

ET KESME MAKİNASI TASARIMI

Adalet ZEREN*, **Hüsniye TÜRKARSLAN****, **Emre MORALI*****

*adaletz@kocaeli.edu.tr KOÜ, Makine Mühendisliği Bölümü, İzmit, 41380-Kocaeli

**husniye.turkarслан@grontmij.com.tr KOÜ, Makine Mühendisliği Bölümü, İzmit, 41380-Kocaeli

***emremorali@c-p-s.com.tr KOÜ, Makine Mühendisliği Bölümü, İzmit, 41380-Kocaeli

ÖZET

Günümüz rekabet ortamının zorlu şartları en kısa sürede en yüksek kaliteye, en düşük maliyet ve en az kayıpla ulaşmayı gerektirmektedir. İmalatın temel şartı olan tasarımı yerine getirmek için iki ve üç boyutlu modelleme ve çizim programları geliştirilmiştir.

Bu çalışmada, marketlerin şarküteri reyonlarında kullanılabilecek bir et kesme makinası QFD metodundan faydalanılarak tasarlanmış ve makina parçalarının katı modellemesi, gerilme analizleri ve teknik resimleri Solidworks programı kullanılarak bilgisayar ortamında yapılmıştır.

ABSTRACT

Nowadays, hard conditions of the competitive environment requires reaching to the best quality with less time, money and loss. To accomplish production which is the main condition of product two and there dimensional modelling drawing programs and analysis programs are improved.

In this work, a meat cutting machine which can be used at markets' delicatessen departments is designed using QFD method and solid modelling of machine parts, stress analysis and technical drawing are made with computer using Solid WORKS.

1. GİRİŞ

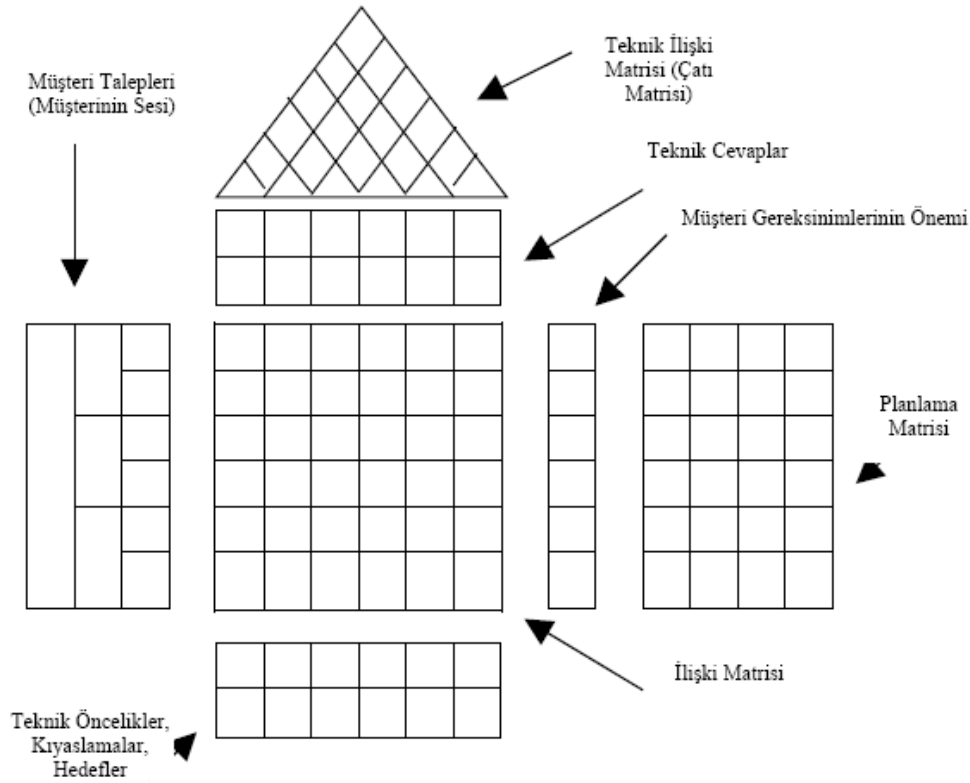
Günümüz rekabet ortamının zorlu şartları en kısa sürede en yüksek kaliteye, en düşük maliyet ve en az kayıpla ulaşmayı gerektirmektedir. Bu gereklilik de tasarım bilimi kavramının ortaya çıkmasına ve bu kavramın çok hızlı şekilde gelişmesine sebep olmuştur. Tasarım, tekstilden inşaata, otomotivden sağlık sektörüne kadar her alanda çok önemli bir yere sahiptir.

Tasarım bilimi, ihtiyaca yönelik ürün tasarlamayı hedefler. Buna bağlı olarak malzeme, mukavemet, ergonomi, ekonomi, imalat gibi bir çok bilimden yardım alır. Tasarım bilimi, ürün konstrüksiyon sürecini çok yönlü olarak ele alır, bu detaylı çalışma 6 Sigma, Kaizen,

5S ve QFD gibi bir takım kalite geliştirme metotlarının ortaya çıkmasına ve gelişmesine sebep olmuştur. Bu kalite geliştirme ve iyileştirme metodlarının hepsi temelde daha az hata daha yüksek verim amacı gütmektedir ancak amaca ulaşırken izledikleri yollar farklıdır. Ortaya çıkış tarihlerine bağlı olarak kullandıkları teknolojiler ve uygulamaları da farklılık göstermektedir. [1]

Kalite geliştirme metodları kullanılmadan geliştirilen yeni ürün/hizmet, herhangi bir kalite geliştirme metodu kullanılarak geliştirilmiş bir ürüne kıyasla çok daha yüksek maliyetli, daha az verimli ve daha çok zaman kaybı olan bir süreçten geçerken ürün nitelikleri de ihtiyaca yönelik olmadığı için her müşterinin beklentisini karşılayamamaktadır. Bu nedenle günümüzün büyük firmalarının bir çoğu yeni bir ürün veya hizmet geliştirirken bu kalite geliştirme/iyileştirme tekniklerinden en az birinden yararlanmaktadır. Bu çalışmada da anlatılan et kesme makinası tasarımında da QFD metodundan yararlanılmıştır.

2. QFD VE KALİTE EVİ



Şekil 1. Kalite evinin içeriği

QFD, Quality Function Deployment'ın kısaltmasıdır ve türkçeye Kalite Fonksiyon Yayılımı veya Kalite Göçerimi olarak çevrilebilir. QFD metodunun kalite geliştirme sürecinde referans aldığı nokta müşteri beklentileridir. Müşteri beklentilerini teknik gereksinimlerle ve pazar araştırmalarıyla entegre ederek bir takım performans değişkenlerine dönüştürür. Bu performans değişkenleri, teknik gereklilikler, müşteri beklentileri vb. tüm veriler ve bu veriler arasındaki ilişkiler QFD metoduyla birlikte anılan Kalite Evi adı verilen kavramsal bir şema üzerinde gösterilir (Şekil 1). Optimize edilmiş sistematik bir tasarım süreci sonucunda yeni bir ürün veya hizmet ortaya çıkar. Kalite Evi de QFD'nin görsel olarak ortaya konulan sonucudur [1,2,3,5,6,7].

Şekil 1’den de görüldüğü gibi QFD temelde 4 aşamadan oluşan bir süreçtir.

Aşama 0: Planlama

Aşama 1: “Müşteri Sesi”nin Toplanması

Aşama 2: Kalite Evinin Oluşturulması

Aşama 3: Sonuçların Analizi ve Yorumlanması [2]

Aynı zamanda QFD, 4 matrisi kapsar : Ürün planlama, Tasarım/parça planlama, Süreç planlama, Üretim planlama [3].

2.1. Et Kesme Makinası İçin Taslak QFD Çalışması ve Kalite Evi

2.1.1. Problem

Yeni açılacak olan bir zincir marketler grubu için şarküteri reyonları kurulacaktır. Bu şarküteri reyonlarında, etlerin kararmaması ve mümkün olan en taze şekilde müşteriye sunulması amacıyla; her çeşit et (dana, koyun, tavuk, hindi vb.) müşteri sipariş ettiği anda (just-in-time) gövdeden/ana parçadan kesilerek müşteriye verilecektir. Yani daha önceden etler küçük parçalara ayrılarak stok edilmeyecektir. Et, müşteri isteğine bağlı olarak her şekil ve boyutta kesilebilecektir [1,4,5].

2.1.2. Ödev/Amaç

Müşteri için ne yapılmak isteniyor?

Müşteri için her çeşit kemiksiz eti, istenilen şekil ve boyutta kesebilecek bir et kesme makinası tasarlanması isteniyor.

Şirket için ne yapılmak isteniyor?

Şirket için gelir elde edilmesi, pazarda yer edinilmesi ve ticari anlamda itibar kazanılması isteniyor.

Bu proje yapılma amacı nedir?

Bu proje, müşteri memnuniyetini artırmak, üretim ve montaj kolaylığı sağlamak, kaliteyi artırmak, mevcut bir ürünün maliyetini düşürmek ve üretkenliğini artırmak amacıyla yeniden tasarlanması için yapılıyor [1,5].

2.1.3. Görevli ve Yetkililer

Karar verici Ar-ge müdürüdür. Tasarım takımının doğrularını/yanlışlarını belirleyecek kişi proje lideridir. Uygulama masrafları şirket tarafından karşılanır. Sonuç şirketin ar-ge müdürüne sunulacaktır. Tasarım takımı müşteri istekleri doğrultusunda her şeyi değiştirmeye ve kontrol etmeye yetkilidir [1,5].

2.1.4. Çalışma Kapsamı

Çalışma ürün planlama (tasarım gerekleri), parça planlama (ürün/parça özellikleri), süreç planlama (üretim işlemleri, prosesler) ve üretim planlamayı (işlemler, kontroller) içermektedir. Çalışma ilk etapta satış ve pazarlamayı içermemektedir. [1,5,6]

2.1.5. Arz Tarihi

Üzerinde çalışılan ürünün müşteriye arz edilme tarihi 1 Temmuz 2010’dur.

2.1.6. QFD Sürecinin Kesin Tarihleri

QFD projesi 2010 Mayıs'ının ilk haftası tamamlanmış olmalıdır. Tasarım takımı, karar mercisine ve diğer yönetime 15 Mayıs 2010 tarihinde sunum yapacaktır [5].

2.1.7. Pazar

Et kesme makinası ilk etapta sadece yurtiçi hatta sadece tek müşteri için tasarlanacak ancak yine de CE damgası bulundurulacaktır. İlk etapta tek bir kurumsal müşteri için tasarım yapılacak olsa da çoğunlukla kurumsal ve kısmen kurumsal olmayan, bireysel müşteri kitleleri de göz önünde tutulmalıdır [1,3,5].

2.1.8. Müşteri

Ürün, orta büyüklükte bir şarküteri/kasap için tasarlanıyor ancak yemek şirketleri; fabrika, okul, yurt yemekhaneleri; oteller ve lokantalar gibi kalabalık gruplar için yemek yapılan yerler de potansiyel müşteri olabileceğinden tasarım sürecinde bu durum göz önünde bulundurulmalıdır. [1-7]

2.1.9. Müşteri İstekleri

1. Et kesme makinasının kapasitesi yeterli ve gerekli mertebede olsun.
2. Maliyeti optimum olsun.
3. Enerji sarfiyatı minimum olsun.
4. Konstrüksiyonun ağırlığı yetişkin bir kişinin rahatlıkla taşıyabileceği ağırlıkta olsun.
5. Makinanın kullanımı kolay olsun, minimum seviyede ayar gereksinimi olsun.
6. Temizliği kolay olsun. Tasarımın bıçakları ve kesme tablası bulaşık makinasında ya da başka bir yöntemle yıkanabilir olsun.
7. Tasarımın bıçakları ve et kesme tablası herkes tarafından kolayca sökülüp takılabilir olsun.
8. Tasarım modüler olsun ki herhangi bir arıza çıktığında tüm makinanın değiştirilmesi ya da demonte edilmesi yerine yalnızca arızalı birim demonte edilip değiştirilsin.
9. Makina standart elemanlardan üretilsin ki yedek parça sıkıntısı yaşanmasın.
10. Demonte edilebilir olsun.
11. Bıçakları çabuk körlenmeyecek nitelikte olsun.
12. Bıçaklar kolay şekilde keskinleştirilebilsin ve kesme tablası kolay/çabuk aşınmayacak nitelikte olsun.
13. Basit bir mekanizmaya sahip olsun böylece bakım-onarım maliyeti minimumda tutulurken arıza periyodu da uzatılmış olur.
14. Tasarımda kullanılan malzemeler insan sağlığına ve çevreye zararlı unsurlar içermesin, ürün CE damgalı olsun.
15. Tasarımda her bir kesme işleminden sonra bıçakları yuvalarından çıkarmadan temizleyebilecek bir mekanizma olsun. Böylece bir parti etin tamamı kesilene kadar bıçakların arasında artık birikmesi önlenmiş olur.
16. Kesilen etlerin şekil ve boyutları istenildiği gibi ayarlanabilsin. Örneğin; 2 cm aralıklarla bıçaklar yerleştirilsin ancak bu bıçaklar sökülüp takılabilir olsun böylece 4 cm veya 6 cm boyutlarında da kesme işlemi yapabilelim.
17. Her türlü kemiksiz eti kesebilsin; tavuk, kırmızı et, balık, hindi vb.

18. Tasarım güvenli biçimde çalışabileceği yeterli minimum mukavemet ve yorulma ömrüne sahip olsun.
19. Emniyet sistemi bulunsun.
20. Ergonomik bir tasarım olsun.

2.1.10. Müşteri İsteklerini Belirleme Yöntemleri

Sıralanan müşteri isteklerini belirlerken aşağıdaki yöntemler ve veriler kullanılmıştır:

- Birebir ve gruplarla görüşmeler
- Beyin fırtınası
- Elektronik araştırmalar
- Söylentiler
- Anketler [5,6,7]. Elde edilen veriler ile hazırlanan et kesme makinasına ait QFD diyagramı veya kalite evinin bir bölümü Şekil 2’de verilmiştir.

KRİTERLER	ÖNCELİK	HEDEF										SEÇENEKLERİN KIVASLANMASI			SATIS DEREJESİ		
		Et Kesme Hız	Gür. Gerekçesizliği	Enerji Tüketimi	Çalış. Maliyeti	Çizim Üretme Hız	İşleme Sıcaklığı	Bakım Periyodu	Genişlik Mıhırı	Yağ Tüketimi	Boyut Varmalığı	Tak. Safade İşleme Et.	Personel Eğitim Süresi	Tireğin Mıhırı		I NOLU TASARIM	II NOLU TASARIM
Kapasite																	
Maliyet																	
Ağırlık																	
Boyut																	
Enerji Sarfıyatı																	
İşletme Maliyeti																	
Taşınabilirlik																	
Kullanım Kolaylığı																	
Temizlenebilirlik																	
Montaj/Demontaj																	
Standart Parça																	
Basitlik																	
Dayanım																	
Ömür																	
Bakım-Onarım																	
Malzeme																	
Fonksiyonellik																	
Emniyet/Güvenlik																	
Gürültü																	
Ergonomi																	
TEKNİK ÖLÇÜMLER	I NOLU TASARIM																
	II NOLU TASARIM																
III NOLU TASARIM																	
HEDEF DEĞERLER																	
TEKNİK ZORLUK																	
MÜŞTERİ ÖNEM DEREJESİ																	

Şekil 2. Et kesme makinası QFD diyagramı

3. ET KESME MAKİNASI TASARIMI

Tasarım, bir ürünün imalatı öncesi yapılan çalışmalardan en önemli olanıdır. Amacı, daha önce var olmayan yada daha önce söz konusu özelliklere sahip olmayan bir nesne yada tertibatı oluşturmaktır. Çoğu zaman uzun ve sancılı bir süreçtir. Başarılı bir tasarım imalatı kolaylaştırır, imalatı hızlandırır, PPM'i düşürür ve prototip üretiminde ortaya çıkacak hataları en aza indirir. Bu nedenle tasarım bir projenin benzer projelerden ayrılmasını sağlayan aşamadır. Tasarım tasarımcının düşünceleri ile başlar fakat bu düşüncelerin hepsini aynı anda zihinsel olarak değerlendirmek mümkün değildir. Bunun için de bilgisayar teknolojisinden faydalanmak gerekir. Verilecek olan ölçülerin belirlenmesinde, hareketli sistemlerin çakışma yapmasının engellenmesinde, sistem mukavemetinin

hesaplanmasında ve henüz düşüncelerde olan bir sistemin sanal ortamda oluşturularak lanse edilmesinde en büyük yardımcımız olan bilgisayar tasarımının üzerindeki her değişikliği anında görmemize olanak tanır ve aynı zamanda henüz üretilmemiş olan bir sistem hakkında da teknik olmayan kişilerin yorumlarını almayı da kolaylaştırır.

3.1. Et Kesme Makinası Tasarımını Belirleyen Faktörler

Bu çalışmada tasarımı iki ana faktör belirlemiştir;

1. Kesilecek olan etin dondurulmamış olması (jöle kıvamında)
2. Düşük maliyet

Pişmemiş etin kesilmesi oldukça zordur, çoğu zaman uygulanan yük çizgisel ve sabit olduğu takdirde etin kesilmesinin yanı sıra sıvanmasına da sebep olur ki bu istenilmeyen bir durumdur. Bu nedenle tasarımda bir aşçının bıçağı örnek model olarak alınmış ve genel tasarım bu prensibe göre oluşturulmuştur. Maliyet sınırlaması da kullanılacak ekipmanları kısıtlamış ve tasarımı zorlaştırmış, yüksek altyapı maliyetli pnomatik sistemler yada otomasyon sistemlerinin önünü en başından kesmiştir.

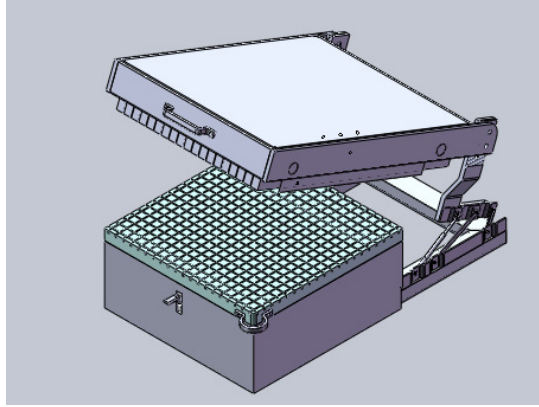
Bu tasarımı şekillendiren ara faktörler ise

1. Kesilecek etin şekli ve boyutu
2. Etin tuzlu ve asidik bir yapısının oluşu
3. Dairesel hareketin istenilen genlik ve frekansta bir titreşim hareketine dönüştürülmesi
4. Döner tabla kullanılması
5. Kesilecek etin bıçak aralarında kalması
6. Çalışanın emniyeti ve sağlığı
7. Makinenin açıldıktan sonra ek bir güç gerekmeden açık kalması
8. Kapandıktan sonra ete gerekli basıncın uygulanması
9. Açısız sınırlamalar
10. Elektrik motorunun sıvılardan korunması
11. Zamanla bilerek boyu kısalacak olan bıçakların tablaya uzaklığının ayarlanması
12. Kesme tablası üzerindeki bıçak olukları
13. Hareketli kısımların yataklanması
14. Mekanizma mukavemeti

Ara faktörler tasarımın temel şeklini detaylandırır ve isteklere uygun hale getirir. Bu belirtilmiş olan ara faktörler de yine temel ara faktörler olup tasarımı şekillendiren her faktör buraya yazılarak gereksiz kalabalıktan kaçınılmıştır.

3.2. Tasarım Geometrisi

Makine tost makinesi geometrisine yakın bir geometri ile tasarlanmış olup mümkün olan en az bileşen ile çalışabilecek şekilde tasarlanmıştır (Şekil 3). Mekanizma oldukça basit ve az hareketlidir. Bu durum hem maliyeti düşürmüştür hem de makine ömrünü artırmıştır. Sistem açık olduğu durumda kendi ağırlığını taşıyabilecek aynı zamanda kapalı olduğu durumda da eti kesmek için gerekli olan basıncı uygulayabilecek şekilde dizayn edilmiştir. Sistem eti kesmek için gerekli olan basıncı üst grubun ağırlığından (22kg) almaktadır.



Şekil 3. Et kesme makinasının modeli

3.3. Çalışma Prensibi

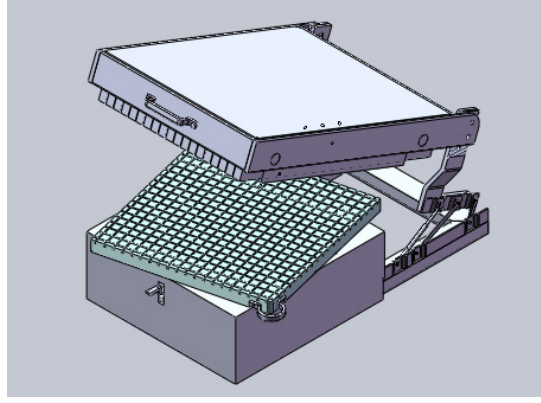
Arka kısmından mesnetli ve tost makinesine benzer geometriye sahip bu sistem kesme tablasına yerleştirilen eti kuşbaşı şekilde kesmesi için tasarlanmıştır. Sistemin üst grubu kesme hareketinin başlaması için kapatıldığında uygulanan basınç kesme işlemi için yeterli değildir. Keza yeterli dahi olsa bu seferde etin sıvanmasına sebep olacaktır. Bu nedenle sistemin alt tablası bıçaklara paralel bir titreşim yapması için tasarlanmıştır. Şekil 4’de görülen bir adet 24V’luk elektrik motoru ile kayış ve eksantrik pimli kasnak sistemi içeren bir titreşim mekanizması sisteme dahil edilmiştir. Sistem 3Hz’lik bir çalışma frekansına sahiptir. Titreşimin genliği ise 30mm’dir. Farklı bölgelerde yaşayan farklı hayvanların et karakteristikleri farklılık gösterebileceğinden cihazı optimize etmek adına bu bölgelerde motor-kayış-kasnak sistemi kullanmak yerine frekans ayarlaması yapabilen Şekil 4’teki piezoelektrik titreşim üreteçleri ile araştırma yapılmalıdır. Bu şekilde farklı kasnak boyutları denemek yerine hızlı ve kesin bir şekilde gereken titreşim amplitüdü hesaplanabilir.



Şekil 4. Piezoelektrik Titreşim Üreteci

3.3.1. Döner Tabla

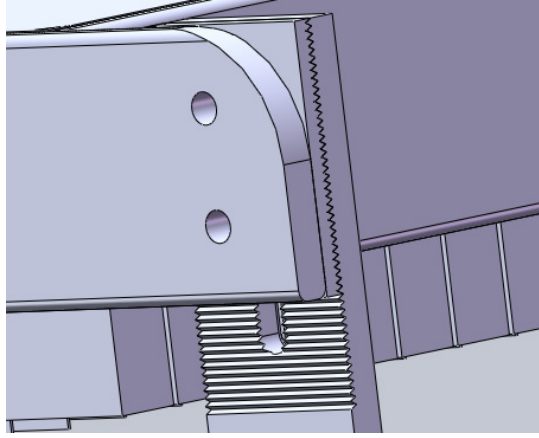
Sistemin çalışma şekli de basite indirilmiş ve burada da karmaşadan kaçılmıştır. Kesme tablasındaki bıçak yuvaları oldukça incedir. Bu durum et parçacıklarının tabla boşluklarına girmesini engeller aynı zamanda sistem toleransını da düşürdüğünden ölçülendirme ve imalat bu noktada çok dikkatli yapılmalıdır. Kesme hareketi tek yönlü olduğu için kesme tablası 90°’lik yön değişimine olanak tanır ve yine üzerindeki kanallara bıçakların doğru konumlanması için yaylı bir pim vasıtası ile merkezlenir (Şekil 5). Bu şekilde muhtemel bir cihaz hasarının da önüne geçilmiş olur.



Şekil 5. Döner tabla

3.3.2. Üst Grup Yükseklik Ayarı

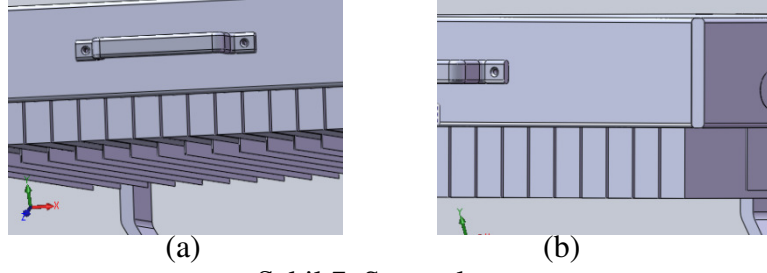
Bıçaklar belirli bir çalışma süresi sonunda körlenecek ve fonksiyonlarını tam olarak yerine getiremeyecek duruma gelecektir. Bu durumda da bilenerек tekrar sisteme geri kazandırılması gereklidir. Belirli bir bileme süresi sonunda boyu kılalacak olan bıçakların daha alt konumlara indirilmesi gerekecektir. Bu işlem yapılırken açısıl dönme hareketlerinden kaçınmak için birbirinin içine geçebilen Şekil 6'da verilen bir yükseklik ayar mekanizması tertip edilmiştir .



Şekil 6. Yükseklik ayar mekanizması

3.3.3. Sıyırıcılar

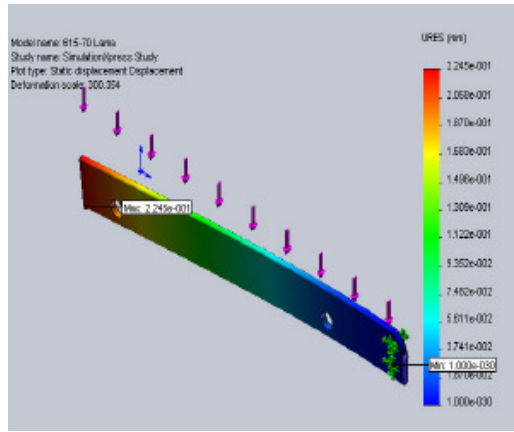
Sistem yükleme konumunda iken bıçakların açıkta olması ciddi bir iş kazasına sebep olabileceği ve kesilmiş et parçalarının bıçak aralarına sıkışabileceği için sıyırıcı sistemi uygulanmıştır. Sıyırıcılar kesme anında yukarı doğru hareket ederek (Şekil 7a) kesmeye olanak tanır. Kesme sonrasında da yerçekiminin etkisi ile eski konumlarına (Şekil 7b) geri dönerler. Aynı zamanda tabla üzerindeki etin hareketini de sınırlandırarak kesme işlemine de yardımcı olurlar.



Şekil 7. Sıyırıcılar

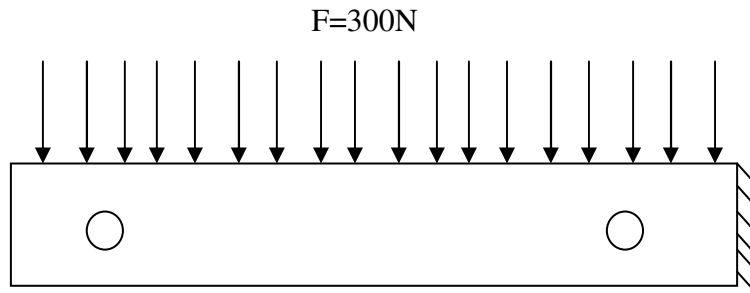
3.4. Tasarımın dayanım açısından incelenmesi

Sistemin minimum maliyet ile imal edilebilir olması sistemin ömrünün kısa olması yada kullanılan bileşenlerin yeterli mukavemeti gösterememesi ile sağlanmamalıdır. Aynı zamanda kritik bölgelerdeki dar toleranslar yüzünden sistemin bazı noktalarda oldukça rijit olması gereklidir. Aksi taktirde sistem zamanla kendine zarar verecektir. Bu noktada sistemin optimum mukavemet ve optimum maliyet ile çalışması istenir. Bu nedenden ötürü mukavemet hesapları kritiktir.



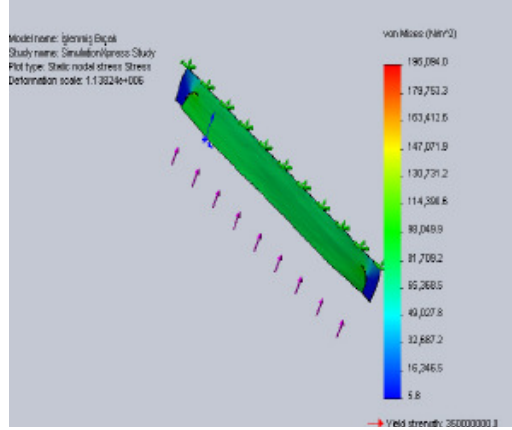
Şekil 8. Analiz sonucu

Şekil 8’de üst grubun Von-Misses stres kriterine göre değerlendirilmesi verilmiştir. Malzeme tercihi AISI 304 olarak yapılmıştır. $2,88e+7 \text{ N/m}^2$ olan maksimum gerilme ve yeri tespit edilmiştir. Bu parça için mukavemeti emniyet katsayısından ziyade sehimi belirlemiştir. 0,224 mm’lik şekil değişimi parçanın uç kısmında meydana gelmektedir. Parçanın sehimi fazla olduğu taktirde bıçakların tablayı kesme durumu ortaya çıktığından bu parça rijit olmalıdır.



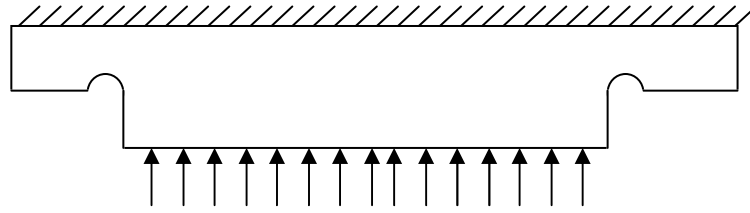
Şekil 8.1

Analiz yaparken sistemde üst grubun yükünü taşıyan iki lama olduğundan lama başına düşen yük 300N olarak alınmıştır (şekil 8.1)



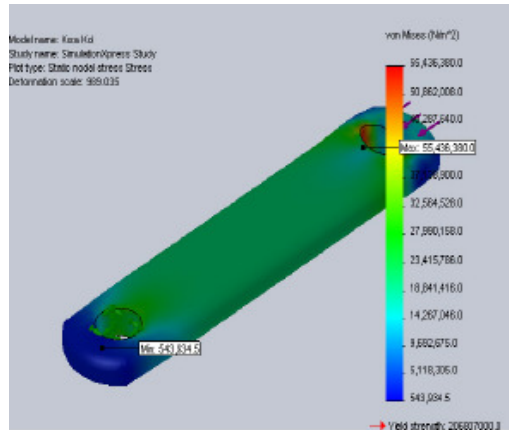
Şekil 9 Bıçağın mukavemet ve flambaj analizi

Şekil 9'daki resimde bıçağın mukavemet ve flambaj hesabı gösterilmiştir. Bıçaklar için kritik yükseklik söz konusudur. Kesme işlemini gerçekleştirebilmesi için gerekli olan incelik mukavemette karşımıza bir problem olarak çıkmaktadır. Gerekli destek plakası ile flambaj etkisine karşı önlem alınmıştır. Bıçağın en çok yer değiştiren uç noktasındaki değer $4,64e-5$ olarak hesaplanmıştır



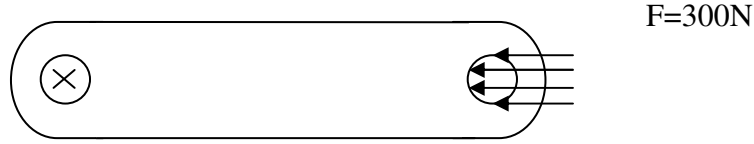
F=30N
Şekil 9.1

Modelde bıçak başına düşen yük, uygulama noktası ve fix bölgesi görülmektedir (Şekil 9.1)



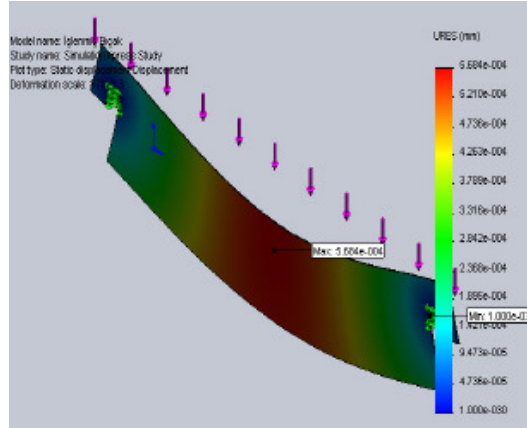
Şekil 10 Kısa kolun mukavemet açısından analizi

Sistemin dikey yükünü taşıyan simetrik parçalar olan kısa kol parçalarının şekil değiştirme ve mukavemet hesapları da yine önemli olup bıçak yüksekliklerini doğrudan etkileyeceği ve mukavemet açısından en çok yük düşen parça olduğu için iyi hesaplanmalıdır. Şekil 10'da görülen bu parça için maksimum gerilme $5,54e+7$ N/m² olarak belirlenmiştir. Maksimum şekil değişimi 0,0057mm olarak tespit edilmiştir. Malzeme seçimi AISI 304 olarak yapılmıştır.



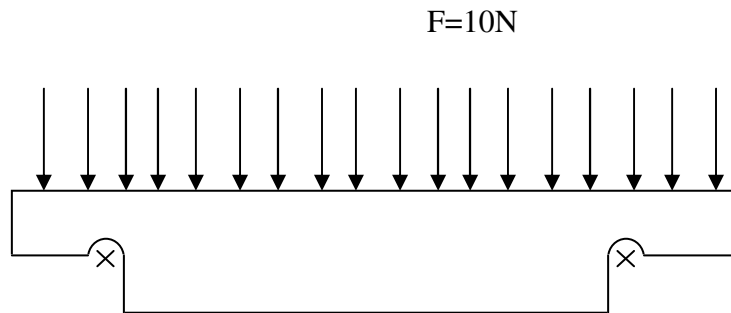
Şekil 10.1

Kolun analizi için kullanılan model Şekil 10.1'de görülmektedir. Yükün uygulanacağı yüzey bağlantı noktalarıdır. Aynı zamanda fix noktası da diğer bağlantı yüzeyidir. Bu nedenle basma mukavemetine dayanımın yanı sıra ezilme mukavemeti de önem arz etmektedir.



Şekil 11 Bıçağın mukavemet analizi

Bıçağın ezilme mukavemeti de yine önem taşımaktadır. Bıçaklar sisteme iki adet taşıyıcı mil vasıtası ile bağlanmıştır ve bıçakların bağlantı noktalarından ezilmeye karşı mukavemetli olması gereklidir. Aksi takdirde dairesel olarak işlenmiş bağlantı bölgesi zamanla ezilecek ve eliptik bir yapıya dönüşecektir. Bir süre sonra da temas etmemesi gereken kesme tablası ile temas ederek sisteme zarar vermeye başlayacaktır. Maksimum noktadaki basınç $1,1e+6$ N/m² olarak hesaplanmıştır ve 35 kat emniyetlidir (Şekil 11).



Şekil 11.1

Bıçağın ezilme için mukavemeti hesaplanırken Şekil 11.1' de gösterilen model kullanılmış olup, ezilme bölgeleri (çarpı ile işaretlenen bölgeler) mesnet noktaları kabul edilmiş ve yayılı yük uygulanmıştır. Bıçak sayısı 20 adet olduğundan ve sadece sıyrıcılar devreye girdiğinde bu yük oluşacağından uygulanan yayılı yük düşüktür.

4. SONUÇLAR

Bu çalışmada eti kuşbaşı kesecek şekilde minimum insan gücü ve ilk yatırım maliyeti gerektiren aynı zamanda düşük işletme giderine sahip bir makina anlatılmıştır. Sistem tasarlanırken baştan sona tüm aşamalarında bilgisayar desteğinden yararlanılmış ve uygulanabilecek hale getirilmiştir. Malzeme seçimi olarak et ve et suyu ile doğrudan temasta bulunacak bölgelerde AISI 316 tercih edilmiş ve bu şekilde insan sağlığı korunurken makina ömrü uzatılmıştır. Et ile temas etme olasılığı olmayan gövde parçalarında ise AISI 304 malzemesi kullanılarak sistem ömrü uzatılmış ve maliyet indirgenmiştir. Sistemin farklı hayvanlardan alınan et türleri için titreşim genliği hesaplamasında titreşim üreteçleri kullanılabilir ve bölgeye uygun tasarımlar özelleştirilerek pazara uygun ürünler imal edilebilir.

5. KAYNAKÇA

[1]ZEREN, A., Konstrüksiyon Tekniği II Ders Notları, Kocaeli, İzmit, (2007).

[2] COHEN, L., Quality function deployment: How to make QFD work for you, MA. 11, 32-33, 210, Addison-Wesley Publication Company, Massachusetts, (1995).

[3] KILINÇ, S., Kalite Fonksiyon Yayılımı, (2008).
http://www.ufukcebeci.com/Portals/57ad7180-c5e7-49f5-b282-c6475cdb7ee7/qfd_kym08.pdf (Erişim tarihi: 21.04.2010).

[4] GÜNGÖR, A., Ürün ve Proses Dizaynı, (2005).
<http://agungor.pamukkale.edu.tr/DizaynSunumAG.pdf>
(Erişim tarihi: 18.04.2010).

[5] BEŞKESE, A., Kalite Fonksiyonu Yayılımı (Kalite Evi), (2003).
http://www.1insaat.com/uploads/TrbBlogs/pdfs_3/39878_1231172235_357.pdf
(Erişim tarihi: 24.04.2010).

[6] DEVECİ, KOCAKOÇ İ., Kalite Fonksiyon Göçerimi, (2006).
<http://ipek.deveci.org/images/QFD.pdf>
(Erişim tarihi: 20.04.2010).

[7] KAĞNICIOĞLU, H. C., Ürün Tasarımında Kalite Fonksiyon Yayılımı, **Uludağ Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi**, Cilt XXI, Sayı 1, 177-188, (2002).