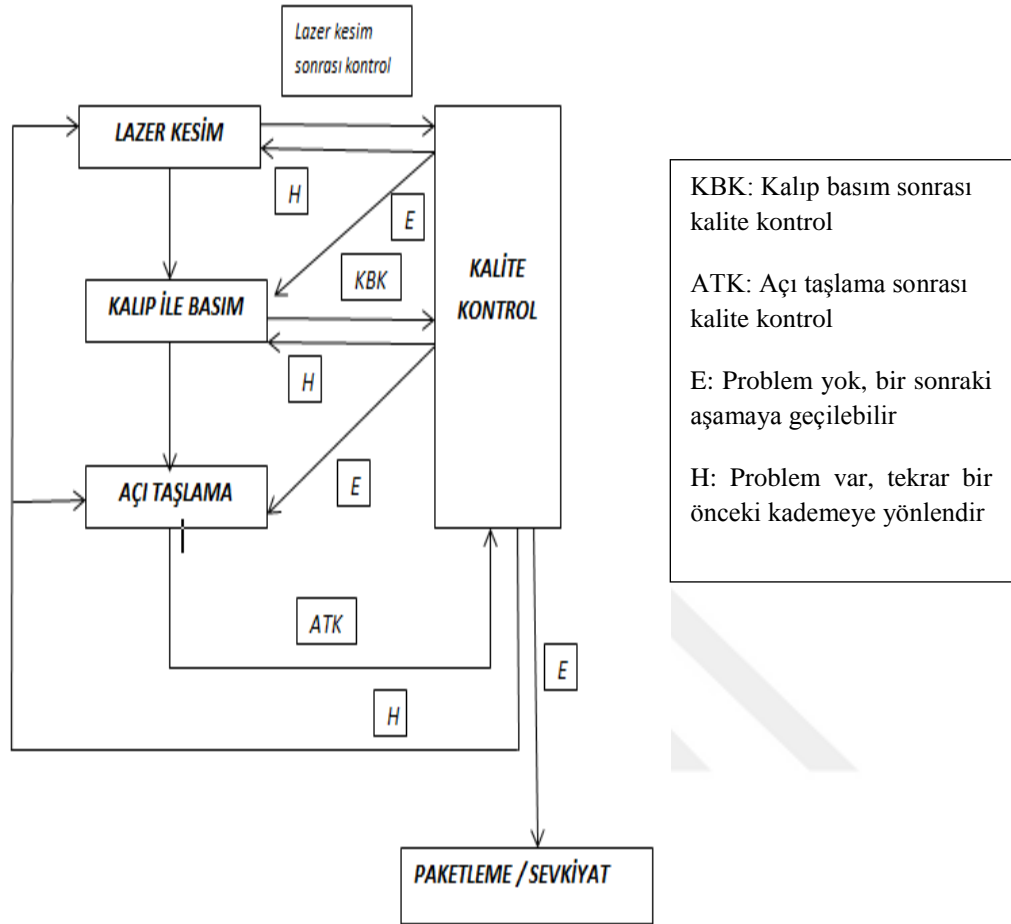
Şekil 3.37. Biyonik dairesel bıçak için lazer kesimde hazırlanan parça

Biyonik dairesel bıçak için kullanılacak olan malzeme mevcut durumdaki standart dairesel bıçaktan farklı kullanılmıştır. Biyonik dairesel bıçağın malzemesi 1.4301 paslanmaz çelik olarak belirlenmiştir. Tablo 3.4’de 1.4301 paslanmaz çeliğin kimyasal bileşimi verilmiştir. Tasarımı yapılan biyonik dairesel bıçak için kullanılacak malzeme kalınlığı belirlenirken piyasada kolay bulunabilir olmasına ve büküm esnasında kolaylık sağlayan özellikte olmasına dikkat edilmiştir. Bu sebep ile kullanılacak olan malzeme kalınlığı 0.60mm olarak belirlenmiştir. Tablo 3.3’de 1.4301 paslanmaz çelik malzemenin kimyasal bileşimi verilmiştir.

Tablo 3.3. 1.4301 paslanmaz çelik kimyasal bileşimi

C%	Mn	P	S	Si	Cr	Ni
%0.08 max	%2.0 max	%0.045max	%0.03max	%0.75max	%18-20	%8-10

Kullanılacak olan malzeme ve malzeme kalınlığı belirlendikten sonra, biyonic dairesel bıçağın mevcut durumdaki standart bıçak ile kalınlık değerinin aynı olması için, kesimi yapılan biyonic bıçak hammaddesi olan parçanın yüzey kısmına form işlenmesi gereği ortaya çıkmıştır. Parça üzerine işlenecek olan formun belirlenmesi aşamaları bölüm 3.2’de detaylı bir şekilde anlatılmıştır. Bıçak yüzeyine yapılan literatür araştırmaları sonucunda uygulanacak olan yapının petek yapı olmasına karar verilmiştir. Bıçak yüzeyine petek yapı oluşturulabilmesi ve bıçağın seri bir şekilde üretiminin yapılabilmesi için bir kalıp yapılması gerekli görülmüştür. Ürünlerin basım işlemi için kalıp üretimi yapılmıştır. Kalıp ile detaylı bilgiler “biyonic dairesel bıçak için kalıp tasarımı” başlığı altında verilmiştir. Tasarlanan biyonic dairesel bıçak için belirlenen imalat akışı şekil 3.38’de verilmiştir.



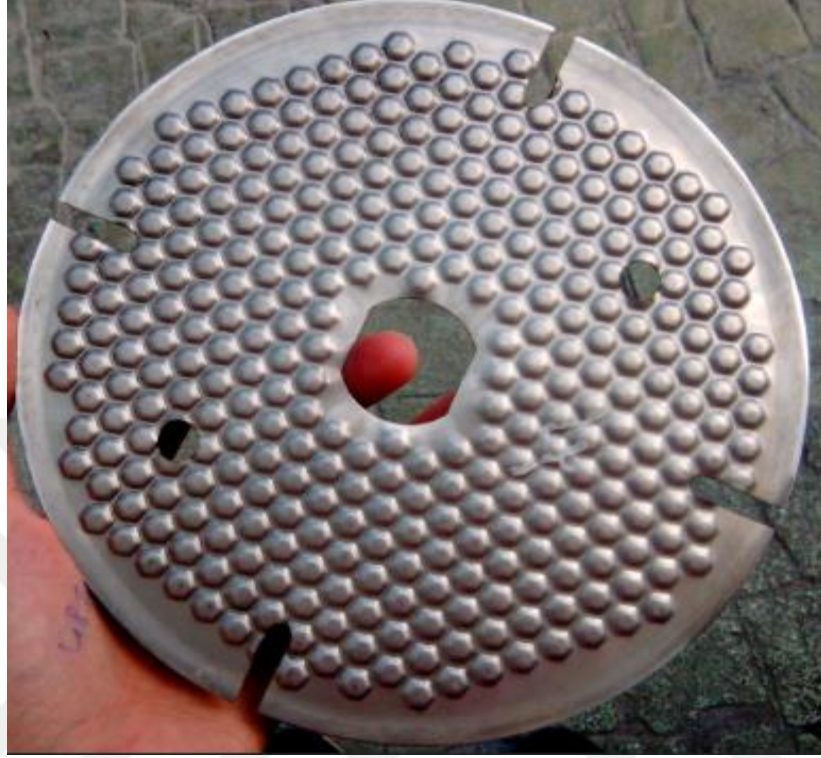
Şekil 3.38. Tasarlanan Biyonik Dairesel Bıçağın Üretim Akışı

Basımın gerçekleştirilebilmesi için hazırlanan kalıp prese yerleştirilmiştir. Parçaya uygulanacak olan yük bölüm 3.2’de belirlendiği gibi uygulanmıştır. Parçaya belirlenen yük uygulandıktan sonra elde edilen ürün şekil 3.39’da verilmiştir.



Şekil 3.39. Preste basım yapıldıktan sonra elde edilen parça

Presteki basım işlemi sonrasında ürünün ağız bileme işlemi açılı taşlama operasyonu uygulanarak yapılmıştır. Mevcut durumdaki standart bıçak kullanım esnasında, ağız kısmında körelmelerin yaşanmasından ötürü kesim işlevini gerçekleştirememekte ve bileme işlemi makineden sökülerek yedeği yok ise bileme işleminin yapılması beklenmekte, yedekli ise yerine bilenmiş ya da yeni bıçak takılarak üretime devam edilmektedir. Bu oluşan problemi ortadan kaldırmak için, biyoteknik bıçağın tasarımı yapılırken, kullanım esnasında körelme olmadan bir vardiya süresince üretimin durmamasının hedeflendiği bir tasarım oluşturulması amaçlanmıştır. Bu sistemin başarılı ile kullanılması durumunda üretime %5-%7 oranında zaman kazancı da sağlayacaktır. Şekil 3.40'da bileme işlemi yapılmış ve kullanıma hazır halde olan biyoteknik dairesel bıçak verilmiştir.



Şekil 3.40. Bileme işlemi yapılmış ve kullanıma hazır halde olan biyonik dairesel bıçak

Parçanın preste basım işlemi tamamlandıktan sonra ağız kısmına bileme işlemi yapılmıştır. Mikro sertlik ile kontrol edildiğinde sertlik farklılıkları gözlemlenmiştir.

Biyonik dairesel bıçağın kesici ağız kısmı için çalışma esnasında kendi kendini bileyen bir yapı oluşturulması düşünülmüştür. Bu yapının oluşturulmasında dağ faresinin dişinin sürekli keskin kalan özelliğinden yararlanılmıştır. Dağ faresinin dişinin yüzeyleri arasındaki sertlik farkından dolayı dişler, kesme işlemini yaptıktan sonra her defasında keskin kalma özelliğini göstermektedir. Bu özellikten yararlanılarak biyonik dairesel bıçağı kesici ağız büküm yönüne doğru açılı büküm yapılmıştır. Burada açının alt kısmında büzmeden dolayı malzemede yumuşama açının üst bölgesinde çekmeden dolayı sertleşme oluşması düşünülmüştür.

3.4. Biyonik Dairesel Bıçağın Performansının Test Edilmesi

Mevcut durumdaki dairesel bıçak için üretim akışı incelenmiş ve bu akış sırasında yaşanan problemlerden dolayı yeni bir bıçak tasarımına ihtiyaç duyulmuştur. Biyonik dairesel bıçak için yeni bir üretim akışı tasarlanmıştır. Mevcut durumda kullanılan malzeme türü ve kalınlık parametresi değiştirilmiştir. Değişen üretim akışı ile birlikte biyonik dairesel bıçağın üretilebilmesi için bir kalıp yapılması kararı alınmıştır. Ve biyonik dairesel bıçağın seri üretim yapılabilmesi için bir kalıp tasarlanmış ve kalıbın üretimi yapılmıştır.

Değişen malzeme türü ve kalınlık parametresine uygun numune malzemeler hazırlanmış ve kalıp ile basımı yapılacak hale getirilmiştir. Petek yapının belirlenen derinlikte olabilmesi için uygulanacak yük belirlemiş ve bu yükün uygulanacağı uygun pres araştırması yapılmıştır. Literatürde yapılan incelemeler sonucunda biyonik dairesel bıçak üzerine petek doku yapısının işlenmesine karar verilmiştir. Bu yapıya uygun olarak basım yapılacak kalıp ile ilgili gerekli düzenlemeler yapılmıştır. Kalıbın ve basımı yapılacak olan numuneler hazırlanmış ve ürünlerin kalıpta basım işlemi yapılmıştır. Preste basım işlemi yapılan ürünler için ağız bileme işlemi başka bir imalat sürecinde yapılmıştır. Biyonik dairesel bıçağın ağız bileme işlemi yapıldıktan sonra üretim hattı üzerinde makineye takılarak deneme yapılacak hale getirilmiştir.

Mevcut durumdaki standart dairesel bıçak, gıda ile temas eden bir bıçaktır. Bıçaklar 3 vardiya şeklinde çalışan ve bir vardiyada yaklaşık 100.000 kesim yapan üretim hattında kullanılmaktadır. Bir vardiyada 3-4 saatte bir makine üzerinde bulunan bıçak sökülerek yerine yenisi ya da bilenmiş bıçak takılarak üretime devam edilmektedir. Bu sökme-takma işlemi sırasında üretim durmakta ve üretim

zamanından kayıp yaşanmaktadır. Bu problemi ortadan kaldırmak için sökme-takma işlemine ihtiyaç duyulmayan bir ürün tasarımı yapılmıştır. Bıçağın çalışma prensibi, kesim yolundan gelen taşlıklar üzerine yarık açarak taşlık içerisinde bulunan katı maddelerin temizlenmesini sağlamaktır. Şekil 3.41’de kesim yolu ve bıçağın kesim sırasındaki konumu verilmiştir. Denemeye hazır hale getirilen bıçaklar makineye takılarak deneme çalışması hat üzerinde yapılmıştır.



Şekil 3.41. Biyonik dairesel bıçağın makine üzerindeki konumu

Biyonik dairesel bıçak ile yapılan denemeler sonucunda elde edilen çalışma süreleri tablo 3.4’de verilmiştir.

Tablo 3.4. Biyonik dairesel bıçağın deneme sonucunda elde edilen çalışma süreleri

DENEME	VARDIYA	ÇALIŞMA SÜRELERİ
1	Gündüz	3 saat
2	Gece	7 saat
3	Gece	10 saat

Tavuğun beslenmesi esnasında yemlerin arasına karışabilen bazı taş, metal veya plastik maddeler olabilmektedir. Tavuk bu maddeleri de ayırt etmeden yiyebilmektedir. Tavuğun taşlık organı, yemlerin parçalanması ve öğütülmesi görevini üstlenmektedir. Birinci denemede biyonik dairesel bıçağın 3 saat çalışma sebebi, taşlık içerisinden çıkan katı maddelerin bıçağın çevresinde bulunan 4 kanala denk gelmesinden dolayı bıçak zarar görmüştür. Biyonik dairesel bıçağın kanal bölgelerinin zarar gördüğü tespit edildikten sonra şu şekilde düzeltmeye gidilmiştir. Biyonik dairesel bıçağın kanal ebatlarının derinliği azaltılıp, genişliği daraltılarak bıçağın üretimi yapılmıştır. Bu önlem sonucunda çalışma süresi 7 saate çıkmıştır. Bu saat dilimi standart dairesel bıçağa göre yeterli bir zaman dilimi olmasına rağmen, çalışma ömrünün uzatılması için tekrardan düzeltilmeye gidilmiştir. Bu yapılan düzeltme şu şekilde olmuştur. Biyonik dairesel bıçağın çevresinde bulunan 4 adet kanal iptal edilerek, bıçağın kanalsız bir şekilde basımı gerçekleştirilmiştir. Daha sonra farklı bir operasyon ile standart kanala göre farklı bir kanal tipi oluşturulmuştur. Bir sonraki denemede çalışma ömrünün uzadığı ispatlanmıştır.

Taşlık içerisinde bulunan maddelere katı madde denilmektedir. Bu katı maddeler içerisinde çivi, vida gibi sert malzemeler bulunmaktadır. Birinci ve ikinci denemelerde biyonik bıçağın çalışması esnasında sert malzemeler rast gelmiştir. Bu katı maddeler bıçağın ağız kısmında yırtılmalara sebep olmuştur. Oluşan bu durum, bıçağın kesim işlemini gerçekleştirmesine engel olmuştur. İlk denemede bıçak 3 saat, ikinci denemede ise bıçak 7 saat çalışmıştır. Biyonik dairesel bıçak birinci ve ikinci

denemelerde tablo 3.4’de belirtilen süreler sonunda makineden sökülüştür. Üçüncü denemede biyonik dairesel bıçak bir vardiya boyunca (10 saat) sorunsuz bir şekilde çalışmıştır. Bu denemeler sırasında bıçaklarda bileme işlemi için sökme – takma operasyonları yapılmamıştır. Bıçakların bileme işlemi için yapılan sökme takma operasyonlarının ortadan kaldırılması ile birlikte günlük üretim zamanından da kazanç sağlanmıştır.

Taşlık üzerine yarık açma işlemi tamamlandıktan sonra taşlıklar, içinde bulunan katı maddelerden arındırılmaktadır. Katı maddelerden arındırılan taşlıklara bu aşamadan sonra dezenfekte işlemi yapılmaktadır. Böylelikle taşlık yabancı maddelerden temizlenerek paketlenmek üzere bir sonraki proses hattına yönlendirilmektedir.

Bıçak çalışma prensibi olarak taşlık üzerine yarık açma işlevini gerçekleştirmektedir. Mevcut durumda kullanılan standart dairesel bıçağın hat üzerinde çalışma sırasında kesme performansı gözlemlenmiştir. Mevcut durumda kullanılan standart dairesel bıçağın taşlık üzerine yarık açma işleminde, biyonik bıçak ile aynı performans değerlerinde olduğu tespit edilmiştir. Standart dairesel bıçak ile yarık açılan taşlıklar incelenmiştir. Deneme çalışması için takılan biyonik dairesel bıçak ile taşlıkların üzerine açılan yarıklar incelenmiştir. Yapılan karşılaştırma sonucunda her iki bıçağında aynı yarık açma performansını sağladığı görülmüş ve hatta biyonik bıçağın daha yüksek verimlilik performansı gösterdiği tespit edilmiştir.

Mevcut durumda kullanılan standart dairesel bıçağın dış çap değerinde %6 azalma olana kadar kullanılmakta olduğu tespit edilmiştir. Bıçağın makinede çalışması sırasında yaşanan körelmeler sonucunda kesici ağız kısmına bileme yapılması için bıçak makineden sökülerek bileme işlemi yapılmaktadır. Bu işlem sırasında üretim zamanından kayıp yaşanmaktadır. Tasarımı yapılan biyonik dairesel bıçağın

makineye takılarak denenmesi sonucunda iki vardiya boyunca bileme işlemi gerektirmeden kullanıldığı tespit edilmiştir. Vardiya sonunda dış çapta %2 azalma olduğu görülmüştür. Elde edilen bu değer bıçağın, herhangi bir sert malzemeye rastlamaması sonucunda 3 vardiya boyunca sorunsuz bir şekilde mevcut durumda kullanılan standart dairesel bıçağın son kullanılan çapına kadar kullanılabilceğini göstermiştir. Bıçağın çalışması süresince sürtünmeden kaynaklanan bir aşınma meydana gelmiştir. 10 saatlik çalışma sonucunda bıçakta 4.31 gramlık bir kütle kaybı yaşandığı gözlemlenmiştir. Bir vardiya boyunca 100.000 ürün kesimi yapılmaktadır. Yaşanan kütle kaybının kesimi yapılan 100.000 ürüne eşit dağıldığı kabulü yapılmıştır. Kesim yapılan taşlık başına 0,0000431 gram toz halindeki metalin taşlığa temas ettiği varsayılmaktadır. Bu tip üretim yapılan hatlarda makineden kopabilecek metal parçalarının tespiti için hattın belli bölümlerinde metal dedektörü bulunmaktadır. Metal dedektörünün tespit etmediği metal miktarı gıda için herhangi bir problem oluşturmamaktadır. Metal dedektörü, ürün içerisindeki metal oranını tespit etmektedir. Bu kısma gelmeden önce dezenfekte edildiğinden ürün yeterince arındırılmış olmaktadır. Yapılan çalışmada metal dedektörü testinden sorunsuz geçmiştir. Dolayısı ile aşınma sonucu çıkan metal tozları dezenfekte aşamasında arınmış olmaktadır.

Tez kapsamında tasarımı yapılan biyonik dairesel bıçağın malzemesi için paslanmaz çelik grubundan malzeme kullanılmıştır. Kullanılan malzemenin kimyasal bileşimi bölüm 3.4'de verilmiştir. Türk gıda kodeksi çiğ kanatlı eti ve hazırlanmış kanatlı eti karışımları tebliğinde bulaşanlar bölümünde yer alan gıdaya temas etmemesi gereken elementlerden herhangi biri tasarımı yapılan biyonik bıçakta yer almadığı belirlenmiştir (Tarım ve köy işleri, 2006), (Tarım ve köy işleri, 2011). Biyonik dairesel bıçağın çalışması sırasında çapta yaşanan azalmanın gıdada herhangi bir olumsuzluğa yol açmayacağı tespit edilmiştir.

BÖLÜM 4. DENEY SONUÇLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

Tasarlanan biyonik dairesel bıçağın üretimi yapılarak, üretim hattı üzerinde bıçağın çalışması sırasında veriler elde edilmiştir. Bu bölümde standart dairesel bıçak ile biyonik dairesel bıçağın çalışması sırasında elde edilen verilerin, bıçak ömrü, kesme performansı ve üretim maliyetleri açısından karşılaştırması yapılmıştır.

4.1.Bıçak Ömrünün Değerlendirilmesi

Bu bölümde standart dairesel bıçak ve mevcut durumda yaşanan problemler dikkate alınarak tasarımı yapılan biyonik dairesel bıçak arasında çalışma süreleri açısından karşılaştırma yapılmıştır. Mevcut durumda kullanılan bıçağın yıllık kullanım adedi önceki yıllarda kullanılan adetler incelenerek tespit edilmiştir. Şekil 3.21’de mevcut durumdaki standart dairesel bıçağın görseli verilmiştir. Biyonik dairesel bıçağın çalışması sırasında elde edilen süre verisi dikkate alınarak yıllık kullanılacak ürün adedi tespit edilmiştir.

Tasarlanan biyonik dairesel bıçağın malzemesi, mevcut durumda kullanılan standart dairesel bıçağın malzemesinden farklı olarak kullanılmıştır. Malzemede yapılan bu değişikliğin ürünün kullanım ömrünü olumlu yönde etkilediği görülmüştür.

Mevcut durumda kullanılan standart dairesel bıçaktan yılda 100 adet kullanım olduğu yapılan incelemeler sonucunda belirlenmiştir. Bir vardiya boyunca 3 saatte bir bıçakların bileme işlemi için bıçaklara sökme – takma operasyonu yapıldığı gözlemlenmiştir. Böylelikle bir vardiyada taşlık içerisindeki katı maddelerin bıçak ağzında kırılma gibi bir aksi durum olmadıkça minimum 2 kez bıçakların bileme

işlemi yapılması için değiştirildiği gözlemlenmiştir. Bazı durumlarda taşlık içerisinden çıkan katı maddeler standart dairesel bıçak ağzında büyük kırılmalara sebebiyet vermekte ve kullanılmaz hale getirmektedir. Bu durumun üretim zamanında kayıp oluşmasına ve maliyet artışına neden olduğu belirlenmiştir.

Standart dairesel bıçakta vardiya süresince bıçakların körelme probleminin oluştuğu ve üretime devam edilebilmesi için bıçaklara bileme işleminin yapıldığı görülmüştür. Yapılacak olan biyonik dairesel bıçakta yaşanan bu zaman kaybını ortadan kaldırmak için biyonik dairesel bıçağın kesici ağız kısmının tasarımında dağ faresinin kesici dişleri örnek alınarak kendi kendini bileyen bir yapı düşünülmüştür. Böylelikle başlangıç hedefi olarak biyonik dairesel bıçağın bir vardiya boyunca kullanılması amaçlanmıştır. Tasarımı yapılan biyonik dairesel bıçağın yapılan denemeler sonucunda 10 saat (üç vardiya) boyunca herhangi bir problem olmadan çalıştığı gözlemlenmiştir. Elde edilen bu sonuç üzerine bıçağın performansı ile ilgili deneme çalışmalarına devam edilmektedir.

4.2.Kesme Performansının Değerlendirilmesi

Standart bıçağın üretim hattında çalışması sırasında kesme performansı ile ilgili veriler elde edilmiştir. Biyonik bıçak, bir önceki üretim hattından gelen taşlıklar üzerine yarık açma işlemini gerçekleştirmektedir. Taşlık üzerinde kesilen yarıklar belli bir derinlikte açılmaktadır. Belirlenen bu derinlik değerinden daha düşük bir değerde yarığın açılması durumunda taşlık içerisinde bulunan katı maddelerden arındırılmamaktadır. Bu durumda olan taşlıklar bozuk ürün olarak hattan ayrıştırılmaktadır. Şekil 4.1'de taşlıkların kesimi sırasında bıçağın konumunun görüldüğü görsel verilmiştir.



Şekil 4.1. Bıçağın taşlık kesimi sırasındaki görünümü

Mevcut durumda çalışan standart dairesel bıçağın kesme performansı değerlendirildiğinde elde edilen sonuçların şu şekilde olduğu görülmektedir. Bıçak 8 saatlik vardiya boyunca 3 saatte bir körelme sebebiyle değiştirilmektedir. Vardiya başlangıcındaki kesim performansı ile üretim başlangıcından 3 saat sonraki kesme performansı değişkenlik göstermektedir. Standart dairesel bıçağın kesim başlangıcından 3 saat sonra kesme performansının azaldığı gözlemlenmiştir. Standart dairesel bıçakta çalışma sırasında kesici ağız kısmında körelme yaşanmaktadır. Bıçakta yaşanan körelmeden dolayı bıçak makineden sökülerek yerine yeni ya da bilenmiş standart dairesel bıçak takılarak üretime devam edilmiştir.

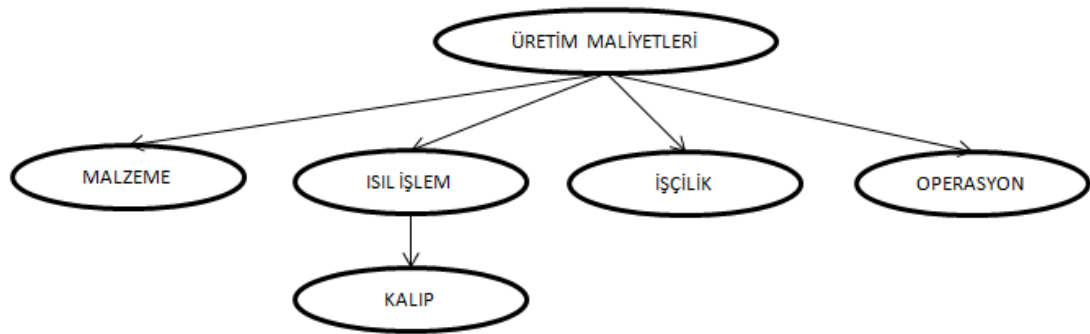
Tasarımı yapılan biyonik dairesel bıçak makineye takılarak deneme çalışması yapılmıştır. Bıçak ile yapılan deneme çalışmaları sonucunda kesme performansı ile ilgili veriler elde edilmiştir. Tez çalışması kapsamında yapılan deneme çalışmaları sonucunda elde edilen sonuçlardan üçü çalışma kapsamında verilmiş ve değerlendirilmiştir. Biyonik dairesel bıçağın makinede çalışması sonucunda elde

edilen deneme sonuçlarından biri 3 saatlik çalışmadır. 3 saat boyunca biyonik dairesel bıçak istenilen kesme performans değerlerini göstererek çalışmıştır. 3 saat sonunda taşlık içerisinde bulunan katı maddelerin rast gelmesi sonucu biyonik dairesel bıçağın kesici ağız kısmında yırtılmalar meydana gelmiştir. Oluşan bu problemden dolayı bıçak makineden sökülmüştür. Yeni biyonik dairesel bıçak takılarak deneme çalışmasına devam edilmiştir. Bir sonraki deneme çalışmasında takılan biyonik dairesel bıçak 7 saat boyunca belirlenmiş olan kesme performans değerlerinde taşlık üzerine yarık açma işlemini gerçekleştirmiştir. 7 saat sonunda ağız kısmında oluşan yırtılmalar sonucunda biyonik dairesel bıçak makineden sökülerek yerine yeni biyonik dairesel bıçak takılarak deneme çalışmalarına devam edilmiştir. Çalışma kapsamında değerlendirilen diğer bir deneme sonucu ise; biyonik dairesel bıçak makineye takıldıktan sonra iki vardiya boyunca kesme performansında herhangi bir değişiklik olmadan çalışmış olduğu deneme sonucudur. Başlangıçtaki taşlık üzerine açılan yarık ile 10 saat sonunda taşlık üzerine açtığı yarık arasında bir farklılık gözlemlenmemiştir. 10 saatlik çalışma süresince bıçağın bileme işlemi için makineden sökme-takma operasyonu gerçekleşmemiştir. Biyonik dairesel bıçağın çalışması sırasında herhangi bir bileme işlemi gerçekleşmemiştir. Bu süreç zarfında bıçak, çalıştıkça fare dışından örnek alınarak tasarlanan ağız yapısı sayesinde kendi kendini bileme işlemini gerçekleştirmektedir. Böylelikle sökme-takma işlemleri sırasında yaşanan zaman kaybı üretim zamanına çevrilmiştir. Sökme- takma işlemleri sırasında kaybedilen zaman üretim zamanına çevrildiğinde %5-7 oranında üretimde artış göstermektedir. Bıçağın bileme işlemi ortadan kaldırıldığı için bileme işlemi için ortaya çıkmış olan işçilik, makine, ekipman giderleri de ortadan kaldırılmış olmaktadır.

4.3. Üretim Maliyetinin Değerlendirilmesi

Bu bölümde mevcut durumda kullanılan standart dairesel bıçağın üretimi sırasında oluşan maliyetler belirlenmiştir. Belirlenen bu maliyetlerin tasarımı yapılan biyonik dairesel bıçağın üretimi sırasında oluşan maliyetler ile karşılaştırılması yapılmıştır.

Şekil 4.2’de standart dairesel bıçağın üretimi sırasında oluşan üretim maliyetleri verilmiştir. İmalat sırasında oluşan maliyetler; malzeme, ısıl işlem ve ısıl işleme bağlı kalıp maliyeti, işçilik, operasyon maliyeti olarak karşımıza çıkmaktadır.



Şekil 4.2. Üretim maliyetlerinin sınıflandırılması

Malzeme maliyeti olarak değerlendirme yapıldığında standart dairesel bıçak için kullanılan malzeme miktarı, dış çapı 175.00mm ve kalınlık parametresi 2.50mm olan 1.4034 (Alman normu) malzemedir. Biyonik dairesel bıçak için 1.4301 (SAE 304) malzeme kalınlık 0.60mm olan malzeme parametreleri kullanılmıştır. Bir adet ürün için hacimsel olarak kullanılan malzeme miktarında %76 daha az malzeme kullanıldığı görülmüştür. Malzemenin maliyeti olarak bakıldığında da bu oranda bir azalma gözlemlenmiştir.

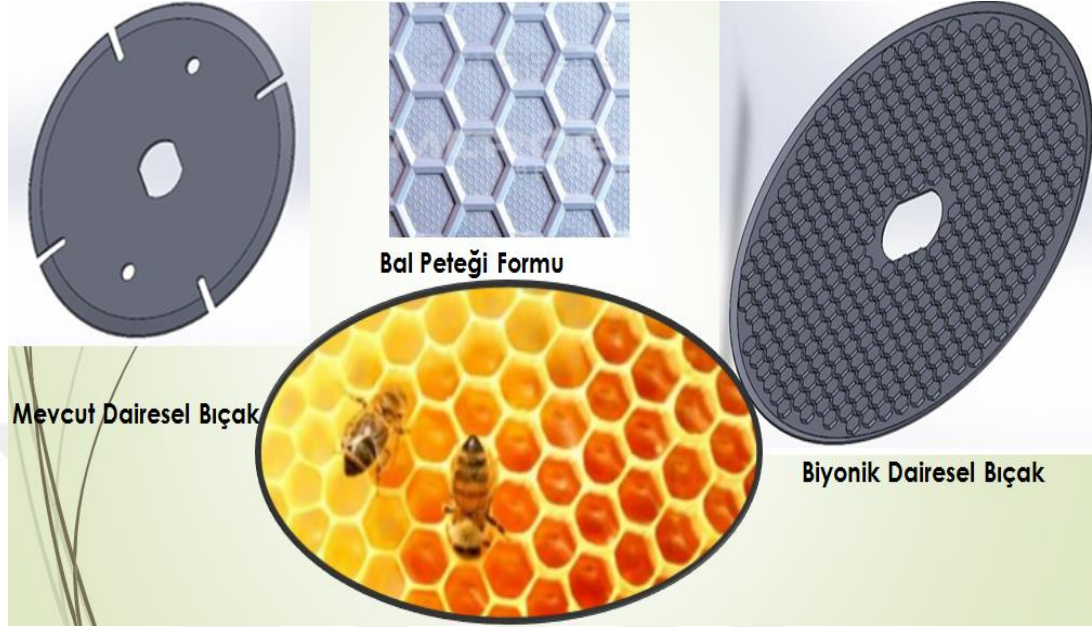
Mevcut durumda kullanılan standart dairesel bıçağın imalat adımları incelendiğinde, kademelerden birinin ısıtma işlemi olduğu belirlenmiştir. Isıtma işlemi maliyetli ve sürecin getirmiş olduğu problemlerden oluşmaktadır. Isıtma işlemi, üretim esnasında oluşan problemlerden dolayı hem malzeme kaybının olduğu hem de süreç sonunda problemlerin giderilmesi için işçilik maliyetlerinin arttığı bir imalat süreci olarak karşımıza çıkmıştır. Tasarımı yapılan biyonomik dairesel bıçağın imalat süreci tasarımı yapılırken problemleri ortadan kaldırılması hedeflenmiştir. Böylelikle imalat sürecinden ısıtma işlemi kaldırılarak hem imalat süresinin artmasına sebep olan problemler ortadan kaldırılmış hem de ısıtma işlemi için oluşan maliyet ortadan kaldırılmıştır. Isıtma işlemi kaldırıldığı için buna bağlı olarak oluşan ürünlerin kalıplama maliyetleri de ortadan kaldırılmış olmaktadır. Kalıp maliyeti, ürünlerin ısıtma işlemi gönderilirken düzlemsellik probleminin minimize edilmesi ve sağlıklı bir şekilde ürünlerin ısıtma işlemi sürecinden gelmesi için ortaya çıkan maliyettir. Ürünün imalat akışında ısıtma işlemi olmadığı için bu süreçle ilgili olarak yapılan taşlama süreçleri de kaldırılmıştır.

Standart dairesel bıçağın üretim aşamasında geçirmiş oldukları imalat adımları incelenmiştir. Bu süreç adımlarından ısıtma işlemi adımının yeni bıçağın imalat akışında kullanılmamasına karar verilmiştir. Isıtma işlemi kademesine bağlı olarak yapılması gereken süreç adımlarının da yapılmasının gereğinin kalmadığı görülmüştür. Böylelikle biyonomik dairesel bıçağın üretimi için uygulanan süreç adımlarında azalma meydana gelmiştir. Yapılacak işçilik ve operasyon maliyetleri ortadan kaldırılmış olmaktadır. Bu gelişmeler ürünün üretim sürecinin kısalmasını sağlamıştır.

BÖLÜM 5. SONUÇLAR

Kesici aletler konusunda gerçekleştirilmiş çalışmalar incelendiğinde mevcut uygulamaların sadece bıçakların kesme performansının iyileştirilmesi yönünde olduğu ve bıçakların kesici ağız kısımlarına yapılan uygulamalarla sınırlı kaldığı görülmüştür. Tez çalışmasında ise, yeni kesici tasarımları gerçekleştirilirken, bıçağın keskinlik performansının geliştirilmesinin yanı sıra gövde ve diğer elemanlarının tasarımları da incelenerek optimize edilmiştir.

Tez çalışmasında gerçekleştirilen deneysel çalışmalar sonucunda keskinlik performansının artırılmasının yanı sıra üretim süreçlerinin kısaltılarak maliyetlerin azaltıldığı bir ürün ortaya koyulmuştur. Ayrıca, tez çalışmasında sadece bıçak uç bölgesi üzerinde değil gövde tasarımı üzerinde ve üretim süreçleri üzerinde geliştirmeler yapılarak yenilikçi bir ürün ekonomiye katılmıştır. Şekil 5.1’de önceden düz olarak üretilmekte olan bıçak gövdesinin bal peteği formu verilerek tasarım, estetik ve mukavemet yönünden geliştirilmiş görüntüsü verilmiştir.



Şekil 5.1. Bıçak gövdesinde kullanılan bal peteği formunun detay görüntüsü

Tez çalışmasından elde edilen sonuçlar aşağıda listelenmiştir.

- Biyonik dairesel bıçağın üretim sürecinde yer alan ve üretim maliyetleri arasında yaklaşık %30 civarında bir maliyet oluşturan ısıl işlem kademesi kaldırılmıştır. Isıl işlem kademesine bağlı olarak aşağıda listelenen süreçler de kaldırılarak üretim maliyetleri %50 oranında düşürülmüştür.
 - Isıl işlem süreci kaldırılmıştır. Buna bağlı olarak gerçekleşen maliyetler de kalkmıştır.
 - Bileme işlemi ve buna bağlı olarak oluşan maliyetler de kaldırılmıştır.
 - Biyonik dairesel bıçağın imalat akışında ısıl işlem süreci sonrasında yapılan delik taşlama ve kalınlık taşlama operasyonları kaldırılmıştır.
- Mevcut bıçağın kalınlığı 2,5mm iken tez çalışmasında geliştirilen biyonik bıçağın kalınlığı 0,6mm'ye düşürülmüştür. Buna bağlı olarak yaklaşık %76'ya varan malzeme tasarrufu sağlanmış ve buna bağlı olarak %60

oranında maliyetin azaldığı gözlemlenmiştir. Ayrıca, üretim ve işçilik maliyetlerinin de yaklaşık %40 azaldığı görülmüştür.

- Bilemeye gerek kalmadan maksimum performans ile kullanılacak biyotik bıçak geliştirilmiştir. Buna bağı olarak ortaya çıkan bileme masrafları, bıçağın sökölüp takılması sırasında gerçekleşen zaman kayıpları ve üretim kapasitesindeki düşüşler ortadan kaldırılmıştır.

Geliştirilen biyotik bıçağın performansının artırılması ve daha uzun kullanım ömrüne sahip olmasının sağlanması amacıyla araştırmalara devam edilmektedir. Gelecek çalışmada daha uzun kullanım ömrüne sahip bıçakların geliştirilmesi hedeflenmektedir.

KAYNAKLAR

Aran, P. D., & Temel, M. A. (2004). Paslanmaz Çeliklerin Kullanım Özellikleri. P. D. ARAN, & M. A. TEMEL içinde, Paslanmaz Çelik Yassı Mamuller Üretimi-Kullnımı-Standartları (s. 30-35). İstanbul: Sarıtaş Teknik Yayın.

Başak, H., & Demirhan, H. (2017). Kambur Balinanın Yüzgeçlerinden Esinlenilerek Oluşturulan Kanat Profil Veriminin CFD Analizi İle Değerlendirilmesi. Gazi Mühendislik Bilimleri Dergisi , 15-20.

Bonabeu E., T. G. (2000). Swarm Smarts. Scientific Amerikan Inc , 72-79.

Bonser, R. (2006). Patented biologically-inspired technological innovations a twenty year view. Journal of Bionic Engineering , 39-41.

Callister, W. D., & Rethwisch, D. G. (2014). Uygulamalar ve Metal Alaşımlarının İncelenmesi. W. D. Callister, & D. G. Rethwisch içinde, Malzeme Bilimi ve Mühendisliği (s. 393-395). Ankara: Nobel.

Ceylan, E. (2015, Eylül 10). onedio. Mart 12, 2018 tarihinde onedio: <https://onedio.com> adresinden alındı

Chang, Z., Liu, W., Tong, J., Guo, L., Xie, H., Yang, X., et al. (2016). Design and Experiments of Biomimetic Stubble Cutter. Journal of Bionic Engineering , 335-343.

Chen, J., He, C., Gu, C., Liu, J., Mi, C., & Guo, S. (2014). Compressive and flexural properties of biomimetic integrated honeycomb plates. Materials and Design , 214-220.

Çayıroğlu, İ., Mukavemet. Ekim 2, 2018 tarihinde İbrahim ÇAYIROĞLU.COM: www.ibrahimcayiroglu.com/dokumanlar/statikmukavemet-8.hafta-pdf adresinden alındı.

Demirkol, P. D. (2010). Plastik Şekil Verme Teknolojisi. İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi.

Deyoung, D., & Hobbs, D. (2009). Discovery of design: Searching out creator's secret. Master Books .

Fındık, F. (2017). Çelikler. F. FINDIK içinde, Malzeme Bilimi Ders Notları (s. 1-29). Sakarya: Sakarya Üniversitesi.

Genç, M. (2013). Doğa, bilim ve biyomimetik bilim. Ankara: Hacettepe Üniversitesi.

Güvenal. (2016). Kalıp Elemanları standart / Özel İmalat. İstanbul: Güvenal kalıp elemanları A.Ş.

Hascometal. (2018, Ağustos 20). Hascometal: <http://www.hascometal.com/teknik-bilgiler.aspx?ID=68> adresinden alınmıştır

Honglei, J., Changying, L., Zhihong, Z., & Gang, W. (2013). Design of bionic saw blade for corn stalk cutting. *Journal of Bionic Engineering* , 497-505.

İyibilgin, O., Yiğit, C., & Leu, M. C. (2013). Experimental investigation of different cellular lattice structures manufactured by fused deposition modeling. *Proceedings of Solid Freeform Fabrication Symposium* , 895-907.

Ji, W., Chen, D., Jia, H., & Tong, J. (2010). Experimental investigation into digging performance of the claws of mole rate . *Journal of Bionic Engineering* , 166-171.

Ji, W., Tong, J., Chen, D., & Liu, C. (2010). Quantative characteristic features of geometric structures of claws of mole rate. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering* , 193-198.

Ji, W., Tong, J., jia, H. L., H, C. D., & Y, L. C. (2010). Quantitative characteristic features of geometric structures of claws of mole rate. *The Chinese Society of Agricultural Machinery* , 193-198.

Jin, T., Wenfeng, J., Honglei, J., Donghui, C., & Xiaowan, Y. (2015). Design and Tests of Biomimetic Blades for Soil-rototilling and Stubble-breaking. *Journal of Bionic Engineering* , 495-503.

M, Y., R, W. A., C, I., & D, A. P. (2006). Switchgrass ultimate stresses at typical biomass conditions available for processing. *Biomass&Bioenergy* , 214-219.

Metal ve Kaynak Teknolojileri. (2018, Ağustos 22). Metal uzmanı: <http://www.metaluzmani.com/celiklerde-kullanilan-standartlar/> adresinden alınmıştır

Nosonovsky, M., & Rohatgi, P. K. (2012). *Biomimetics in materials science*. Springer.

ÖLMEZ, D. (2011). *İmal Usulleri*. İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi.

Polat, D. D. (2017). *Biyomimetik - Biyonik - Biyomimikri*. D. D. POLAT içinde, *Fen bilimlerinde biyolojide özel konular* (s. 63-65). Pegem.

Rao, P. R. (2003). *Biomimetics.*, *Sadhana* , 657-676.

Tama, Y. S., & Kaplan, H. (2015). Soğuk Şekillendirme Yöntemleri Ve Soğuk Şekillendirme İşinin Çelik Malzeme Mekanik Özelliklerine Etkisi. *Pamukkale Üniversitesi* , 220-232.

Tarım ve köy işleri, b. (2006). Türk gıda kodeksi çiğ kanatlı eti ve hazırlanmış kanatlı eti karışımları tebliği (tebliğ no: 2006/29). Ankara: Resmi Gazete.

Tarım ve köy işleri, b. (2011). Türk gıda kodeksi bulaşanlar yönetmeliği. Ankara: Resmi Gazete.

Tong, J., Xu, S., Chen, D., & Li, M. (2017). Design of a Bionic for Vegetable Chopper. *Journal of Bionic Engineering* , 163-171.

Yıldız, H. (2012). Endüstri ürünleri tasarımı kapsamında biyomimetik tasarımın yeri ve metodolojisi. *İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü* , 23-24.

Yuran, A. F., & Taşgetiren, S. (2010). Doğadan Esinlenerek Tasarım. *BiyoTeknoloji Elektronik Dergisi* , 23-30.

Zok, F., Mercer, C., Mcmeeking, R., Ferri, E., & He, M. (2005). Structural performance of metallic sandwich panels with square honeycomb cores. *Philos Mag* , 3207-3234.

ÖZGEÇMİŞ

ÖZGE BEKÇİ, 25.04.1991'de Sakarya'da doğdu. İlk, orta ve lise eğitimini Sakarya'da tamamladı. 2009 yılında başladığı Sakarya Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölümü'nü 2013 yılında bitirdi. 2014 yılında başladığı Sakarya Üniversitesi İmalat Mühendisliği Bölümü'nde yüksek lisans eğitimine halen devam etmektedir.