

T.C.
GEBZE YÜKSEK TEKNOLOJİ ENSTİTÜSÜ
MÜHENDİSLİK VE FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ELEKTRİK MALZEMELERİ ÜRETİMİNDE
OPTİMİZASYON YÖNTEMİYLE
VERİMLİLİĞİN ARTTIRILMASI

Çiğdem YÜRÜR
YÜKSEK LİSANS TEZİ
TASARIM VE İMALAT MÜHENDİSLİĞİ
ANABİLİMDALİ

GEBZE
2006

T.C.
GEBZE YÜKSEK TEKNOLOJİ ENSTİTÜSÜ
MÜHENDİSLİK VE FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ELEKTRİK MALZEMELERİ ÜRETİMİNDE
OPTİMİZASYON YÖNTEMİYLE
VERİMLİLİĞİN ARTTIRILMASI

Çiğdem YÜRÜR
YÜKSEK LİSANS TEZİ
TASARIM VE İMALAT MÜHENDİSLİĞİ
ANABİLİMDALI

TEZ DANIŞMANI
Yrd. Doç. Dr. Hasan KURTARAN

GEBZE
2006

ÖZET

TEZİN KONUSU: Elektrik Malzemeleri Üretiminde Optimizasyon Yöntemiyle Verimliliğin Arttırılması

YAZAR ADI:Çiğdem YÜRÜR

Verimlilik kavramı yaşamımızın her alanında karşımıza çıkan bir başarı ölçütüdür. Verimlilik arttırmaya yönelik yöntemlerden biri de optimizasyon (eniyileme) yöntemidir.

Bu çalışmada verimlilik ve optimizasyon kavramları incelendi. Daha sonra ise banyo ve mutfak dolaplarında kullanılmak üzere tasarlanmış anahtar+prizden oluşan elektrik malzemesinin üretiminde fikir aşamasından kalıplama aşamasının sonuna kadar olan sürecinde optimizasyon çalışması yapıldı.

Çalışmadaki amaç , orta gerilim elektrik malzemeleri üretiminde bu yöntemin kullanılarak verimliliğin arttırılabileceğini belirlenmesidir.

SUMMARY

SUBJECT: Increasing productivity in the production of electrical appliances by using optimization method.

AUTHOR: Çiğdem YÜRÜR

Productivity has become a concept of vital importance in areas of our lives. One of the methods to increase productivity is the method of optimization.

In this study, which was based upon combination of a medium voltage switch and socket used as installed in to bathroom and kitchen units, optimization is the very method that is used all the way up to the stage of molding.

Here is to create a new generation of safe and cost effective device, which would have all related product standard rules that are ever chancing .

TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın yapılmasında destek olan ve yol gösteren Sayın Hasan KURTARAN ve şimdiye değin emeği geçen tüm öğretmenlerime,

Beni bugünlere getiren aileme ,

Başta eşim olmak üzere çalışmalarım sırasında desteğini esirgemeyen herkese teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
ÖZET	iv
SUMMARY	v
TEŞEKKÜR	vi
İÇİNDEKİLER DİZİNİ	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ	ix
TABLolar DİZİNİ	x
1. GİRİŞ	1
2. VERİMLİLİK	3
2.1 Verimlilik Ve Kalite Kavramı	4
2.2 Verimlilik Arttırma Teknikleri	5
3. OPTİMİZASYON	6
3.1 Optimizasyonun Gereği	6
3.2 Tasarımın Optimizasyonu	7
3.3 Elektrik Malzemeleri	7
3.3.1 Anahtar Grubu Ürünler	7
3.3.2 Priz Grubu Ürünler	9
3.4 Tasarıma Hazırlık Fazı	11
3.5 Ürün Tasarım Fazı	18
3.5.1 Konsept Tasarım Fazı	19
3.5.1.1 Bileşik (Eşzamanlı) Mühendislik	20
3.6 Mekanik Tasarım	22
3.6.1 Topoloji Optimizasyonu	24
3.7 Hızlı Prototip	26
4. KALIPLAMA	27

4.1 Analizler	28
4.1.1 Çöküntü Analizi	28
4.1.2 Doldurma Analizleri	28
4.1.3 Soğutma	29
4.1.4 Burulma	30
4.2 Örnek Çalışma	31
4.2.1 Yolluk Yerinin Tesbiti	31
4.3 Yatırım Maliyeti	36
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	38
5.1. Sonuç	38
5.2. Öneriler	39
KAYNAKLAR	40
ÖZGEÇMİŞ	41
Ek 1: Optimizasyon Yazılımlarının Listesi	45
Ek 2: Kalıp Tasarımıyla İlgili Yazılımlar	49

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Sekil</u>	<u>Sayfa</u>
1.1 Çalışmaya Konu Olan Ürün Anahtar+Priz	2
2.1 Verimlilik Kavramı	3
2.2 Kalite Verimlilik İlişkisi	4
3.1 Elektrik Anahtarı	8
3.2 Komitatör	8
3.3 Veavien	8
3.4 Light	9
3.5 Priz ve Topraklı Priz	9
3.6 Seyyar Tip (Grup) Priz	10
3.7 Teze Konu Olan Ürün	10
3.8 Malzeme Seçiminde Denge	13
3.9 Dizayn Algoritması	19
3.10 Ürünün Konsept (Kabuk) Tasarımı	20
3.11 Kalıplama İle Elde Edilen Parçalar	24
4.1 Doldurma Kalitesi	32
4.2 Doldurma Zamanı	32
4.3 Hava Boşlukları	33
4.4 Kaynak(Birleşme) Çizgileri	33
4.5 Enjeksiyon Basıncı	34
4.6 Soğuk Bölgeler	34
4.7 Baskı Kalitesi	35

TABLÖLAR DİZİNİ

<u>Tablo</u>	<u>Sayfa</u>
3.1 Hedeflenen Mali Tablo	11
3.2 Hedeflenen Kalıp Yatırımı	12
3.3 Baskı İşçiliği Analizi	15
3.4 Karşılaştırmalı Hammadde Analizi	16
3.5 Topoloji Optimizasyonu İle Malzeme Tasarrufu	25
4.1 Analiz koşulları	32
4.2 Doldurma Analizi Karşılaştırması	36
4.3 Kalıp Yatırımı	36
4.4 Yatırım Kazancı	37

1.GİRİŞ

Günümüzde müşteriler daha kişisel ve daha özelleştirilmiş ürünler talep etmektedir. Müşteri ihtiyaçlarındaki bu belirsizlik ve değişkenlik, rekabet güçlerini artırmak isteyen bir çok işletmeyi yeni üretim ve pazarlama stratejileri uygulamaya zorlamaktadır. Bu işletmeler, müşteri ihtiyaçlarını tatmin ederek kâr elde etmek amacıyla geniş bir ürün yelpazesıyla pazara hakim olmaya çalışmanın yanı sıra, pazara sürekli yeni ürünler sunmaktadır. Sunulan bu ürünlerin kaliteli olması ve pazardaki yerlerini en kısa zamanda alması ise işletmelere rekabet açısından büyük avantajlar sağlamaktadır.

Bu hedefi gerçekleştirmek kolay olmadığı gibi, bu iş için işletmelerin kitlesel üretim ve yalın üretimden çok daha güçlü olan çevik, tepkisel ve bileşik üretim/yönetim felsefelerine ihtiyaçları vardır. Bu yüzden son zamanlarda üretim dünyasında, müşteri isteklerine ve önceden kestirilemeyen pazar değişikliklerine çok çabuk uyum sağlayabilecek; çevik, tepkisel ve esnek üretim ve yönetim stratejileri, yöntemleri ve paradigmaları öne çıkmış bulunmaktadır.

Görölmüştür ki; tasarımdan üretime ve üretimden de pazarlamaya değin akıp giden tüm süreçlerin her zaman başlangıç noktası olması nedeniyle, "ürün tasarımı ve geliştirilmesi" alt süreci performansının tüm bu modern yöntemlerin başarılarında en büyük rolü oynadığıdır. Ürün geliştirme zamanının azaltılması; esnekliğin, çabukluğun, çevikliğin ve tepkiselliğin bir ön şartı durumuna gelmiştir.

Optimizasyon (eniyileme); Amaca yönelik olarak herhangi unsuru var olan kaynakları kullanarak en yüksek verimi sağlayacak konuma getirme çalışması olarak tanımlanırsa tüm tasarım aşamaları, üretimin fonksiyonel bir optimizasyon (eniyileme) elemanı konumundadır.

Elektrik malzemeleri tasarım ve üretiminde optimizasyon konusunda yapılan literatür incelemesinde ağırlıklı olarak elektrik malzemelerinin enerji tasarrufu sağlaması ile ilgili konular ele alınmış ancak özellikle tasarımında optimizasyon konusunda yapılmış çalışmaya rastlanmamıştır.

Yapılan bu çalışmada orta gerilim ev tipi elektrik malzemesinin tasarımında optimizasyon yöntemlerini tasarımdan kalıplama aşamasına kadar olan basamaklarında kullanarak verimliliği arttırmak konusunda etkisini ortaya koymaktır.

Çalışmaya konu olan ürün banyo ve mutfak dolaplarında kullanılacak anahtar ve prizden oluşmuş kombine orta gerilim (220V) elektrik malzemesidir. Bu ürünü üretmedeki amaç banyo ve/veya mutfak dolaplarına montajlanarak, anahtar tarafıyla bu dolaplara takılı spotları yakıp söndürmek, priz tarafıyla saç kurutma makinesi , kahve makinesi gibi max.10A'lık akımla beslenen küçük ev aletlerine elektrik sağlamaktır.

Şekil 1.1'de görülen bu ürün tümüyle özgün tasarımıdır.



Şekil 1.1 Teze konu olan ürün anahtar+priz

İkinci bölümde hedef olan verimlilik kavramı incelenmiştir. Günümüzde verimlilikle ayrılmaz bir olgu haline gelen kalite kavramı anlatılmıştır.

Üçüncü bölümde verimlilik artırma yöntemlerinden biri olan optimizasyon (eniyileme) kavramı tanımlanmış ve teze konu olan cihazın tasarıma hazırlık fazından kalıplama fazına kadar olan tasarım basamakları anlatılmıştır.

Son bölüm kalıp tasarımına ayrılmış kalıp tasarımı ile ilgili analiz yapılmış ve yatırım maliyetleri incelenmiştir.

2.VERİMLİLİK

İngilizce to produce,(üretmek, Fransızca’da “produire” kelimelerinin türevi olan “productivity” ve “productivité” olarak kullanılır. Hatta Türkçe’de de “prodaktivite” olarak kullanımı mevcuttur.

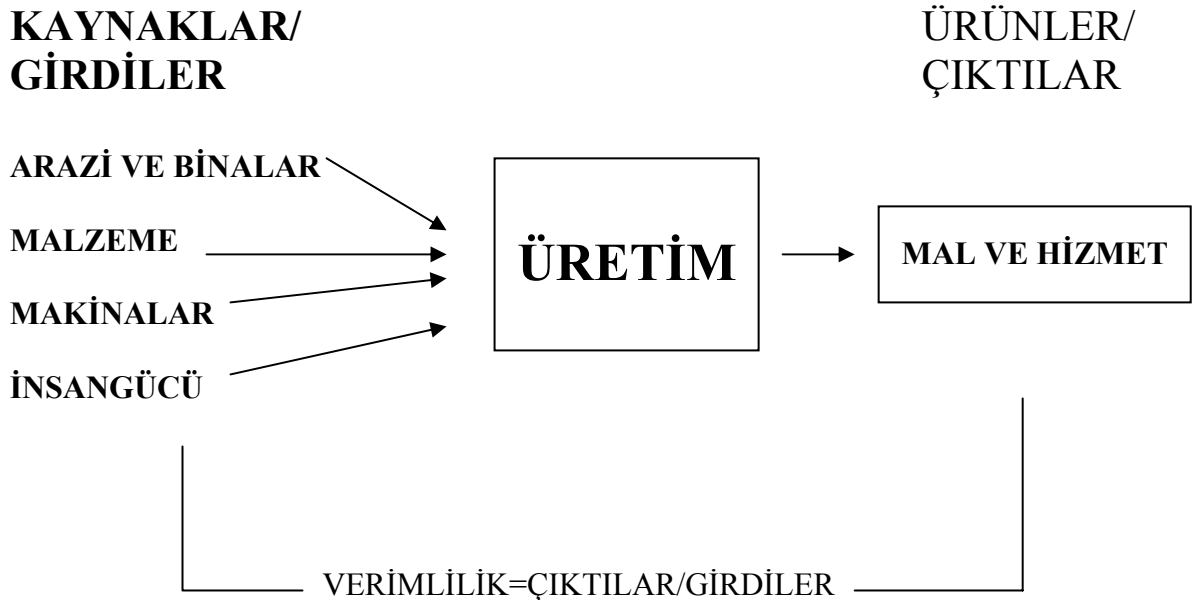
Verimlilik kavramı Avrupa Ekonomik İşbirliği Örgütü’nün (O.E.C.E.)’ne göre hasılanın işletmenin elindeki kaynaklardan herhangi birine oranı olarak saptanmıştır. (Akal,Z.1991)

Daha basit terimlerle tanımlanırsa, Şekil 2.1’de de görüldüğü gibi verimlilik , üretilen miktarla , bunun üretiminde kullanılan herhangi bir kaynak arasındaki basit aritmetik orantıdan başka bir şey değildir. (Tanyaş,M, 2000)

Yani,verimlilik kavramı,üretimde kullanılan girdilerle üretim faaliyetlerinin sonunda elde edilen çıktılar arasındaki ilişkiyi ifade eder.

- Ayrıca verimlilik, kıt kaynakları kullanma yeteneğinin önemli bir göstergesidir.

Kısaca; **Verimlilik Çıktı ve Girdi Arasındaki Orantıdır**



Şekil 2.1 Verimlilik Kavramı

2.1. Verimlilik Ve Kalite Kavramı

Günümüzde kalite ile verimlilik kavramı birbirinden ayrılamaz hale gelmiştir.

Bir tanıma göre kalite;

Müşteri ihtiyaçlarını tam ve sürekli karşılayabilecek ürün ve hizmetin en ekonomik şekilde sağlanmasıdır. Şekil 2.2’de de görüldüğü gibi kalite verimliliktir.

Kaliteye öncelik verilmeyen bir işletmede maliyetler düşük değil yüksektir. Çünkü; redler ve hatalar daha fazladır. Bu da birim başına düşen maliyetin artması anlamına gelir.

Kalite yönetim sisteminde hedef;

“İLK SEFERİNDE VE HER SEFERİNDE DOĞRU YAPMAKTIR.” (Babacan, S., 2001)



Şekil 2.2 Kalite Verimlilik İlişkisi

Kalite yönetim sistemi müşteriden aldığı veriler doğrultusunda kaynakları maksimum verimle müşteriye en iyisini sunmayı hedefler.

2.2 Verimlilik Arttırma Teknikleri

Verimlilik arttırma teknikleri çoğunlukla bilgi toplama ve iş etkinliğini arttırma amacına yöneliktir. Kullanılan teknikler 2'ye ayrılır. (Baykal,O., Atalay,N. ve ark,1995)

- ❖ Teknik yaklaşım
- ❖ İnsani açıdan yaklaşım

Teknik Yaklaşım

Mühendislik teknikleri ve ekonomik analiz

- İş etüdü
- Metod etüdü
- İş ölçümü
- İş basitleştirme
- Pareto analizi
- Tam zamanında üretim yöntemi
- Değer analizi ile yönetim
- Fayda-maliyet analizi
- Sıfır tabanlı bütçe
- Maliyet verimlilik tahsisi
- Optimizasyon (eniyileme)

İnsani Açıdan Yaklaşım

Davranışsal Yöntemler

- Örgüt geliştirme
- Beyin fırtınası
- Güç-alanı analizi
- Nominal gruplama tekniği

3. OPTİMİZASYON

Optimizasyon (eniyileme); Amaca yönelik olarak herhangi unsuru var olan kaynakları kullanarak en yüksek verimi sağlayacak konuma getirme çalışmasıdır.

İnsanların yaşamları boyunca karşılaştıkları sorunları çözüm arayışları zamanla bu çözümleri modeller üzerinde arama yaklaşımını doğurmuştur. Matematik ve bilgisayardaki gelişmeleri dış dünyanın problemlerini matematiksel olarak problemleyip bu çözümleri modelleyip çözerek bu çözümleri gerçek hayata yansıtma olanağı vermiştir. (Yağlı, K. 2006) Bu amaca yönelik yazılımlar mevcuttur. (bkz EK1)

3.1 Optimizasyonun Gereği

Günümüzde müşteriler daha kişisel ve daha özelleştirilmiş ürünler talep etmektedir. Müşteri ihtiyaçlarındaki bu belirsizlik ve değişkenlik, rekabet güçlerini artırmak isteyen bir çok işletmeyi yeni üretim ve pazarlama stratejileri uygulamaya zorlamaktadır. Bu işletmeler, müşteri ihtiyaçlarını tatmin ederek kâr elde etmek amacıyla geniş bir ürün yelpazesıyla pazara hakim olmaya çalışmanın yanı sıra, pazara sürekli yeni ürünler sunmaktadır.

Sunulan bu ürünlerin kaliteli olması ve pazardaki yerlerini en kısa zamanda alması ise işletmelere rekabet açısından büyük avantajlar sağlamaktadır. Bu koşullar altında varlıklarını sürdürmeye çalışan işletmeler, pazara küçük partiler halinde, özelleştirilmiş, çok kaliteli ürünleri düşük maliyetler ile sunmayı hedeflemektedir.

Bu hedefi gerçekleştirmek kolay olmadığı gibi, bu iş için işletmelerin kitlesel üretim ve yalın üretimden çok daha güçlü olan çevik, tepkisel ve bileşik üretim/yönetim felsefelerine ihtiyaçları vardır. Bu yüzden son zamanlarda üretim dünyasında, müşteri isteklerine ve önceden kestirilemeyen pazar değişikliklerine çok çabuk uyum sağlayabilecek; çevik, tepkisel ve esnek üretim ve yönetim stratejileri, yöntemleri ve paradigmaları öne çıkmış bulunmaktadır.

3.2 Tasarımın Optimizasyonu

Tüm **tasarım** aşamaları, üretimin fonksiyonel bir optimizasyon (**eniyleme**) elemanı konumundadır

Tipik mühendislik sistemlerinde sistem özelliklerini tanımlayan çok fazla değişken bulunur. Bu değişkenlerin uygun değerlerinin seçimi büyük önem arzeder. Ancak mühendislik sistemlerinin karmaşıklığından dolayı bu değişkenler için en uygun değerlerin saptanması zaman zaman oldukça güçleşir. İşte bu nedenle bir sistemi tasarlarırken veya optimize ederken bilgisayarlardan faydalanılır. Tasarım fazına geçmeden önce elektrik malzemelerini tanıyalım:

3.3 Elektrik Malzemeleri

Evlerimizde kullandığımız elektrik malzemelerini 2 ana grupta toplayabiliriz.

- ANAHTAR GRUBU ÜRÜNLER
- PRİZ GRUBU ÜRÜNLER

3.3.1 Anahtar Grubu Ürünler

Genel anlamda bir veya daha fazla elektrik devresinde akım devresini açmak veya kapatmak için tasarlanmış cihazlara “anahtar” adı verilir.

Çeşitlerini kısaca incelersek:

Anahtar



Şekil 3.1 Elektrik Anahtarı

Bir lamba veya lamba grubunu bir yerden aynı anda yakıp söndürmeye yarar. Diğer yandan anahtarlar aspiratör, ısıtıcılar, elektrikli mutfak araçları gibi küçük güçlü alıcıların kumandasında kullanılır.

Komitatör



Şekil 3.2 Komitatör

Anahtarlı devreler daha çok salon, misafir ve oturma odalarında bulunan avizelerle apliklerin kumanda edilmesinde kullanılır. İki ayrı lamba veya lamba grubuna bir yerden aynı anda veya ayrı zamanlarda kumanda ederler.

Veavien



Şekil 3.3 Veavien

Uzun koridorlar ve salonlarda bulunan lambaların kumanda edilmesinde kullanılır. Bir lamba veya lamba grubunun iki ayrı yerden kumanda edilmesine yarar.

Light



Şekil 3.4Light

Apartmanlarda, çok katlı binalarda merdiven boşluğunun aydınlatılmasında kullanılır. Merdiven otomatiği denilen zaman ayarlı cihazlarla birlikte kullanılır.

3.3.2 Priz Grubu Ürünler

Priz

Fişin kontak çubuklarını kavramak üzere tasarlanmış kontak yuvaları ve kabloların bağlanması için bağlantı uçları bulunan ve cihazlarla elektrik kaynakları arasındaki irtibatı sağlayan bir cihazdır. (Şekil 3.5)



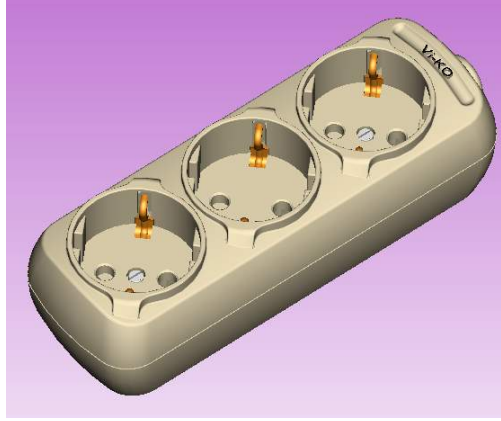
Şekil 3.5 Priz



Topraklı Priz

Prizler kullanım şekline göre de;

- Seyyar
 - Sabit
- olarak ikiye ayrılır.



Şekil 3.6 Seyyar Tip (Grup) Priz

Teze konu olan elektrik malzemesi (Şekil 3.7) banyo ve mutfak dolaplarına montajlanarak kullanılan anahtar ve prizden oluşmuş kombine bir cihazdır.



Şekil 3.7 Teze konu olan ürün

Piyasada bu ürünün halen kullanılmakta olan örnekleri yenilenen elektrik malzemeleri standartlarına uymamakla birlikte üretimi zor ve maliyetli cihazlardır.

Bu tür ürünlerin tasarımında; otomotiv endüstrisi veya beyaz eşya sanayi ürünlerindeki gibi karmaşık ürünler olmadığı için tasarımı ve üretiminde mühendislik

yöntemleri kullanmak yerine deneme yanılma ile çalışılır. Bunun nedenlerinden biri de AR-GE yapılan yatırımların uzun vadede dönmesidir.

Son 5-6 yıla kadar firmalar nedenini sorgulamadan yabancı ürünleri kopyalama yoluna gitmişlerdir. Yurtiçinde bir iki firma dışında AR-GE'ye ayrılan pay cironun %3'ünü bile bulmamaktadır. Bu dünya pazarında da böyledir. Oran %4'ü geçmez. Dünya pazarındaki yıllık ciro 2006 için 3.74 milyar\$ olarak tahmin edilmektedir. (Türkmen ,H. Z., 2003, Stratejik Planlama Eğitim Notları)

3.4 Tasarıma Hazırlık Fazı

Teze konu olan ürünün tasarımındaki amaç ürünü yenilenen standartlara uygun hale getirmek ve maliyetini düşürmek olarak saptanmıştır. Bunu yaparken de teknolojiyi kullanmak asıl hedeftir

Bunun için öncelikle mevcut ürünlerin satış fiyatları ve kar marjları incelenmiştir. Daha sonra da hedeflenen üretim maliyetleri ve satış fiyatı belirlenmiştir.

Mevcut üründe saptanan veriler ve hedeflere ait karşılaştırma Tablo 3.1'de görülmektedir.

Tablo 3.1 Hedeflenen Mali Tablo

	MEVCUT	HEDEFLenen
SATIŞ FİYATI (\$)	1.2	1
KAR MARJI (%)	20	25
AYLIK SATIŞ MİKTARI (adet)	10.000	15.000

Bunun yanı sıra muhtemel yatırım tutarı da öngörü olarak belirlenmiştir. Bu üründe yatırımın büyük kısmını kalıp yatırımı oluşturmaktadır. Yapılması gereken kalıplar ve maliyetleri Tablo 3.2'de yer almaktadır.

Tablo 3.2 Hedeflenen Kalıp Yatırımı

KALIP ADI	KALIP CİNSİ	GÖZ (KAVİTE) SAYISI	MALİYETİ
GÖVDE	PLASTİK	2	15.000\$
PRİZ KAPAK+DÜĞME	PLASTİK	2+2	10.000\$
PRİZ KONTAK	METAL	2	7.500\$
HAREKETLİ KONTAK	METAL	2	5.000\$
HAREKETLİ KONTAK TUTUCU	METAL	2	7.500\$
KALIP SAYISI	2 ADET PLASTİK	3 ADET METAL	
KALIP YATIRIMI			45.000\$

Tablo3.1'deki rakamlar doğrultusunda mevcut ürünlerdeki standartların öngördüğü ve ürünün karşılaması gereken özellikler belirlenerek, tasarımı yapılacak ürüne ait tasarım girdileri oluşturulmuştur.

Ürünle ilgili olarak aşağıda verilen tasarım (girdi) şartlarını ayrı, ayrı detaylandırılmıştır. Bunun için ürünü oluşturan parçalar;

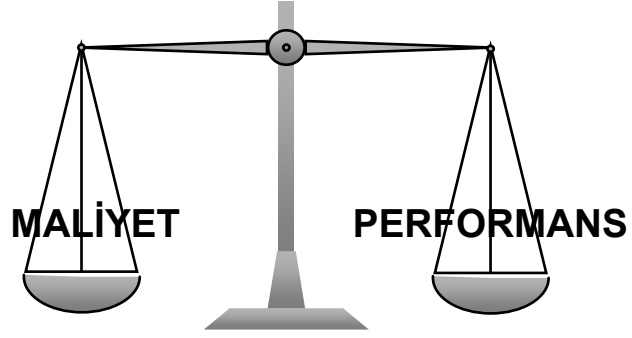
- Metal malzemeden üretilcek parçalar
- Metal olmayan malzemeden üretilcek parçalar

olarak iki ana grupta toplanmıştır.

Bu parça gruplarında aşağıdaki sorulara cevap aranmıştır.

- **Hammadde**

Ürün tasarımında malzeme seçerken amaç, malzemenin performansı ile maliyetini optimum hale getirmektir.(Şekil 3.9)



Şekil 3.8 Malzeme Seçiminde Denge (Emek.A, 2003)

Metal özellik taşıması gereken parçalar;

Öncelikle Ürün anahtar ve prizi kapsadığı için

- TS IEC 60884-1(TS 40) FİŞ VE PRİZLER
- TS 4915 EN 60669-1(TS 4915) ANAHTARLAR

numaralı standartların öngördüğü şartlar incelenir.

Bu şartlar kısaca;

A)Üzerinden akım geçen bölümlerde kullanılacak malzeme içeriğinde yukarıda sözü edilen her iki standardın öngördüğü min %70 oranında bakır olmalı ve korozyona karşı dayanıklı olmalıdır.

Bu şartlar altında kullanılabilecek ideal malzeme: Pirinç'tir. Kullanıldığı parçaya göre MS60-MS70 malzemelerden biri kullanılacaktır.

Genelde MS70 malzemeler kalınlığı 1.5mm'den küçük ise levha şeklinde kullanılır ve kalıplanarak şekillendirilir. MS60 malzemeler ise daha çok çubuk şeklinde olup klemens gibi esneklik istenmeyen parçalarda üzerinden talaş kaldırılarak şekillendirilir..

- Üzerinden akım geçmeyen yani akım taşımayan parçalarda ise korozyona karşı dayanıklı olmalıdır. Bu tür parçalar genelde vida ve somun gibi bağlantı

elemanlarıdır. Bu parçaları korozyona karşı korumak için Ni veya Sn kaplama yapılır.(TS IEC 60884-1(TS 40) , TS 4915 EN 60669-1(TS 4915))

Metal özellik taşıması gerekmeyen parçalarda;

Bu tür parçalarda kullanılan malzemeler elektrik akımını iletmemesi yani yalıtkan olması istenir. Bunun için Polimer malzeme kullanılmaktadır.

Polimerler;

- Termosetler
- Termoplastikler

olarak iki gruba ayrılır.

Termosetler: Isıl işleme maruz kaldıklarında çapraz bağlar oluştururlar ve dolayısıyla çözünemez ve tekrar tekrar eritilemezler. Örnek ürea-formaldehit, melamin-fenol-formaldehit v.b.

Termoplastikler: Isı ve basınç altında yumuşar , akar ve böylece çeşitli yöntemlerle şekillendirilebilirler. Ayrıca uygun çözücülerle çözünebilirler. Örnek: ASA, ABS, PBT, PP, PE, PC v.b

Son 5 yıla kadar orta gerilim elektrik malzemeleri üretiminde termoset ya da porselen kullanılmaktaydı. Elektrik malzemelerinde termoplastik hammadde kullanımına sağlıklı olmaz, yanar kanısıyla sıcak bakılmamaktadır. Oysa günümüzde gelinen nokta termoplastiklerin termosetlere göre daha güvenli ve sağlıklı olduğu yolundadır.

Bunun yanı sıra termoset parça üretmek termoplastik parça üretmeye oranla daha pahalıdır. Tablo 3.3'te baskı süreleri ve baskı miktarları ile ilgili karşılaştırma yapılmıştır.

Tablo 3.3 Baskı İşçiliği Analizi

HAMMADDE ADI	BİR ÇEVİRİMDEKİ PARÇA ADEDİ	ÇEVİRİM SÜRESİ (SN)	SAATTE ELDE EDİLEN PARÇA ADEDİ
ÜREA FORMALDEHYT	9	120	270
POLYPROPYLEN	4	18	800
POLYAMID6	4	20	720

Baskı sürelerinden anlaşılacağı üzere termoset hammaddelerde işçilik ortalama olarak termoplastik hammaddelere oranla %66 daha fazladır.

Metal özellikli olmayan parçalar,

A)Akım taşıyan bölümlerle temasta olan parçalar;

B)Akım taşıyan bölümlerle temasta olmayan parçalar diye ikiye ayrılabilir.

Ancak bu üründe akım taşıyan bölümlerle temasta olmayan parça olmayacaktır.

- 1)Alev alma ile ilgili test olan GLOW WIRE (kızaran tel) deneyinde parça min. 750°C’de alev alsa bile alevin 30 sn içinde sönmesi gerekir.(TS EN ISO 1182, 2006)
- 2)Akım taşıdığı için yalıtkan direnci 500V D.A.’da en az 5MΩ olmalıdır.
- 3)Parça 100 °C’de 1 saat bırakılıp soğutulduğunda standartların öngördüğü ölçüde deformasyon olmamalıdır. Ya da akım taşıyan kısımlara ulaşılmayacak şekilde deformasyona maruz kalabilir.

Malzemeler değerlendirildiklerinde;

Tablo. 3.4 Karşılaştırmalı Hammadde Analizi

HAMMADDE ADI	GLOW WIRE TEST SONUCU	ÖZGÜL AĞIRLIĞI (gr/mm ³)	FİYATI	SONUÇ
ÜREA FORMAL DEHYT	900°C	1,17	1.5\$	OLUMSUZ ÖZGÜL AĞIRLIĞI BÜYÜK
ABS	650°C	1,06	1.5\$	OLUMSUZ GLOW WIRE TESTİ UYGUN DEĞİL
POLY CARBONAT	850°C	1,2	2.5\$	OLUMSUZ ÖZGÜL AĞIRLIĞI VE FİYATI ÇOK YÜKSEK
<u>POLY PROPYLEN</u>	<u>750°C</u>	<u>0,9</u>	<u>1.5\$</u>	<u>OLUMLU</u>
POLYAMİD 66(GFR)	850°C	1,14	2.7\$	OLUMSUZ ÖZGÜL AĞIRLIĞI VE FİYATI ÇOK YÜKSEK

Tablo 3.4’te de görüleceği gibi en uygun hammadde **POLYPROPYLEN**dir.

Renk

Ürün beyaz, krem, gri olarak piyasaya sürülecektir.

- **Boyut**

Muadili ürünlerle aynı ya da daha küçük olabilir. Bu da kenar uzunluğu 40mm'lik bir kübün içine sığabilmesi demektir.

Hammadde konu başlığında belirtilen standartların ön gördüğü;

a)Kontakların açıldığı durumda (lamba kapalı) iki kontak arasındaki uzaklık en az 3mm olmalıdır,

b)Her durumda akım taşıyan parçalarla metal parçalar arasında uzaklık en az 3mm olmalıdır. Elektrik 220V gerilim altında 2 metal parça arasında 3mm'den kısa mesafede atlama yapar. Yani iki parça arasında elektrik iletimi gerçekleşebilir.

Kullanım Amacı ve Fonksiyonel Özellikler

Banyo ve mutfak dolaplarına montajlanacak bu ürünün gövde kısmı dolap içinde kalacak dışarıdan yalnızca düğme ve kapak dediğimiz son kullanıcının yararlanabileceği parçalar görünecektir.

- ❖ Beyan Akımı 10A,
- ❖ Beyan Gerilimi 220V Olacaktır.
- ❖ Anahtar kısmında bağlantı uçları klemenslerle ve vida ile sabitlenmelidir.
- ❖ Priz kısmının sabitlenme şekli somunlu veya klemensli olabilir.

• Estetik ve Görünüş

Muadili ürünlere göre hatlar daha yuvarlak ve görünüş daha parlak olmalıdır.

Düğme ve kapaklar kullanım açısından ergonomik olmalı.

Düğme fişin takılmasını engellememelidir. Fiş takılı olduğunda da düğmeye ulaşmada sorun yaşanmamalıdır.

• Güvenlik

Hammadde konu başlığında belirtilen standartların öngördüğü ;

Akım taşıyan bölümlere dışarıdan müdahale edilmemesi için bağlantı uçlarını sabitleyen bölümler koruma altına alınmalıdır.

Anahtar bölümünde kontaklar vidalı birleştirme olmamalıdır. Taşıma sırasında veya sıcaklık artışında gevşemeler olmakta bu nedenle de ark oluşmaktadır. Bunun sonucunda kontak yapışması olmakta kontakların üzerinden sürekli akım geçerek ısınmaya , bu da yangınlara yol açmaktadır.

- **Performans**

Anahtar bölümünde 12A'de 40.000 açma kapama yapmalı ve kontaklar yapışmamalı ve/veya erimemelidir.

Priz bölümünde fiş prize 5.000 giriş 5.00 çıkış yapmalı priz kontaklarda esneme ve deformasyon olmamalıdır.

Anahtar ve prizlerle ilgili yapılan deneyler ayrı bir çalışma konusu ve uzmanlık alanı gerektirdiği için çalışmada daha fazla detay verilmeyecektir. (<http://www.tse.gov.tr>)

3.5 Ürün Tasarım Fazı

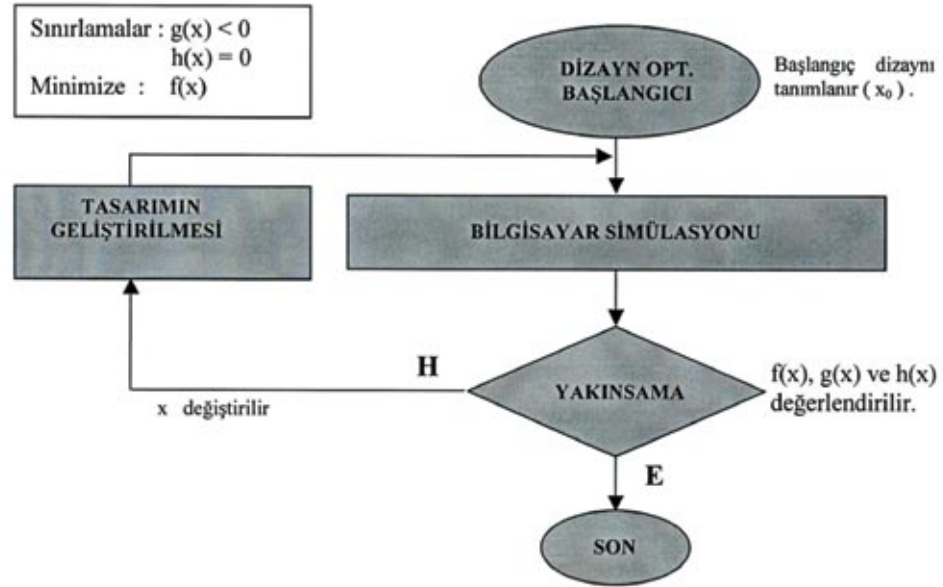
Tasarımdan üretime ve üretimden de pazarlamaya değin akıp giden tüm süreçlerin her zaman başlangıç noktası olması nedeniyle, "ürün tasarımı ve geliştirilmesi" alt süreci performansının tüm bu modern yöntemlerin başarılarında en büyük rolü oynadığı anlaşılmış bulunmaktadır. Ürün geliştirme zamanının azaltılması; esnekliğin, çabukluğun, çevikliğin ve tepkiselliğin bir ön şartı durumuna gelmiştir.

Ürün tasarım optimizasyonu ; sistem performansını arttırmak , ağırlığı ve maliyeti azaltmak veya tasarım güvenilirliğini arttırmak gibi amaçlarla matematiksel algoritmalar ve tekniklerden faydalanılarak yapılan bir mühendislik çalışmasıdır.

Ürün tasarım optimizasyonu ile sistem parametrelerine ait olan optimum değerler aranmaktadır. Başka bir deyişle optimum dizayn belirli sınırlar içinde yapılması mümkün olan en iyi dizayndır.

Daha önce de belirtildiği gibi tasarım optimizasyonunda; bazı sistem değişkenlerine ait parametrelerin çizmiş olduğu sınırlar dışına çıkmadan, bir veya birden çok sistem değişkenini optimize ederek, istenen özelliği (maliyet, maksimum gerilme, kütle, doğal frekanslar...) minimize veya maksimize etmek amaçlanır.

Şekil 3.10'da dizayn optimizasyonuna ait şematik bir algoritma verilmiştir. (Koca.B, 2004)



Şekil. 3.9 Dizayn Algoritması

3.5.1. Konsept Tasarım Fazı

Artık ürünün şekillendirmek için gerekli veriler mevcuttur ve bu veriler doğrultusunda tasarım aşamasına geçilmiştir.

CAD aşamasında önce konsept yani kabuk tasarım yapılmıştır. Konsept tasarımdaki amaç müşterilerin beklentilerine cevap verebilecek çözümlerin üretilip üretilmediğini saptamaktır.

Kabuk tasarımda öncelikle estetik ön plandadır. Fonksiyonellik daha sonra düşünülmelidir. Eğer fonksiyonellik ön plana çıkarsa yaratıcılık kısıtlanır ve görünüm (estetik) istenilen boyutlarda elde edilemez.

Parçanın belirlenen girdiler doğrultusunda dış görünüşü 3 boyutlu tasarım programında çalışılarak belirlenmiştir. (bkz.Şekil 3.10)



Şekil 3.10 Ürünün konsept (kabuk) tasarımı

Detay tasarıma geçilmeden ürünün çeşitli açılardan görünüşleri bilgisayar ortamında alınmış ve dış görünüm için satışı gerçekleştirecek firma aracılığıyla son kullanıcının görüşleri alınmıştır.

İşte tasarımın bu aşamasında devreye eşzamanlı mühendislik metodları girer .Kısaca eşzamanlı mühendisliğin ne olduğu incelenirse;

3.5.1.1 Bileşik (Eşzamanlı) Mühendislik

Bileşik (Eşzamanlı) Mühendislik, çeşitli mühendislik süreçlerinin, geleneksel üretim anlayışından farklı olarak, işlemlerin sırayla yapılması yerine, adından da anlaşılacağı gibi, aynı anda, yani eşzamanlı olarak yapılması esasına dayanır. Tüm tasarım aşamaları, üretimin fonksiyonel bir eniyileme elemanı konumundadır. Bu yöntem sayesinde, tasarımcılar ürünün erken üretim aşamalarında görünüş, tasarım ve üretim durumunu göz önünde tutma imkanı bulurlar. Yani tasarım sürecinde tüm mühendislik çalışmalarını aynı anda ve etkili bir şekilde yürütebilirler. (Dereli,T, Baykasoğlu,A., 2006)

Amerikan Savunma Enstitüsü eşzamanlı mühendisliği şöyle tanımlar Genel bir tanımla mühendislik, "Bir şeyin nasıl doğru bir yöntemle yapılabileceğini öğreten ve bütünsel düşünmeyi sağlayan düşünme sistemi" şeklinde tanımlanır ise, eşzamanlı mühendisliğin tasarım ve üretim elemanlarının aynı anda çalıştıkları etkili bir yöntem olduğu rahatlıkla söylenebilir. (Karahasanoğlu , S. 2003)

Eşzamanlı mühendislik, ürün henüz tasarım aşamasında iken devreye girerek üretim problemlerini çözmek, ürün geliştirme ve üretim süresini kısaltmaya yönelik bir üretim felsefesidir. Bu disiplinde iki ana senaryo olduğunu düşünebiliriz. Biri, ürün oluşturmak için yeni üretim sistemi planlamak, diğeri ise üretim sistemi oluşturmak için bir ürünü tasarlamaktır. Fakat her iki yaklaşım da ürün ve üretim sistemi arasındaki karşılıklı ve eşzamanlı araştırma-geliştirme mantığına dayanır.

Ürün tasarımı aşamasında, ürün fikrini somutlaştırmak için birçok teknik uygulanabilir. Planlanan ürün her açıdan tasarlanır ve ileride oluşabilecek muhtemel tasarım hatalarının önüne geçilmeye çalışılır. Böylece hatalı ürün üretilmesi daha tasarım aşamasında engellenir.

Ürün tasarımı için, Tersine Mühendislik teknolojileri kullanılır. Bilgisayar Destekli Tasarım (CAD) yazılımlarıyla bilgisayar ortamında görsel olarak çalışmalar yapılır ve Bilgisayar Destekli Üretim (CAM) teknolojisi sayesinde ürün verileri doğrudan üretim ortamına aktarılır. Bilgisayar Destekli Mühendislik (CIM) teknolojileri ile üretim ve üretim süreçleri benzeştirilerek (simülasyon) üretim esnasında karşılaşılabilecek problemler önceden kestirebilir.

Ticari ürünler, çelişen amaçlar arasında bir uzlaşmadır. En önemli çatışma; müşterinin performans kriteriyle, müşterinin ödeyeceği bedel, rakip ürünlerin fiyatı arasındaki çatışmadır. Her ne kadar iyi tasarıma bağlı maliyet tasarruflarının gerçekleştirilebilirliği üretim proseslerinin kontrolündeysede, pek çok maliyet başta da yapıldığı gibi tasarım aşamasında belirlenir. Örneğin, son zamanlara kadar Amerikan arabaları yaklaşık yeni tasarım öğelerini % 80 dolaylarında içerirken Japon arabaları %40-50 oranında içermektedir. Bu da bir Japon arabasının neredeyse yarısının zaten hazır olması demektir. Çünkü tasarımın bu kısmı hatalarından önceden arınmıştır. Üstelik azaltılmış maliyetlerin ve daha az mühendisliğin

faydalarını taşıması anlamına gelmektedir. Dahası, ürün maliyetlerinin çok az bir kısmı burada (tasarımda) gerçekleşir, ama %85'e kadarı bu aşamada kesinleşir.

Bazı firmalar sonradan kontrol edilemeyen bu maliyeti, ürünü pazara sokmak için gerekli maliyetin %20-25'i kadar yüksek tutmaktadır.

İyi bilinmektedir ki, bir ürünle ilgili maliyetler gelişim aşamasının erken döneminde belirlenmektedir. Bu kural, maliyetlerin %70'i, projenin gerektirdiği çabanın sadece %3-4'lük bir kısmı tamamlandığında belirleniyor anlamına gelmektedir.

3.6. Mekanik Tasarım

Son kullanıcıdan ve satıştan alınan geri beslemeler doğrultusunda ürünün dış bölgesinde gerekli düzeltmeler yapılmıştır. Bu aşamadan sonra ürünün iç kısmının tasarımına geçilmiştir. İç kısmın tasarımında öncelikle;

Kabuk tasarım sürerken piyasadan temin edilebilecek parçalar araştırılmış, bu parçalara ait numuneler ve satın alma şartları tesbit edilmiştir.

Bu doğrultuda hazır olarak satın alınabilecek parçalar:

- 1)Vidalar,
- 2)Bağlantı klemensleri,
- 3)Kapsüller,
- 4)Yaylar,
- 5)Bimetal gümüş kontaklar,
- 6)Somunlar,
- 7)Prizin gerilim kontakları,
- 8)Anahtarın hareketli kontak taşıyıcısı, olarak saptanmıştır.

Yukarıda sözü geçen parçalar standart olarak üreticilerin ürün gamında yeralan satın alınan yani yan sanayi dediğimiz firmalara ek üretim maliyeti getirmeyecek standart parçalardan sağlanması öngörülmüştür.

Bu parçaların saptanması iç tasarımın yönlendirilmesi açısından büyük önem taşımaktadır.

Bu girdiler ve standartlar doğrultusunda iç tasarım aşamasına geçilmiştir. İç kısmın tasarım estetikten çok teknik bilgi gerektirmektedir.

Teknik bilgiden kastedilen ;

- a)Elektrik malzemelerine ait ürün standartları
- b)Malzeme bilgisi
- c)Kalıp bilgisi
- d)Mekanizma bilgisidir.

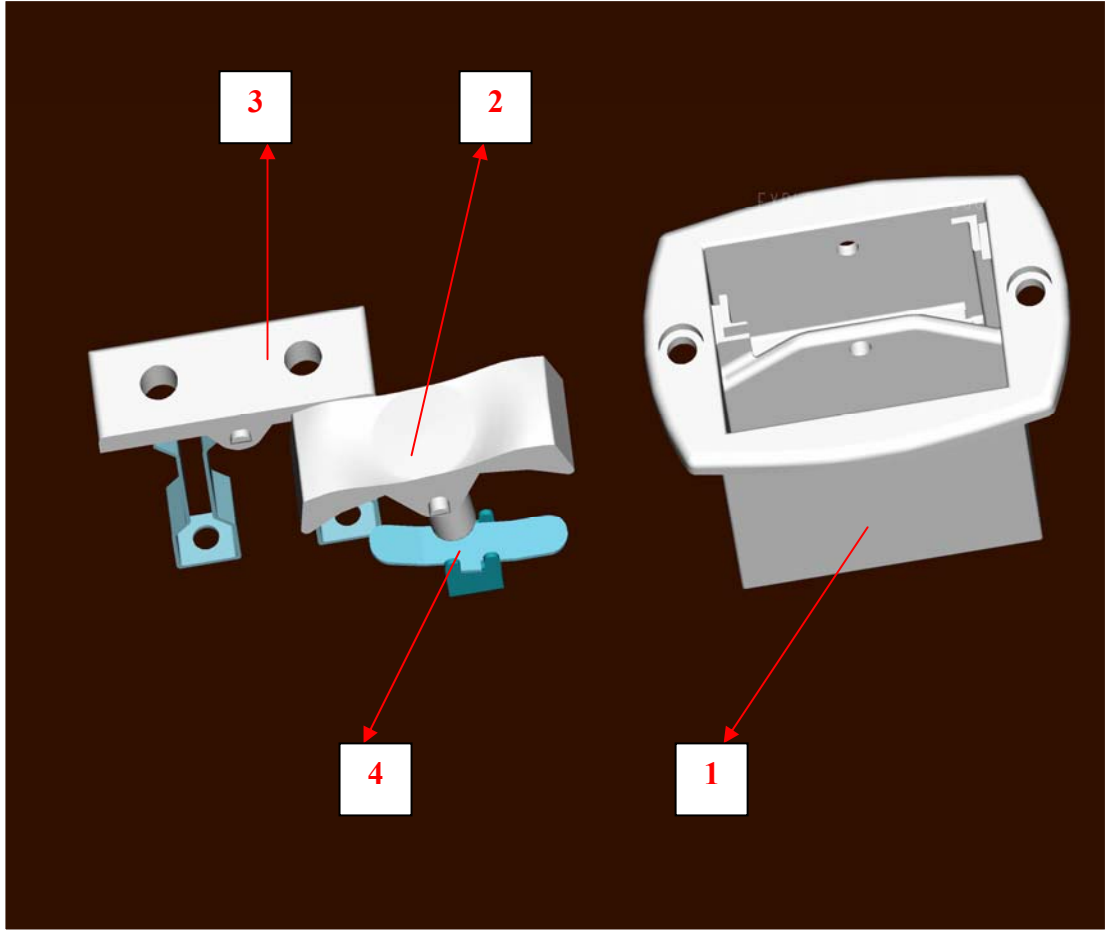
Tüm bu donanımlara sahip olduğunda bilgi ile teknoloji birleşir ve ortaya mükemmel ürün çıkmış olur.

Bilgisayar yazılımları hesaplamalar konusunda hızlı ve hatasız olsalar da dizayn parametrelerini belirlemek ve doğruya ulaşmak için bu programları yönlendiren insandır. Dolayısıyla tasarım aşamasında teknoloji kadar insan da önemli rol oynar. Eğitim ve tecrübe bu tür teknolojik ürünlerde ilk sırada yer almaktadır.

Elde edilen veriler doğrultusunda tasarımı yapılacak parçalar aşağıdaki gibi belirlenmiştir:

- 1)Gövde
- 2)Anahtar düğme
- 3)Priz kapak
- 4)Hareketli kontak

Bu parçalar Şekil 3.13'te görülmektedir. Yeni tasarlanan parçaların tümü kalıplama gerektirmektedir.



Şekil 3.13 Kalıplama ile elde edilen parçalar

Tasarım aşamasında yapılabilecek optimizasyon yöntemleri incelenmiştir. Bu yöntemlerden elektrik malzemeleri üretiminde kullanılabilecek olan yöntem yapısal optimizasyon yöntemlerinden biri olan topoloji optimizasyonu olabileceği kanısına varılmıştır.

3.6.1. Topoloji Optimizasyonu

Topoloji optimizasyon yöntemlerinin son yıllarda, tasarımcılar tarafından tercih edilmesinde rol oynayan en önemli özellik, optimum yapının tasarım çalışmalarının başlangıcında belirlenmesidir. En iyi şekil ya belli bir ağırlığı aşmamak kaydıyla en yüksek başarıyı sağlayan şekildir, ya da belli bir başarımın altında kalmamak şartıyla en hafif şekildir. Yani malzemenin en verimli ve etkin kullanımını sağlayan şekildir.

Mekanik bir parçanın işlev görebilmesinin birinci şartı üzerine uygulanan yüklere kırılmadan ve aşırı esnemenen dayanabilmesidir. Dolayısıyla optimizasyonda gaye hafifliği asgariye indirmekse başlıca tasarım kısıtlaması parçanın yüklere karşı dayanımıdır.

Bir parçanın şeklini değiştirmeden sadece malzemesini değiştirerek ağırlığını azaltmak genellikle maliyetleri artıran bir yaklaşımdır. Fakat şekil değişiklikleri sayesinde ağırlığı azaltmak aynı zamanda malzeme maliyetlerini de düşürür.

Deneme ve yanılmaya dayanan emek yoğun tasarım yöntemleri çok uzun ve maliyetli bir tasarım süreci gerektirdiği gibi büyük bir ihtimalle optimum tasarımla neticelenmez. Tasarımın başarısı tasarımcının deneyimine ve sezgilerine bağlıdır. (Yıldız,A.R. ve Ark. , 2003)

Yapısal optimizasyon yöntemleri en iyi tasarımı bulmada etkin olduğu kadar düşük maliyetli bir araçtır.

Topoloji optimizasyonu uygulanabilecek en uygun parça hareketli kontak olarak belirlenmiş ve bu konuda ANSYS programında kabaca analiz yapılmıştır.

Yapılan analiz sonucunda elde edilen hammadde kazancı Tablo3.5'te de görüleceği üzere %3 olarak saptanmıştır.

Tablo 3.5 Topoloji optimizasyonu ile malzeme tasarrufu

	OPTİMİZASYON DAN ÖNCE	OPTİMİZASYON DAN SONRA	FARK	
			br	%
ALAN (mm ²)	216.75	210.25	6.5	3
AĞIRLIK (gr)	0.92	0.89	0.03	

Özet olarak;

Elektrik malzemelerine uygulanan topoloji optimizasyonunun verimli olması için;

- Metal parçalara uygulanması,
- Üretim adetlerinin 100.000 adet/ay gibi yüksek rakamlar olması,
- Parça hacminin ve/veya optimizasyon yapılacak bölgenin bazında önemli bir hacme sahip olması gerektiği gözlemlenmiştir.

3.7. Hızlı Prototip

Parçanın iç tasarımı tamamlandıktan sonra mevcut CAD bilgisinden yararlanarak Hızlı Prototipleme ile kısa zaman içerisinde ürünün üç boyutlu modelleri elde edilebilir. Bu şekilde tasarım daha görsel bir hale getirilir ve ürünün tasarımında yapılan hataların daha kolay farkına varılabilir. Seçilen prototip malzemesine göre üzerinde bir takım elektriksel ve mekanik testler yapılabilir.

Elektrik malzemesi üretiminde prototip yapımı önemli rol oynamaktadır. Her ne kadar kullanılan CAD programları gelişmiş olsa da cihazın elektriksel deneylere vereceği tepkiyi önceden kestirmek oldukça zordur.

Elektriksel ve ısı deneyleri karşılamayan bir elektrik malzemesi de “GÜVENLİ” olmadığı için diğer tüm ürün parametrelerini karşılaya bile anlam ifade etmez. Çünkü; meydana gelen bir kaza firmanın kapanmasına yol açabilecek uluslararası yaptırımlara sahiptir.

4. KALIPLAMA

Kalıp tasarımı ve üretimi aşamasında optimizasyonu sağlamak ürün tasarımından daha gelişmiş ve daha basittir.

Günümüzde plastik enjeksiyon kalıp yöntemini simüle eden pek çok simülasyon yazılım paketi mevcuttur. (Bkz EK.2) Parça tasarımı, kalıp tasarımı ve şartların denetimini optimize etmek için kullanılan termoplastik kalıplama yazılımları yüksek kalitede parça üretimi sağlar. Bu yazılımlarda genelde katı geometrik model kullanılır.

Yazılımların pek çoğu bilimsel teorilere ve geniş pratik deneyim üzerine dayanmaktadır ve kullanmak için geniş mühendislik, matematiksel yada programlama bilgisine ihtiyaç yoktur, kalıp makineleri, kalıp tasarımı ve kalıp planlama stratejileri hakkındaki bilgiler yeterlidir.

Kullanılan yazılımlar parçanın, yolluğun ve kalıp tasarımının imal edilebilirliğine karar verebilmeye yardımcı olması için tasarlanmıştır. Parçayı analiz edebilmek için kullanılacak hammadde ve makine bilgisine ihtiyaç vardır. Malzeme sıcaklığı ve enjeksiyon basıncı otomatik olarak malzeme özelliklerine dayanarak seçilir, ama eğer istenirse değiştirilebilir. Analiz bittikten sonra, doldurma zamanı, enjeksiyon basıncı, basınç düşüşü ve akış sıcaklığı sonuçlarından elde edilen doldurma bilgisi sonuçlarına bakılır.

Eğer doldurma bilgisi sonuçları bazı kalıplama problemleri gösteriyorsa problemin nereden geldiğini ortaya çıkarmak için sıcaklık ve basınç sonuçlarına bakılmalıdır. Doldurma bilgisine baktıktan sonra, diğer olası kalıplama problemlerini bulmak için hava boşluğu ve kaynak dikişi sonuçları üzerinde çalışılmalıdır. Girişleri kontrol ederek bazı problemler yeniden çözülür. Az yada orta derecede olan doldurma bilgileri ile gösterilen parça üzerindeki alanlar yeniden tasarlanır yada parça için doldurmak üzere yeni bir malzeme seçilir.

Bu yazılımlar kalıp tasarımcıları ve kalıp üreticilerine parça tasarımının imal edilebilirliğini, kalitesini, planlanmasını, girişlerin (kalıp ağızlarının), optimizasyonunu ve tek veya çok kalıp boşluğu olan yolluk sistemlerinin doğruluğunu kanıtlamada yardım eder. Aynı zamanda kalıp işlerini fiyatlandırır ve proses gereksinimlerini önceden bildirir.

Kalıbı tasarlamaya başlamadan önce imal edilebilirlik ve kalite gereksinimlerinin karşılanıp karşılanmadığını kanıtlanmalıdır. Bu kalıp tasarımcılarına parça tasarımını sonlandırmadan önce kendi deneyimlerini katma fırsatı verir.

Parça tasarım analizleri; kritik imal edilebilirlik ve kalite konularını tanımlayarak ve bu konuları adreslemek için uygun hareketleri öğütleyerek sonuçları sağlar. Böylece, parça tasarımını doldurarak ve kalıplanan parçanın kalitesini önceden bildirerek doğruluğunu kanıtlamış olur.

Kalıp tasarımı aşamasında kullanılan yazılımlarla CAD bilgileri esas alınarak çeşitli analizler yapılabilir.

4.1. Analizler

4.1.1. Çöküntü Analizi

Çöküntünün meydana geldiği alanlara yerleştirilir ve her çöküntünün derinliğini hesaplanabilir. Çöküntü işaretleri genelde parçanın ince alanlarıyla birleştirilir ve özellikle karşıt yüzeylerde destekler, göbekler ve bağlama levhaları gibi. Çöküntü işaretleri parçanın görsel kalitesini etkiler ve özellikle estetik yüzeylerde istenmezler. Kalıp tasarımcıları parça tasarımcılarını potansiyel kritik çöküntü işaretleri konusunda uyarmışlardır ve beraber bunları elemek için tasarım değişikliği senaryoları araştırmışlardır.

Bununla beraber, şayet parça tasarım değişikliklerinin mümkün olmadığı durumlarda, çöküntü analizi kalıp tasarımcılarına ve metot mühendislerine çöküntü etkilerini azaltmada yardım ettiğinden değerli hale gelir

4.1.2 Doldurma Analizleri

Doldurma analizleri yolluk sisteminden geçen ve ince parçadan geçen akışın analizi için kullanılan sonlu eleman ve sonlu farklılıklar programıdır. Bu analizler parça dışarı alınana kadar olan doldurma, paketleme ve soğutmayı içerir.

Doldurma ayrıca soğutma (COOLING) kalıp soğutma analizleri ile birleştirilir ve böylelikle sıcaklığın çekirdek ve boşluk yüzeyleri üzerindeki dağılımları yardımıyla çıkış sonuçlarını etkiler. Sonuçların yardımıyla çekme ve

burulma ve sonuçta kalan gerilmeler yüzünden oluşan parça deformasyonları hesaplanır.

Doldurma yazılımları kalıp tasarımcıları için bir araçtır. Kaynak dikişi problemleri, hava boşlukları ve kısa potlardan kurtulmak için çeşitli yolluk sistemleri çalışılmalıdır. Ayrıca çeşitli yöntem kontrol stratejileri üzerinde de çalışılmalıdır. Akış oranını ve basınç profillerini geliştirerek ısıtmayı kontrol edebilir ve değişik parçaların doldurulma işlemini yapabiliriz.

Kalıp doldurma akışı Non-Newtonion olarak Hele-Shaw akışı şeklinde genelleştirilerek modellenir. Sayısal çözüm bir melez sonlu eleman, sonlu farklılık ve kontrol hacim tasarısı olarak basıncı, sıcaklığı ve akış davranışlarını hesaplar.

Geniş mühendislik altyapısına yada yazılımı kullanmak için programlama marifetlerine ihtiyaç duyulmaz.

Doldurma yazılımlarının çıkışı basınç, sıkıştırma kuvveti, hacim sıcaklığı, yayılan sıcaklık kesme oranı (shear) ve değişik zamanlardaki gerilmeleri içerir. Kalıp tasarımcıları ve metot mühendisleri bu bilgileri şunlar için kullanırlar:

- Parça kalınlığını değiştirerek akışı eşitlemek
- Parça girişi yerlerine karar vermek
- Yolluk sistemi ve orifis boyutların tasarlamak
- Kaynak dikişi yerlerini değerlendirmek
- Olası hava boşlukları ve delik yerlerini tanımak
- Yöntem şartlarını optimize etmek
- Parçanın burulmasını önlemek

4.1.3 Soğutma

Soğutma yazılımları plastik enjeksiyon kalıp parçalarının soğuma performanslarını önceden bildirmek için kullanılır. Soğutma sistemleri slaytlardan oluşur ve berilyum-bakır yada başka bir metalden yapılır. Bu yazılım; çekirdek ve boşluk yüzey sıcaklıklarının önceden bildirilmesine ve sıcak lekelerin teşhis edilmesine izin verir.(<http://www.cadem.com.tr/3dsystems>,2005)

Soğutma yazılımları; sıcaklık değişmezliğini geliştirmek ve dönüşüm zamanını azaltmak için soğutma çizgilerinin yerleşmesini gerektiren bir kavrayış sağlar.

Minimum model, kalıp dolumu için kullanılan parça modeli ve soğutma çizgilerinin birleşmesinden oluşur. Ayırık çizgiler ve dış yüzeyler, kalıp sıcak hale geldiğinde de modellenenir.

Soğutma yazılımı, daha doğru plastik yüzey sıcaklıkları sunan DOLDURMA yazılımı ile de birleştirilebilir. Bu birleşmiş çözüm stratejisi FLOW ve COOLING analizlerinin ikisinde de büyük parçalar için uzun dolum zamanı, küçük parçalar için ise soğutma oranının yöntemi kontrol ettiği durumlar önerilir.

4.1.4 Burulma

Burulma analizleri normal yada fiber güçlendirilmiş termoplastik malzemelerle parçanın burulup burulmayacağını kararını verir. Burulma bir enjeksiyon kalıp parçasında çekmedeki varyasyonların nedenidir. Bu etkiler;

- Parça içinde bölgeden bölgeye,
- Parçanın kalınlığı boyunca,
- Malzeme oryantasyonunun yönüne paralel ve dik olarak,

olmak üzere 3 çeşittir.

Herhangi bir girişim olasılığını önceden bildirir ve belirli parçalar için burulma miktarı çekme varyasyonları nedeniyle ilk hesaplanmalıdır. Malzeme parçanın burulmasına tesir etmek için kullanılır. Bazen, malzeme boyutsal doğruluğu elde etmek için düşük ve üniform çekme özellikleriyle seçilir.

Bu malzemeler genellikle çok pahalıdır, böylece eğer çekme ve burulma tasarım prensiplerine uyulacaksa daha ucuz malzeme kullanımı olasıdır ve önemli finansal faydalar sağlar. (Öztop E., 2005)

Çalışmada PRO/ENGINEER programının PART ADVISOR modülü ile “gövde” adlı parçanın kalıp analizleri yapılmıştır. Bu modülün kullanımı ile

doldurma kalitesi ve doldurma süresi ile ilgili veriler sayesinde hem tasarlanan parçanın kalıplamaya uygunluğu hem de yolluk yeri belirlenerek en uygun yeri ile doldurma kalitesi görülmüş olmaktadır.

4.2. Örnek Çalışma

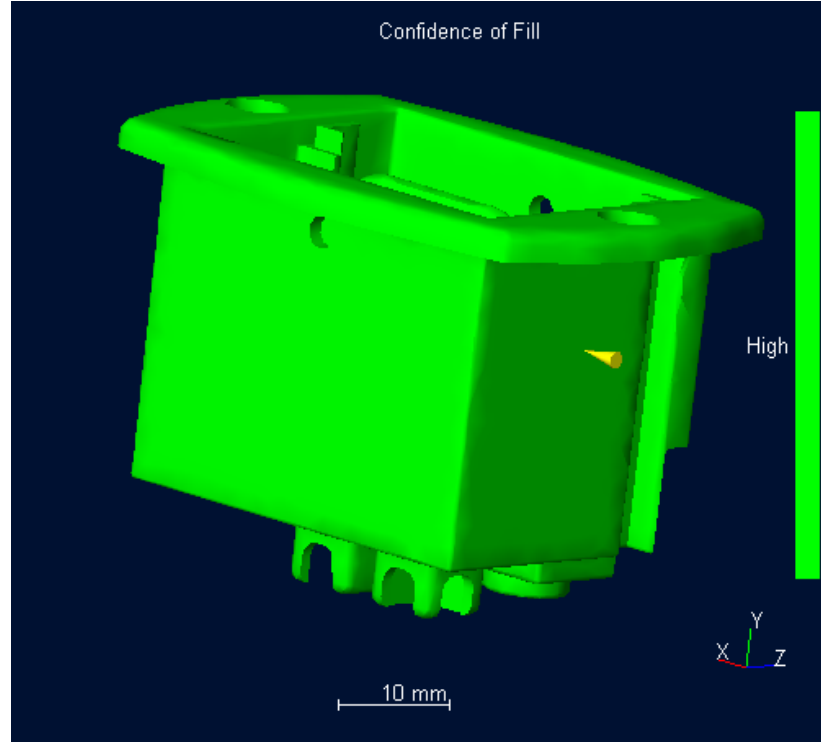
Yolluk yeri ile ilgili 3 analiz yapılmış en uygun yolluk yeri tesbit edilmiştir.. Saptanan en uygun yolluk yerine ait doldurma analizi ile elde edilen sonuçlar Şekil.4.1-Şekil 4.7 arasındaki resimlerde görülmektedir.

4.2.1. Yolluk Yerinin Tesbiti

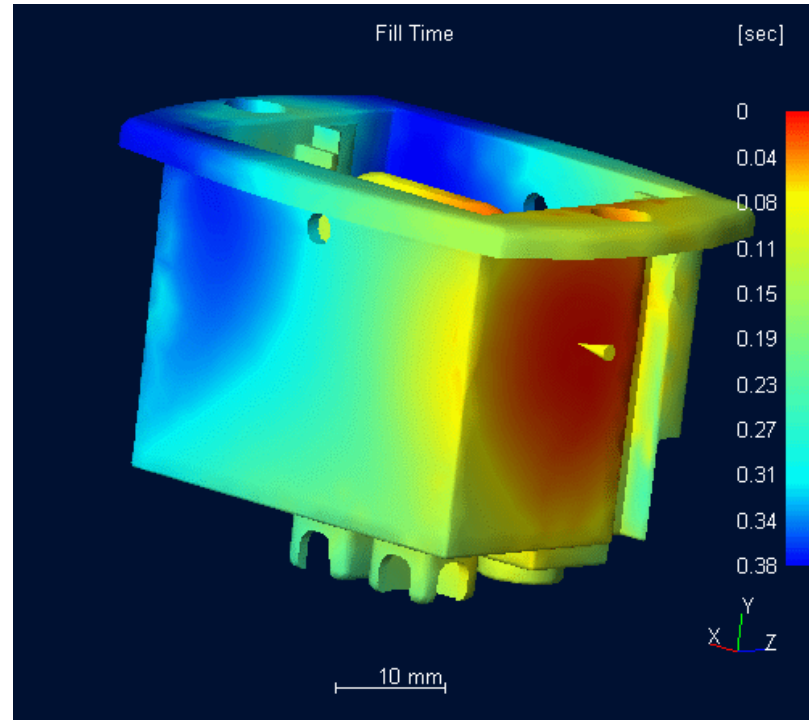
Yolluk yerinin belirlenebilmesi için gerekli bilgiler Tablo 4.1’de görülmektedir.

Tablo4.1 Analiz koşulları

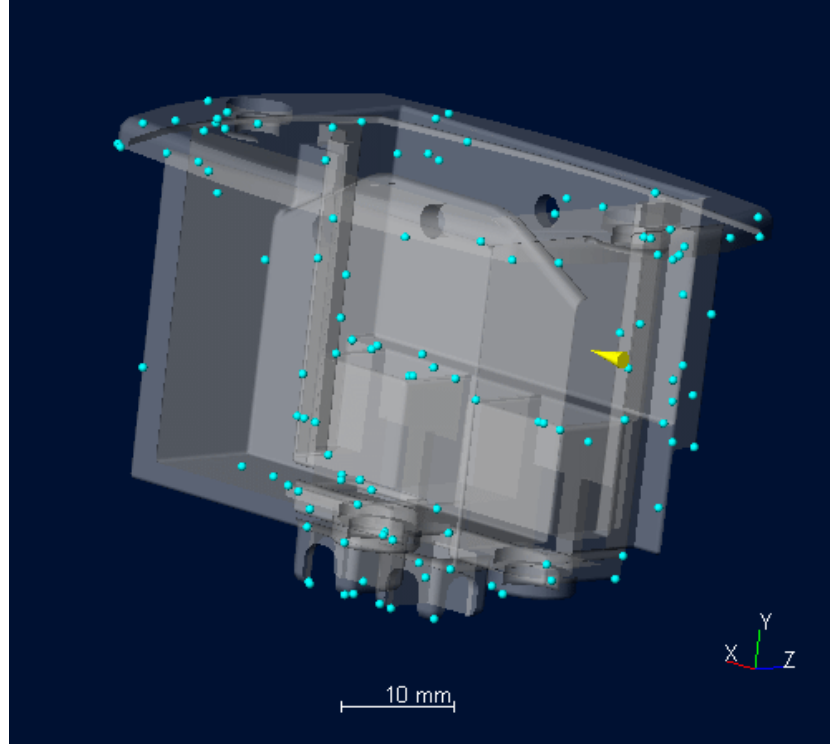
Release Level:	4.00
Part Name:	govde
Part Revision:	27
Material Supplier:	BASF (Germany) [BASFWIS]
Material Grade:	Lupolen V 3520 K [BA902]
Mold Temperature:	25.00 deg.C
Melt Temperature:	225.00 deg.C
Max Injection Pressure:	136.00 MPa
Injection Time:	0.38 sec
Injection Pressure:	10.49 MPa
Weld Lines:	Yes
Air Traps:	Yes



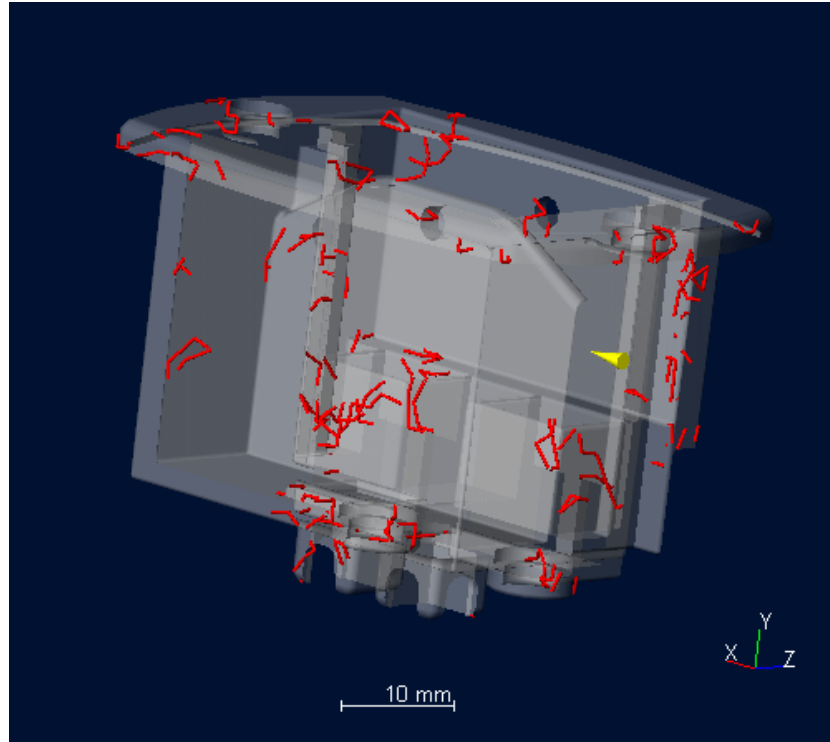
Şekil. 4.1 Doldurma Kalitesi



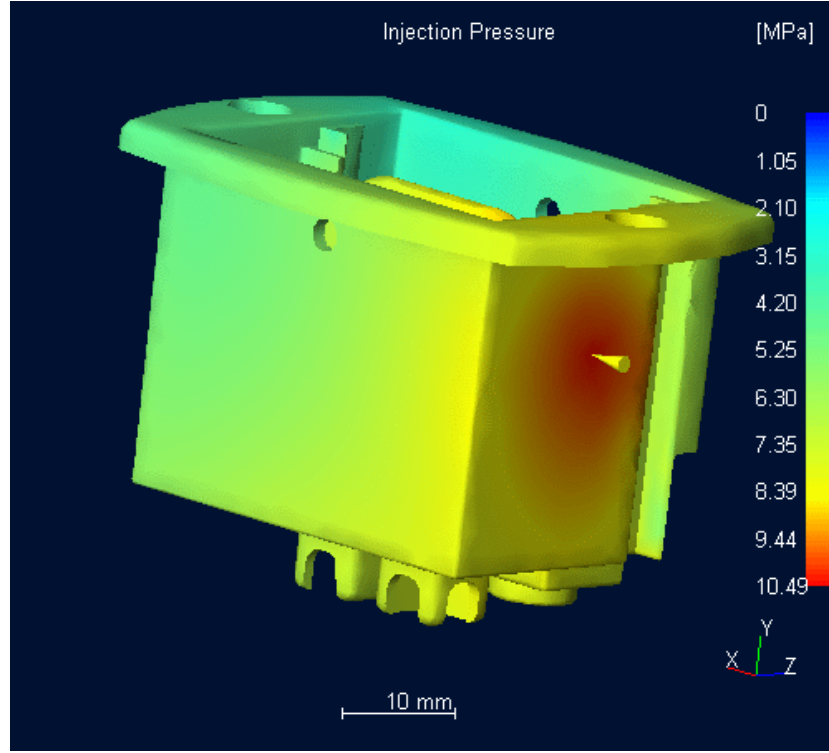
Şekil. 4.2 Doldurma Zamanı



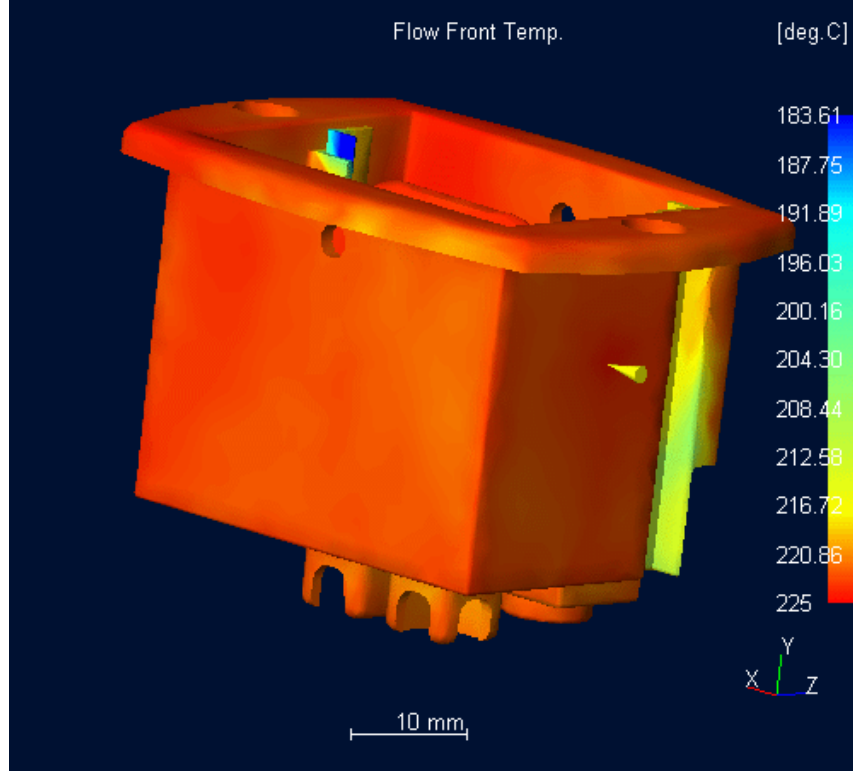
Şekil 4.3 Hava Boşlukları



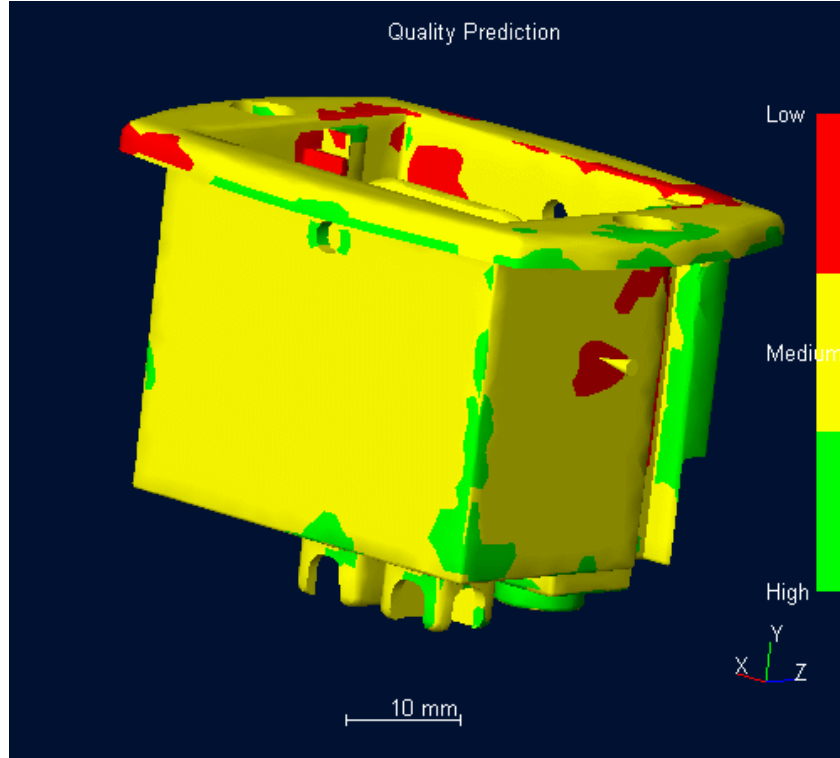
Şekil 4.4 Kaynak(Birleşme) Çizgileri



Şekil. 4.5 Enjeksiyon Basıncı



Şekil.4.6 Soğuk Bölgeler



Şekil. 4.7 Baskı Kalitesi

Elde edilen bu analiz sonuçları yolluk yerinin %100 verimli olmadığını anlatmaktadır. Ancak en kısa sürede ve en iyi doldurma koşulları sağlansa bile belirlenen yolluk yeri her zaman en uygun yolluk yeri olmaz.. Bazı durumlarda belirlenen en verimli bölge tüketicinin ilgisini çekecek bir bölgede yer alıyor olabilir. Yolluk yeri girişinde bu parametreyi de hesaba katmak gerekir.

Belirlenen olumsuzlukları baskı aşamasında pratik çalışma yaparak giderme yoluna gidilmelidir.

Yazılımın belirlediği yolluk yeri ile ilgili analiz sonuçlarını tablo 4.2’de verilmiştir. İncelersek;

Tablo 4.2 Doldurma analizi karşılaştırması

	DOLDURMA ZAMANI (sn)	FARK
KLASİK YÖNTEM	0.53	%27
ANALİZLE ELDE EDİLEN	0.38	

4.3. Yatırım Maliyeti

Piyasadan temin edilecek parçaların kullanılması ile kalıp yatırımı da minimize edilmiştir. Tablo 4.1’de kalıplarla ilgili yatırım maliyetleri görülmektedir.

Tablo 4.3 Kalıp Yatırımı

KALIP ADI	KALIP CİNSİ	GÖZ (KAVİTE) SAYISI	MALİYETİ	AÇIKLAMA
GÖVDE	PLASTİK	2	20.000\$	ORTAK KALIP YAPILACAK
PRİZ KAPAK+DÜĞME	PLASTİK	2+2		
PRİZ KONTAK	METAL	2	7.500\$	FİRMA DIŞINDAN TEMİN EDİLECEK
HAREKETLİ KONTAK TUTUCU	METAL	2	7.500\$	
HAREKETLİ KONTAK	METAL	2	5.000\$	KALIP YAPILACAK
KALIP SAYISI	1ADET PLASTİK	1 ADET METAL		
KALIP YATIRIMI			25.000\$	

Tablo 4.4 Yatırım Kazancı

	KALIP ADEDİ	YATIRIM TUTARI (\$)
KLASİK TASARIM YÖNTEMLERİYLE	5	45.000
ÇALIŞMA SONUNDA	2	25.000
FARK	3	20.000

Klasik yöntemlerle girdi fazında belirlenen yatırımda öngörülen maliyet ile yapılan çalışmalar sonucu ortaya çıkan maliyet Tablo 4.4’de verilmiştir. Tablo 4.4 incelendiğinde yapılan çalışmalar sonucunda elde edilen kazanç 20.000\$’dır.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

5.1 Sonuç

Günümüzde her sektörde olduğu gibi elektrik malzemeleri sektöründe de ÜR-GE faaliyetleri önem kazanmıştır. Bunun iki ana nedeni vardır. Birincisi değişen ürün standartlarına uygun ve sürekli kaliteyi esas alan ürünler geliştirmek, ikincisi de maliyetleri minimize etmek.

Bu iki konuya baktığınızda birbirine zıt iki faktör olarak görülmektedir. Hem kalitede sürekliliği sağlamak, hem maliyetleri düşürmek. İşte bunun orta noktasını bulmak için optimizasyon yapmak gereklidir.

Yapılan optimizasyon çalışmalarında hedef hem maliyetleri düşürmek, hem de kaliteyi arttırarak , etkinlik ve kalitede süreklilik sağlamaktır. Bunu için teknolojiyi kullanmak esastır.

Yapılan bu çalışmada çeşitli optimizasyon yöntemleri kullanılmış, etkinliği ve elektrik malzemeleri sektörüne uygunluğu incelenmiştir.

Çalışmada anahtar ve prizden oluşmuş kombine bir elektrik malzemesi olan banyo ve mutfak dolaplarında kullanılmak üzere tasarlanmış ve hali hazırda üretime geçmiş özgün bir tasarım referans alınmıştır.

Çalışmanın neticesinde rakamsal olarak;

- Yatırım maliyetlerinde %55
- Pirinç malzemedede %3
- Plastik kalıp baskı süresinde %27
- Baskı işçiliğinde %66

oranında kazanç sağlandığı sonucu elde edilmiştir.

Bu çalışma optimizasyon yöntemleri ile özellikle orta gerilim elektrik malzemelerinin üretiminde optimizasyon yönteminin etkisini ortaya koymuş ve yukarıda elde edilen rakamlarla da ;

- Bilgisayar ortamında 3 boyutlu parça tasarımının,
- Eşzamanlı mühendislik yöntemlerinin etkin olarak kullanılmasının,

- Kalıplamada doldurma analizlerinin verimliliği arttırmada etkili olduğu gözlemlenmiştir.

5.2. Öneriler

Yapılan bu çalışma elektrik malzemeleri üretiminde tasarım aşamasından kalıplama aşamasına kadar olan kısmı incelemiştir.

Kalıplama aşamasından müşteriye sunum aşamasına kadar olan basamaklar ayrı bir tez konusu olarak değerlendirilebilir. Örnek olarak verilen uygulama yöntemin işlem adımlarını ve sonuçlarını göstermeye yöneliktir, istenen kısıtlar doğrultusunda diğer farklı ürünler model olarak seçilebilir.

Ayrıca, tasarım aşamasında yapılan analizlere bilgisayar ortamında yapılacak elektriksel ve ısınma analizleri de eklenebilir.

KAYNAKLAR

- Akal, Z. (Çeviren),** 1991 İŞ ETÜDÜ-Mili Prodüktivite Merkezi Yayınları No :29
- Babacan, S. ,** 2001, TKY Felsefesi ve Temel İlkeleri Eğitim Notları
- Baykal,O., Atalay, ve ark,** 1995, Verimlilik Yönetimi El Kitabı MPM Yayınları No:476
- Dereli,T, Baykasoğlu,A.,** 2006 Gaziantep Üniv., Endüstri Müh. Böl. Araştırmaları <http://www.emomakinemarket.com>
- Emek,A ,** 2003 , Ultra Dizayn El Kitabı
- Emek,A ,** 2003 , Ultra Polimer Genel Eğitim Notları
- Türkmen ,H. Z.,** 2003, Stratejik Planlama Eğitim Notları
- Karahasanoğlu , S.,** 2003 , Üretim Yönetiminde Özel Bir Konu: Eş Zamanlı Mühendislik , Otomasyon Sayı 129
- Öztop E.,**2005 Moldflow Ve C-Mold İle İlgili Bilgiler
- Tanyaş.M.,**2000, Endüstri Mühendisliğine Giriş,
- TS 4915 EN 60669-1(TS 4915) Anahtarlar, 2005
- TS EN ISO 1182, 2006
- TS IEC 60884-1(TS 40) Fiş Ve Prizler,1997
- Yağlı, K. ,** 2006, <http://www.netmatematik.com/netmatematik/bolum2-konu14.html>
- Yıldız,A.R., ve ark. ,** 2003, Taşıt Elemanlarının Optimum Topoloji Yaklaşımı İle Tasarımı ,muhendismakina, ocak 2003
- <http://www.tse.org.tr>
- <http://www.viko.com.tr> ,Elektrik malzemeleri Ürün Resimleri
- <http://www-fp.mcs.anl.gov/otc/Guide/SoftwareGuide/Blurbs/whizard.html>
- <http://www.cadem.com.tr/3dsystems>,2005

ÖZGEÇMİŞ

Çiğdem YÜRÜR, 1972 yılında İstanbul'da doğdu. Lise eğitimini Haydarpaşa Teknik Lisesi Makine bölümünde tamamladı. 1994 yılında Marmara Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Makine Öğretmenliği Konstrüksiyon Anabilim dalından mezun oldu. 2004 yılına kadar elektrik malzemesi üreten firmaların tasarım ve proje gruplarında yöneticilik yaptı. Evli ve bir erkek çocuk annesidir

Ek 1: Optimizasyon Yazılımlarının Listesi

- The AIMMS modeling language.
- The AMPL modeling language.
- ANALYZE linear programming model analysis.
- ANSYS-system and model analysis/ optimization toolbox
- ASA - adaptive simulated annealing.
- BPMPD - linear programming.
- BQPD - quadratic programming.
- BT - minimization.
- BTN - block truncated Newton.
- CML - constrained maximum likelihood.
- CNM - linear algebra and minimization.
- CO - constrained optimization.
- CONOPT - nonlinear programming.
- CONSOL-OPTCAD - engineering system design.
- CONTIN - systems of nonlinear equations.
- CPLEX - linear programming.
- C-WHIZ - linear programming models.
- DATAFORM - model management system.
- DFNLP - nonlinear data fitting.
- DOC - Design Optimization Control Program.
- DONLP2 - nonlinear constrained optimization.
- DOT - Design Optimization Tools.
- EASY FIT - parameter estimation in dynamic systems.
- Excel and Quattro Pro Solvers - spreadsheet-based linear, integer and nonlinear programming.
- EZMOD - modeling environment for decision support systems
- FortMP - linear and mixed integer programming.
- GENESIS - structural optimization software.

Ek 1: Optimizasyon Yazılımlarının Listesi (Devam)

- FSQP - nonlinear and minmax constrained optimization, with feasible iterates.
- GAMS - modeling language.
- GAUSS - matrix programming language.
- GENOS 1.0 - nonlinear network optimization.
- GINO - nonlinear programming.
- GRG2 - nonlinear programming.
- GOM: Global Optimization for Mathematica.
- HOMPACk - nonlinear equations and polynomials.
- HOPDM - linear programming (interior-point).
- HARWELL Library - linear and nonlinear programming, nonlinear equations, data fitting.
- HS/LP Linear Optimizer - linear programming.
- ILOG - constraint-based programming and nonlinear optimization.
- IMSL - Fortran and C Library.
- KORBX - linear programming.
- LAMPS - linear and mixed-integer programming.
- LANCELOT - large-scale problems.
- LBFGS - unconstrained minimization.
- LBFGS-B - bound-constrained minimization.
- LGO IDE - continuous and Lipschitz global optimization.
- LINDO - linear, mixed-integer and quadratic programming.
- LINGO - modeling language.
- LIPSOL - linear programming.
- LNOS - linear programming/network flow problems.
- LOQO - Linear programming, unconstrained and constrained nonlinear optimization.
- LP88 and BLP88 - linear programming.
- LSGRG2 - nonlinear programming.
- LSNNO - large scale optimization.
- LSSOL - least squares problems.

Ek 1: Optimizasyon Yazılımlarının Listesi (Devam)

- GENESIS - structural optimization software.
- M1QN3 - unconstrained optimization.
- MATLAB - optimization toolbox.
- MAXLIK - maximum likelihood estimation.
- MCS - global optimization.
- MILP88 - mixed integer programming.
- MINOS - linear programming and nonlinear optimization.
- MINTO - mixed integer linear programming.
- MINPACK-1 - nonlinear equations and least squares.
- MIPIII - mixed integer programming.
- MODFIT - parameter estimation in dynamic systems.
- MODLER - linear programming modeling language.
- MODULOPT - unconstrained problems and simple bounds.
- MOSEK - linear programming and convex optimization.
- MPSIII - mathematical programming system.
- NAG C Library - nonlinear and quadratic programming, minimization
- NAG Fortran Library - nonlinear and quadratic programming, minimization
- NETFLOW - network optimization.
- NITSOL - systems of nonlinear equations.
- NLPE - minimization and least squares problems.
- NLPJOB - Mulicriteria optimization.
- NLPQL - nonlinear programming.
- NLPQLB - nonlinear programming with constraints.
- NLSSOL - constrained nonlinear least squares problems.
- NLPSPR - nonlinear programming.
- NOVA - nonlinear programming.
- NPSOL - nonlinear programming.
- ODRPACK - NLS and ODR problems.
- OML - linear and mixed-integer programming, model management.
- OPTDES - design optimization tool.
- OPTTECH - global optimization.

Ek 1: Optimizasyon Yazılımlarının Listesi (Devam)

- OptiA - unconstrained, constrained, quadratic, minimax, nonsmooth, and global optimization
- OPTIMA Library - optimization and sensitivity analysis.
- OPTMUM - optimization.
- OPTPACK - constrained and unconstrained optimization.
- OSL - linear, quadratic and mixed-integer programming.
- PCOMP - modelling language with automatic differentiation.
- PCx - linear programming with a primal-dual interior-point method.
- PDEFIT - parameter estimation in partial differential equations.
- PETSc - parallel solution of nonlinear equations and unconstrained minimization problems.
- PLAM - algebraic modeling language for mixed integer programming, constraint logic programming, etc.
- PORT 3 - minimization, least squares, etc.
- PROC LP - linear and integer programming.
- PROC NETFLOW - network optimization.
- PROC NLP - various quadratic and nonlinear optimization problems.
- Q01SUBS - quadratic programming for matrices.
- QAPP - quadratic assignment problems.
- QL - quadratic programming.
- QPOPT - linear and quadratic problems.
- RANDMOD - linear programming model randomizer.
- SIMUSOLV - modeling software.
- SPRNLP - sparse and dense nonlinear programming, sparse nonlinear least squares, including the SOCS package for optimal control
- SPEAKEASY - numerical problems and operations research.
- SNOPT - large-scale quadratic and nonlinear programming problems.
- SQOPT - large-scale linear and convex quadratic programming problems.
- SQP - nonlinear programming.
- SYNAPS Pointer - multidisciplinary design optimization software
- SYSFIT - parameter estimation in systems of nonlinear equations.
- TENMIN - unconstrained optimization.

Ek 1: Optimizasyon Yazılımlarının Listesi (Devam)

- TENSOLVE - nonlinear equations and least squares.
- TN/TNBC - minimization.
- TNPACK - nonlinear unconstrained minimization.
- TSA88 - network linear programming.
- UNCMIN - unconstrained optimization.
- VE08 - nonlinear optimization.
- VE10 - nonlinear least squares.
- VIG and VIMDA - decision support system.
- WHIZARD - linear programming, mixed-integer programming.

Ek2: Kalıp Tasarımıyla İlgili Yazılımlar

- DART
- GAIM (The Gas-Assisted Injection Molding)
- Maintenance professional-main
- MPI LITE
- PennStateCool
- PLA-Ace, SpirexLink
- TM Concept,
- Moldflow
- Moldtemp
- SimufLOW
- CADKEY
- Pro/Moldesign
- SDRS
- QuoteFile.