

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**TEK PARÇA PARLAK PLASTİK LCD TV AYAK TASARIM
UYGULAMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ
Alev FERADOĞLU

Anabilim Dalı : Makina Mühendisliği

Programı : Konstrüksiyon

Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Vedat TEMİZ

Şubat 2010

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**TEK PARÇA PARLAK PLASTİK LCD TV AYAK TASARIM
UYGULAMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ
Alev FERADOĞLU
(503961052)

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 25 Aralık 2009

Tezin Savunulduğu Tarih : 1 Şubat 2010

Tez Danışmanı : Yrd. Doç. Dr. Vedat TEMİZ (İTÜ)
Diğer Jüri Üyeleri : Yrd.Doç. Dr.İ. Mehmet Palabıyık(İTÜ)
Doç. Dr. Özgen Ü. ÇOLAK (YTÜ)

Şubat 2010

Bu tez çalışması, her zaman yanımda ve müşfik olan sevgili eşim Türkan, ve sevgili çocuklarım Alp ve Nil' e adanmıştır.

ÖNSÖZ

Bu tezde, günümüzde hayatımızın büyük bir bölümünde kullandığımız, her geçen gün uygulama alanları biraz daha artan plastik malzemeler kullanarak spesifik tasarım uygulaması yapacağız. Bu uygulamada, bir LCD TVnin tamamı tek parça plâstik malzemeden nasıl tasarlanacağını anlatacağız. Bu malzeme yüksek parlaklıkta olacak ve tek parça olarak tüm TV kabini ayakta tutacak. Bunun için önce LCD TV yapıların günümüze kadar geçirdiği aşamaları, sonra parlak yüzey elde etme yöntemleri, arkasından da tasarım aşamaları ve sonunda tasarımı doğrulamak için mukavemet analiz ve moldflow plasik akış analizi yapacağız.

Bu ayak tasarımı Arçelik AŞ Elektronik İşletmesinde eski bilinen adı ile BEKO Elektronik AŞ’de 2008 yılında gerçek bir projeden elle alınmıştır. Bu projede ve daha sonra tezin oluşumunda bana yardımcı olan değerli mühendis ağ bilerime teşekkürü borç bilim. Özellikle Sn Atilla Akgün, Sn Aydın Okur, parlak yüzey yöntemleri ve Sn. Mustafa Tuğrul . moldflow analizinde bilgilerini ve önerilerini benimle paylaştıkları için teşekkür ediyorum.

Yine vakit ve tavsiyelerini esirgemeyen değerli hocam Yrd. Doç. Dr. Vedat Temiz’e ayrıca teşekkür ediyorum.

Şubat 2010

Alev Feradoğlu

(Mekanik Tasarım Mühendisi)

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ.....	v
KISALTMALAR	ix
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xi
ŞEKİL LİSTESİ.....	xiii
ÖZET.....	xv
SUMMARY	xvii
1. GİRİŞ	1
2. LCD AYAK TİPLERİ	3
2.1 Hareket Şekline Göre Ayak Tipleri.....	3
2.1.1 Sabit Ayaklar.....	4
2.1.2 Hareketli Ayaklar	5
2.1.2.1 Tilt Hareketli Ayaklar	5
2.1.2.2 Swivel Hareketli Ayaklar	8
2.1.2.3 Aynı Anda Swivel Ve Tilt Hareketli Ayaklar	9
2.2 Yapılarına Göre Ayak Tipleri	11
2.2.1 Sac Metal Taşıyıcı Ayaklar	11
2.2.2 Alüminyum Taşıyıcılı Ayaklar	12
2.2.3 Plastik Taşıyıcı Ayaklar	12
2.2.4 Tek Parça Plastik (Hem Taşıyıcı Hem Cosmetic) Ayaklar.....	12
3. PLASTİK PARÇALARDA PARLAK YÜZEYLER.....	15
3.1 Amaç	15
3.2 Heat&Cool (Buhar) Yöntemi	15
3.3 H-Mold (Heat Mold)	19
3.4 E-Mold Yöntemi (Electricity Mold)	20
4. TEK PARÇA PARLAK PLASTİK AYAK TASARIMI.....	25
4.1 Plastik Ayak Dış Ölçülerin Belirlenmesi	26
4.1.1 10° Eğimli Düzlem Testi.....	26
4.1.2 100N Tesiti.....	28
4.2 Endüstriyel Tasarım	29
4.3 Malzeme Seçimi.....	30
4.4 Et Kalınlığı Belirlenmesi.....	33
4.5 Zemin Basma Noktaları.....	35
4.6 Boyun Bölgesi Tasarımı.....	36
4.7 Güçlendirme	36
4.8 Boru İticiler	38
5. AYAK ANALİZ	41
5.1 Mukavemet Analizi	41
5.1.1 Parçanın Mesh Edilmesi.....	41
5.1.2 Sınır Şartları	41
5.1.3 Malzeme Mukavemeti Değerlerin Girilmesi	43
5.1.4 Esneme Miktarın Bulunması.....	43

5.1.5 Strain	44
5.1.6 Maksimum Gerilmeler	45
5.1.7 Sonuç.....	47
5.2 Moldflow Analizi	47
5.2.1 STL Datasının Hazırlanması	47
5.2.2 Yolluk Yerlerin Belirlenmesi	49
5.2.3 Enejesiyon parametrelerin ayarlanması	50
5.2.4 Moldflow Doldurma Simülasyonu.....	51
5.2.5 Moldflow Warpage Simülasyonu.....	52
6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	55
KAYNAKLAR.....	57

KISALTMALAR

E-mold	: Electricity Mold
EPS	: Expanded Polystyrene
H&C	: Heat and Cool Mold
H-Mold	: Heat Mold
LCD	: Liquid Crystal Display
CRT	: Cathode Ray Tube

ÇİZELGE LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
Çizelge 3.1 : Sistemlerin Birbiriyle Mukayesesi	23
Çizelge 4.1 : Seçilen ABS&PMMA Malzeme Özellikleri	32

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1.1 : 32” LCD TV ve Ayağı	1
Şekil 2.1 : :LCD TVnin Şematik Resmi	3
Şekil 2.2 : Sabit Ayak	4
Şekil 2.3 : Patlatılmış Sabit Ayak	5
Şekil 2.4 : Tilt Hareketli Ayak.....	6
Şekil 2.5 : Tilt harektli mekanizma parçaları.....	7
Şekil 2.6 : Tilt Hareketli mekanizma kesiti.	7
Şekil 2.7 : Swivel Hareketli Ayak	8
Şekil 2.8 : Swivel Ayak Parçaları	8
Şekil 2.9 : Swivel ve tilt hareketli mekanizma sac malzemeli	9
Şekil 2.10 : Swivel ve Tilt Hareketli Mekanizma Alüminyum Döküm Malzemeli ..	10
Şekil 2.11 : Mekanizma Elemanları	10
Şekil 2.12 : Yatay Metal Taşıyıcı Ayak.....	11
Şekil 2.13 : Alüminyum taşıyıcılı ayak	12
Şekil 2.14 : 15” Tek Parça Plastik Ayak.....	13
Şekil 3.1 : Heat&Cool process	16
Şekil 3.2 : Ön Çereçvede Uygulanmış Buhar Delikleri Ve Isı Dağılımı Örneği.....	17
Şekil 3.3 : 3Boyutlu ısıtma soğutma örneği	17
Şekil 3.4 : Heat&Cool Yöntemi İle Elde Edilen Laptop Üst Çereçve	18
Şekil 3.5 : H-Mold Dişi Lokma Yapısı.....	19
Şekil 3.6 : H-Mold rezitans destekli	20
Şekil 3.7 : E-Mold Temel Kalıp Yapısı	20
Şekil 3.8 : E-Mold kalıp Kesiti.....	21
Şekil 3.9 : Ön Çerçeve Kalıbında Rezitans Yerleşimi.....	22
Şekil 3.10 : Rezitans Delikleri	22
Şekil 3.11 : E-Mold Yöntemi ile Oluşturulan Parlak Yüzeyli Parçalar.....	23
Şekil 4.1 : Tasarlanacak Ayağın Bitmiş ve TV Kabine Monte Edilmiş Görünümü..	25
Şekil 4.2 : Tasarlanacak Ayağın Bitmiş Üst ve Alt Görünümü	26
Şekil 4.3 : 10°lik Test Şekli.	27
Şekil 4.4 : 100Nluk Test Şekli.....	29
Şekil 4.5 : Endüstriyel Yüzey Datası.....	30
Şekil 4.6 : Kabuk Ayak.....	33
Şekil 4.7 : Çöküntü Bölgesi	34
Şekil 4.8 : Yan etek kalınlığı 3mmye düşürülmüş Hali.....	34
Şekil 4.9 : Yan Dönme Eksenin Oluşturulması	35
Şekil 4.10 : Ayak boyun bölgesi.....	36
Şekil 4.11 : Kuvvet Çizgileri	37
Şekil 4.12 : Tarafsız Eksen	38
Şekil 4.13 : Boru iticilerin yerleştirilmesi.....	39
Şekil 5.1 : Ayağın Mesh Modeli41	
Şekil 5.2 : Kuvvet dağılımını basitleştirme şekli.....	42
Şekil 5.3 : Sınır Şartları Ön Görünüş.....	42

Şekil 5.4 : Sınır Şartları İso metrik Görünüş	43
Şekil 5.5 : Deplasman	44
Şekil 5.6 : Strain Gösterimi.....	44
Şekil 5.7 : Maximum Gerilme Genel Görünüm	45
Şekil 5.8 : Maximum Gerilme Detay Görünümü	46
Şekil 5.9 : Maksimum gerilmelr Üst Yüzey	46
Şekil 5.10 : STL Datasının hazırlanması	48
Şekil 5.11 : STL Data Görünümü	48
Şekil 5.12 : Çift Kenar Yolluk Uygulanması Durumunda Akış Çizgileri	49
Şekil 5.13 : Yolluk Boyun Bölgesinde	50
Şekil 5.14 : Moldflow Doldurma Süresi Üst Görünüş.....	51
Şekil 5.15 : Moldflow Doldurma Süresi Alt .Görünüş	52
Şekil 5.16 : Moldflow Warpage analizi	52
Şekil 5.17 : Moldflow İyileştirilmiş Warpage Analizi	53

TEK PARÇA PARLAK PLASTİK LCD TV AYAK TASARIM UYGULAMASI

ÖZET

LCD TV sektöründe yoğun rekabet nedeni ile malzeme maliyetleri düşürmek gerekmektedir. Bunun için maliyet azaltma önerilerinden biri de LCD TV ayağının komple plastikten üretmektir. Bu ayağın yüzeyi de son trendlere uygun olarak high gloss (yüksek parlaklıkta) olması gerekmektedir. Bu tezde 32" LCD TV ayağın dış yüzey yüksek parlaklıkta tek parça plastik malzemeden tasarlanması ele alınmıştır. Böylece daha hafif, daha az malzeme kullanarak, montaj işçiliğine gerek kalmadan ve boyama işlemi olmadan parça daha düşük bir maliyete üretimi sağlanacaktır.

Bölüm 2de genel olarak LCD ayak tipleri incelenmektedir. Hareket tiplerine göre sabit, tilt , swivel ve karma (tilt ve swivel aynı anda) hareketleri incelenmektedir. Yapılarına göre de sac ve alüminyum tabanlı ayaklar incelenmektedir. Böylece tek parça plâstik parça ayak tasarımının önemi daha da net anlaşılmaktadır. Daha sonra küçük LCDler için yapılan tek parça plastik ayak tasarımı da değinilmektedir.

Bölüm 3te plastik ayaklar boyanmadan kendiliğinden parlak yüzey elde edilen Heat&Cool, H-mold ve Electricity-mold yöntemleri tanıtılmaktadır. Bu yöntemlerin ortak noktası ejeksiyon sırasında dişi yüzeyler sıcak tutularak (Heat& Cool ve Electricity-mold 110°, H-mold 95°) parlak yüzey elde edilmesi sağlanır. Malzeme olarak ABS&PMMA veya ABS&PC malzemeleri kullanılmaktadır. Her üç yöntemle ilgili karşılaştırma tablosu da hazırlanmıştır. Ayak tasarımları için aralarında en uygun yöntem Heat&Cool dır.

Bölüm 4te plastik ayağın baştan sonra tasarımı yapılmaktadır. Ayağın dış ölçüleri belirlenmesi için ayak 10° testinden ve 100N testinden geçmesi gerekmektedir. Bu testten geçebilmesi için minimum ayak ölçüleri nasıl hesaplandığı gösterilmektedir. Daha sonra da malzeme seçimi, et kalınlığı ve zemine basma noktaların belirlenmesi nasıl yapıldığı anlatılmaktadır. Ayrıca kuvvet çizgilerin ayak boyundan yan kenarlara ribler ile nasıl oluşturulduğu anlatılmaktadır.

Bölüm 5te önce mukavemet analizi ile tasarımın doğrulanması yapılmakta olup, sonra da kalıplanabilmemesi için moldflow analizi ile kontrol edilmektedir. Mukavemet analizi maksimum deplasman, strain ve maksimum gerilmelerin nerelerde olduğu belirlenmektedir. Böylece akam sınırını da geçip geçmediği böylece ayak güvenilir olup olmadığı ile ilgili yorumlar ilave edilmektedir. Moldflw analizi ile de genel kalıp dolma simülasyonu ve sonra bu tarz ayak tasarımlarında karşılaşılan warpage problemi olmamamsı için enjeksiyon makinası ayarları değiştirerek simülasyon tekrarlanmaktadır. Böylece ayak hem güvenilebilir hem de üretilebilir olduğunu göstermektedir.

APPLICATION OF DESIGN OF SINGLE HIGH GLOSS STAND FOR LCD TV

SUMMARY

Because of the competitive pressure on LCD TV market, material cost of TV products should be reduced. One of the ways to reduce the material cost is to make stand of LCD TV totally from plastic material. Even this stand according to new trend should be high gloss surface. That is why in this study we will investigate design of single plastic high gloss surface stand for 32" LCD TV. With this new design stand will be less heavy, use less material, less assembly power and without painting processes can be produced.

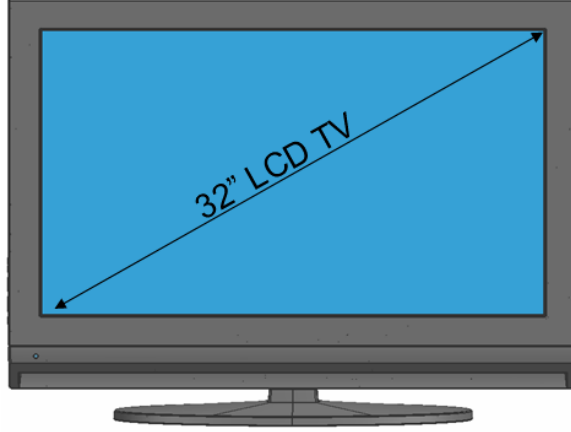
In chapter 2, we generally explain stand types available on market. According to motion way there are fixed, tilt, swivel and mixed (swivel with tilt together) types. According to structure, there are sheet metal based and Aluminum based stands. By explaining these types of stand it is easy to understand advantages of new single plastic based stand.

In chapter 3, we explain method of achieving high gloss surface of stand without painting. There are three methods to achieve high gloss surface: Heat&Cool (steam), Heat-Mold (hot water) and Electricity-Mold (resistance). Main principle of all of them is that cavity side of tool should be additionally heated (for Heat&Cool and Electricity – mold till 110°C and for Heat -mold till 95°C) during injection process to achieve high gloss surface.

In chapter 4, we explain how the stand is designed. To determine outline dimensions of stand we should pass from 10° slope test and 100N safety test. Both test methods are explained. Then how is selecting material, what should be the thickness of main wall of stand, how we determine contact points to floor is explained in detail. Also how should be rib structure designed to achieve uncured force lines is explained.

In chapter 5, we approve design by applying structural analyze .Than by modlflow analyze study we are check if this stand can be molded without any problem. By structural analyses, we are checking maximum displacement, stains and tensile strength. With moldflow, first we simulate filing of stand, than checking if warpage occurs and to avoid warpage we modify some injection parameters and checking again. After both analyses we can be sure that this stand can be used on production wthout face any problem.

1. GİRİŞ



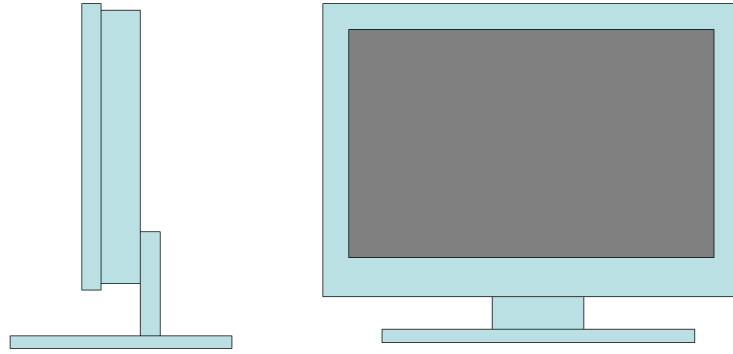
Şekil 1.1 : 32” LCD TV ve Ayağı

Plastik malzemeler günlük hayatımızda her geçen gün daha da fazla kullanıma girmiştir. Otomotiv, beyaz eşya ve elektronik sektörlerde kullanımı gittikçe artmaktadır. Bunun temelinde birkaç sebebi vardır. Plastik malzeme kaynağı olması, kolay şekillendirebilmesi ve düşük maliyetli olmasıdır. Kıyasıya rekabetin yaşandığı bugünlerde uzak doğuda düşük işçilik maliyetleri ile rekabet etmenin tek yolu daha düşük malzeme maliyetli tasarımların yapılmasıdır. Altta LCD (Liquid Crystal Display) TVnin ayakta durmasını sağlayan ayak tasarımı ele alındı. Çeşitli ayak tasarımların arasında yeni bir ayak tipi geliştirilmesi gerekmiştir. Bu ayak LCD TVnin ön çerçeve kabini ile aynı parlaklıkta olması gerekmektedir ve aynı zamanda minimum maliyette.

2. LCD AYAK TIPLERİ

2.1 Hareket Şekline Göre Ayak Tipleri

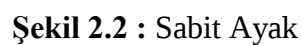
LCD TVleri CRT TVlere göre çok daha ince oldukları için dik durmasını sağlamak için ayaklar kullanılır. Ayaklar yatay zemine oturan ve dikey LCD ekranına bağlanan kısımlardan oluşur.

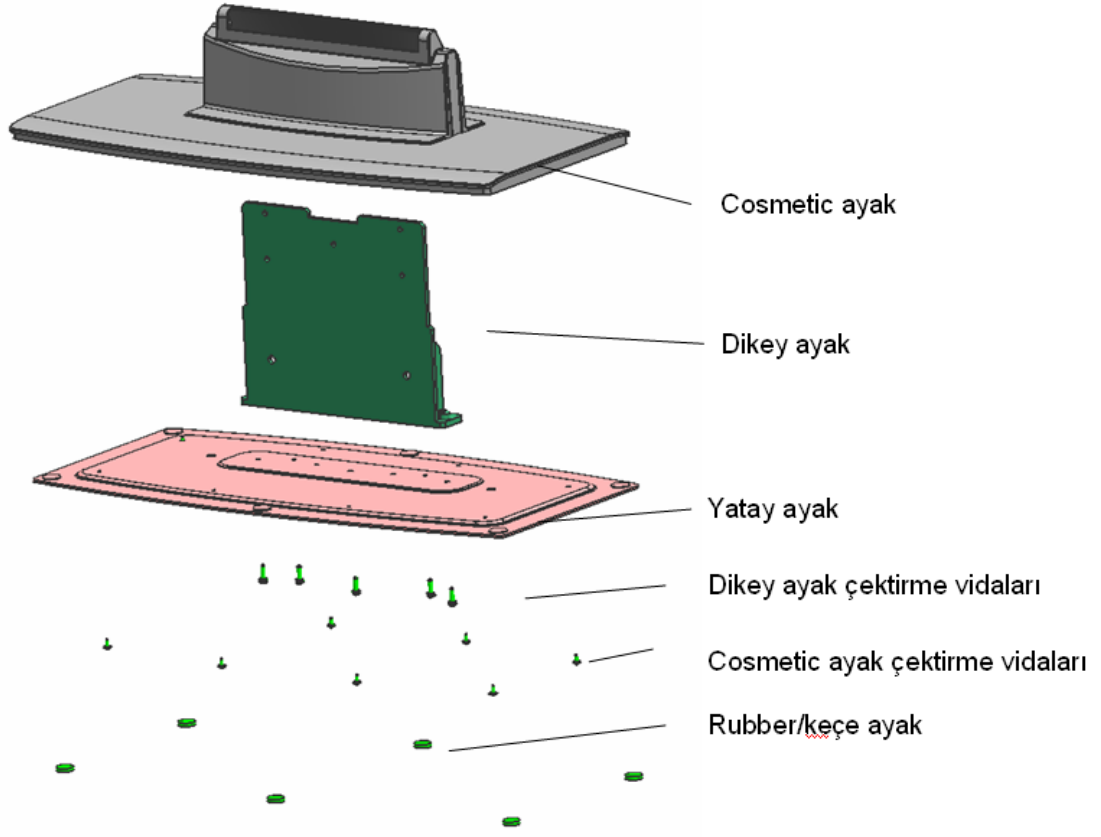


Şekil 2.1 : LCD TVnin Şematik Resmi

LCD TV ayakları sabit ve hareketli olarak ikiye ayrılabiliriz. Hareketli ayaklar da kendi içinde ikiye ayrılmaktadır. Tilt hareketli ayaklar öne-arkaya ve swivel sağ-sola hareket eden ayaklar. Genelde 15"-22" ekran boyutlarındaki LCD TVlerde tilt hareketli ayak kullanılır. Bu boyuttaki ekranlar aynı zamanda bilgisayar monitörü olarak da kullanılabilirdiği için tilt hareketi tercih edilir. 26"-32" aralığındaki LCD ekranları sabit ayaklı ve 37" ve üstü ayaklar swivelli olarak tasarlanır. 26"-32" aralığındaki ayaklar sabit tasarlanır çünkü bu boyuttaki TVlerin ağırlığı 12kg altındadır ve sağ-sola çok kolay kaldırılarak elle çevrilebilir. Ancak bazı üreticiler 32" TVlerde bile swivel hareketli tasarlamaktadırlar. 37" ve üstü modellerde genelde swivel özelliği verilmektedir çünkü ürün ağırlaştığı için sağ sola çevirmek zorlaşmaktadır.

Sabit ayaklar tek görevi vardır. LCD TV yi dik olarak sabit tutmaktır. Genelde yatay ayak üzerinde tek dikey taşıyıcı parça kullanılır. Dikey ayak alt yatağı vidalar ile çektilir ve yatay ayak üzerine kosmetik ayak yine plastik vidalar ile alt yatay metale çektilir. Alt yatay ayak yerleştirileceği zemini çizmemesi için altına kauçuk ayak veya keçe çift taraflı bant ile yapıştırılır. Burada alt yatay ayak genelde sac metal malzeme kullanılır. Kalınlıkları 1-3mm aralığında ayak büyüklüne göre ve gerekli mukavemete göre seçilir. Mukavemetti arttırmak için ve maliyeti azaltmak için form kalıplarında form verilmiş ince sac kullanılır. Derin formlar aynı zamanda parçanın düzlemselliğini sağlar. Bazı LCD TV ayakları yatay kısmı çok ince olması istenir .Bu durumlarda yatay ayak Alüminyum enjeksiyon yöntemi ile elde edilen 3-4mm kalınlığında Alüminyum ayak kullanılır. Bu ayak polisaj ve toz boyama işlemlerinden sonra aynı zamanda kosmetik ayak olarak da görev yapar. Böylece çok ince ayak elde edilir. Dikey metal parça malzemesi genelde sac veya alüminyumdur. Daha sonra da göreceğimiz gibi yeni uygulamalarda plastik malzeme de kullanmaya başlandı.





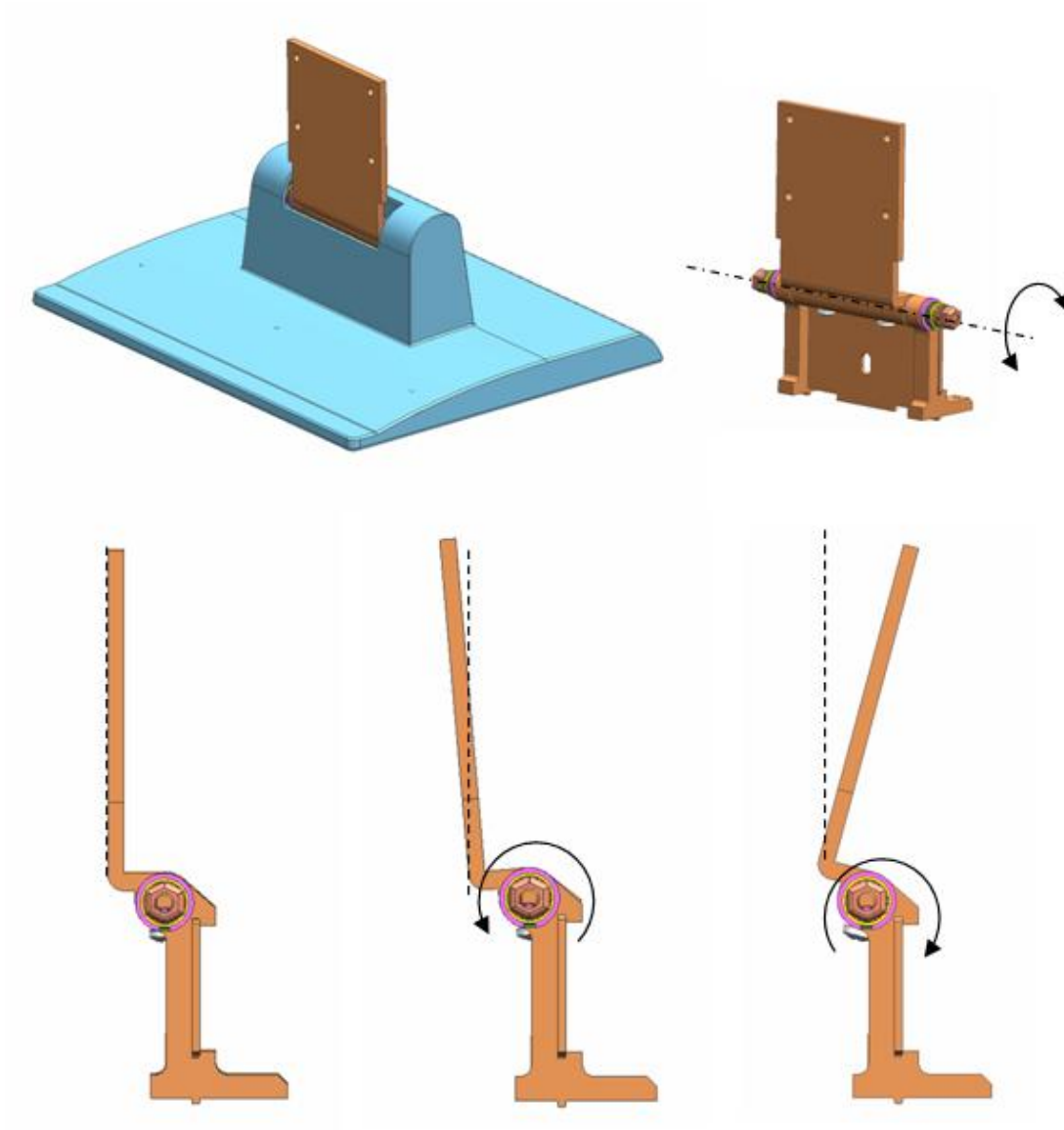
Şekil 2.3 : Patlatılmış Sabit Ayak

2.1.2 Hareketli Ayaklar

Tilt hareketli ayaklar öne-arkaya ve swivel sağ-sola hareket eden ayaklar.

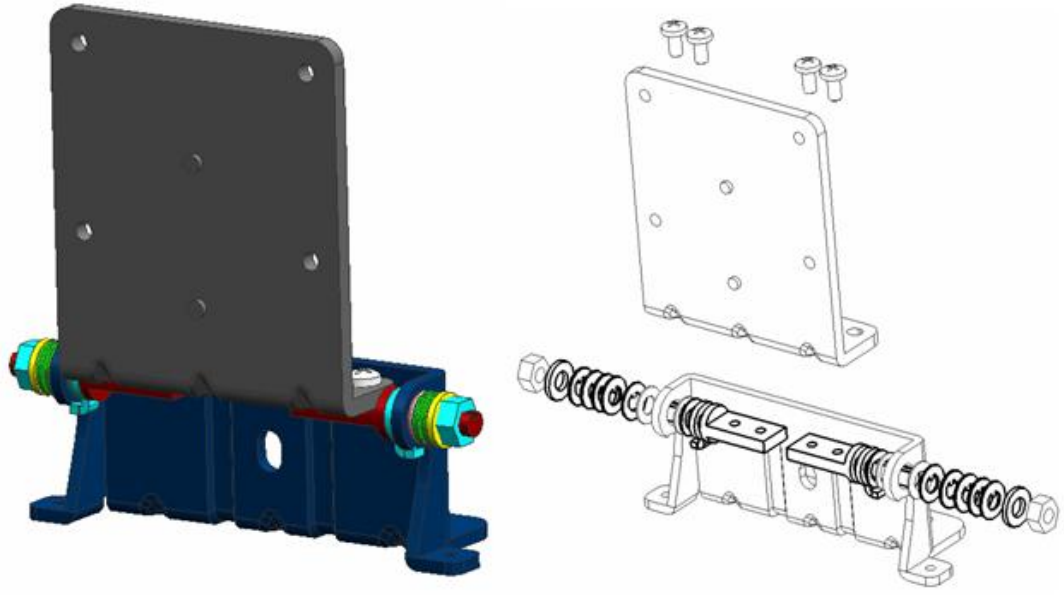
2.1.2.1 Tilt Hareketli Ayaklar

Tilt ayaklar sabit ayaklara göre farklı dikey ayağın üzerinde bir de hareketli ayağın olmasıdır. Böylece sabit ayak ile hareketli ayak arasında dönme hareketini sağlayan diğer mil, rondel, somun parçaları ile birlikte mekanizma dediğimiz komple bir yarı mamül ayak sağlar. Tilt hareketini oluşturan mekanizma şekil 2.4te görünmektedir. Hareketli dikey ayak bir eksen etrafında öne 2-3, arkaya da 15 derece yatmaktadır.

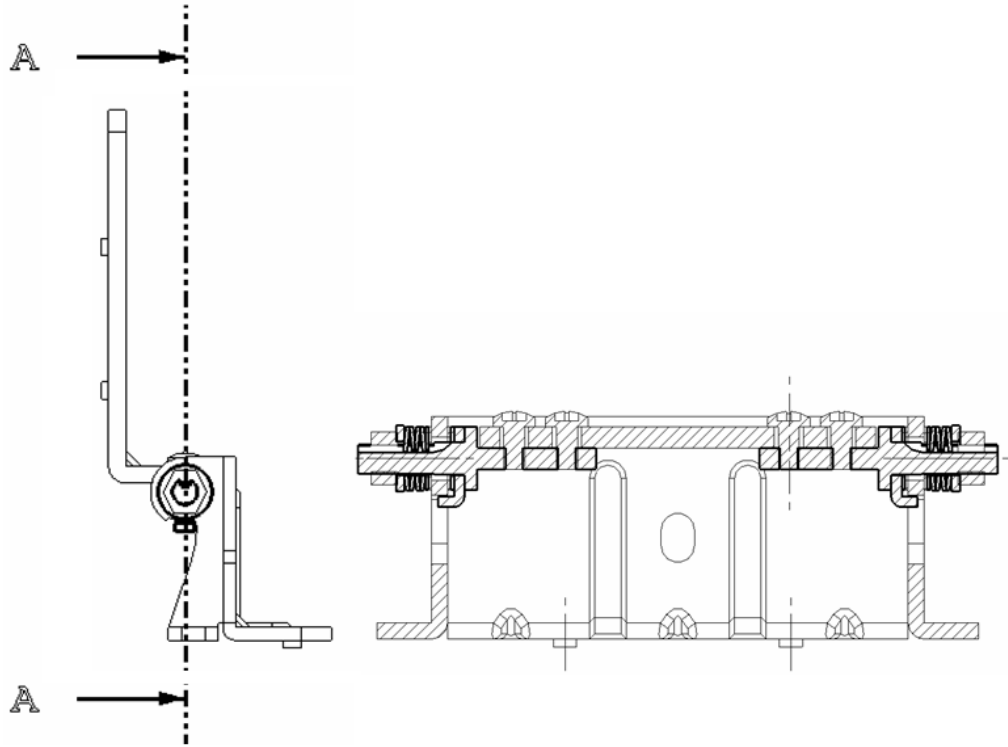


Şekil 2.4 : Tilt Hareketli Ayak

Tilt hareketli ayaklar sürtünme kuvvetini kullanır. Hareketli ayak hareket etmesi için sürtünme kuvvetinden büyük bir kuvvet uygulanmalıdır. Bu sürtünme kuvveti de LCD TV gövdesinin oluşturduğu momenti karşılayabilmesi ve aynı zamanda kullanıcıların alt ayağı oynatmadan kolay hareket ettirebilmesi gerekiyor. Bunun için Ağırlık merkezi mekanizmanın dönme ekseninden çok fazla uzakta olursa moment kolu çok uzamaktadır ve ağırlığın etkisi ile öne yatmaması için büyük bir sürtünme kuvvetine ihtiyaç olur. Bu durumda mekanizmayı hareket ettirmek için çok büyük kuvvet gerektirir ki bu kabul edilemez. Bunun için bu momenti karşılayabilmek için gergin yay kullanılır. Bu yay LCD TV ağırlığının oluşturduğu momente göre yay seçilir. Bu durumda mekanizma çok daha düşük sürtünme kuvveti ile çalışabilmektedir.



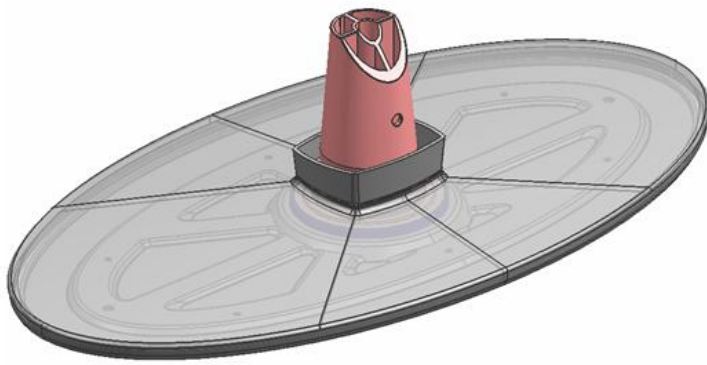
Şekil 2.5 : Tilt hareketli mekanizma parçaları



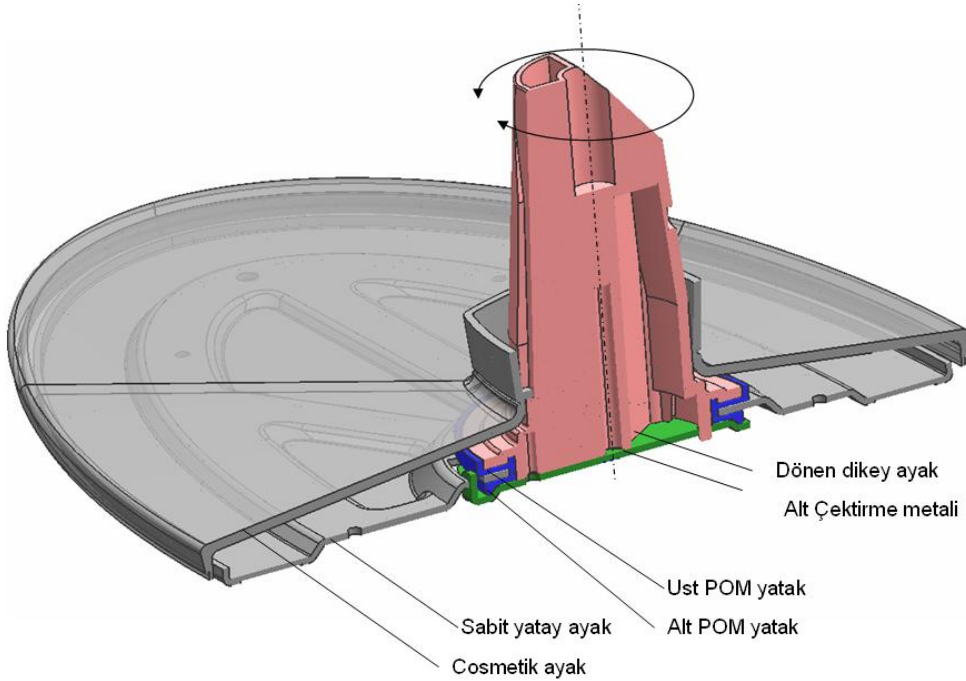
Şekil 2.6 : Tilt Hareketli mekanizma kesiti.

2.1.2.2 Swivel Hareketli Ayaklar

Swivel ayaklar yatay düzlemde sağ sola dönen tipte ayaklardır. Bu ayaklarda sabit kısım alt taraf ve dönen kısım boyun parçasıdır. Boyun parçası alttaki resimde görüldüğü gibi iki adet POM malzemeli yatakla birlikte sabit yatay ayağı bağlanmıştır. Böylece düşük sürtünme ile çok az kuvvetle ayak hareket ettirilir. Ayrıca POM malzeme kullanmasını sebebi cıvırtı sesi yapmamasıdır.



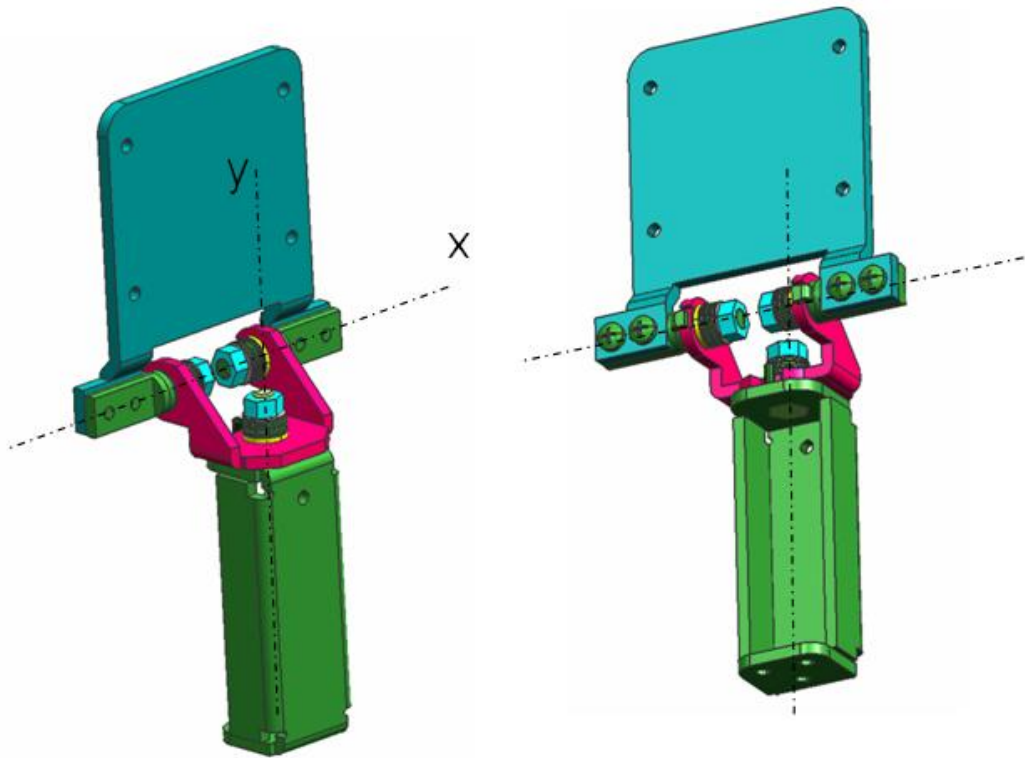
Şekil 2.7 : Swivel Hareketli Ayak



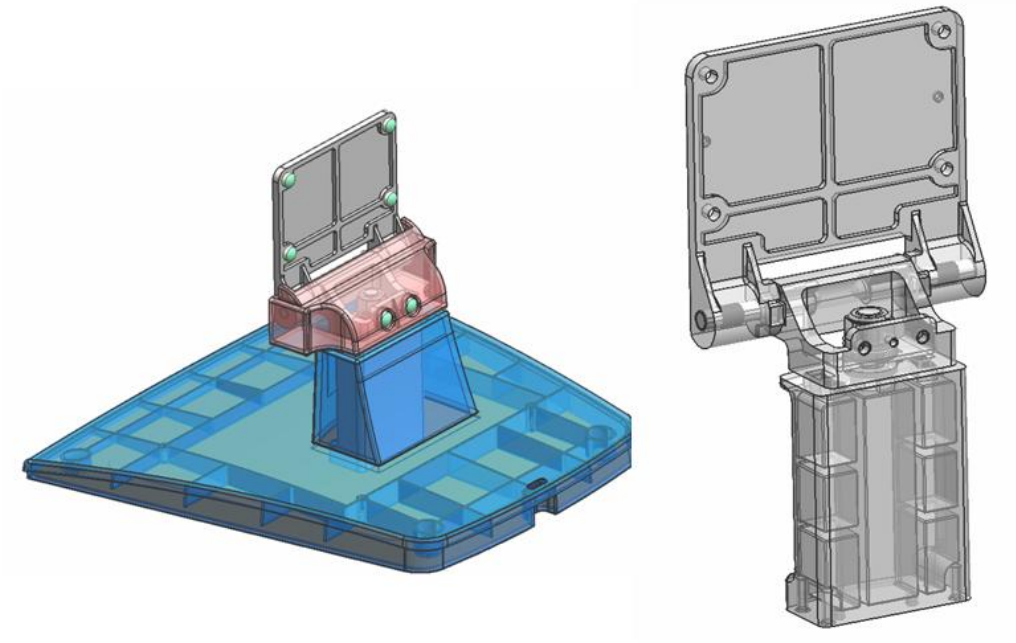
Şekil 2.8 : Swivel Ayak Parçaları

2.1.2.3 Aynı Anda Swivel Ve Tilt Hareketli Ayaklar

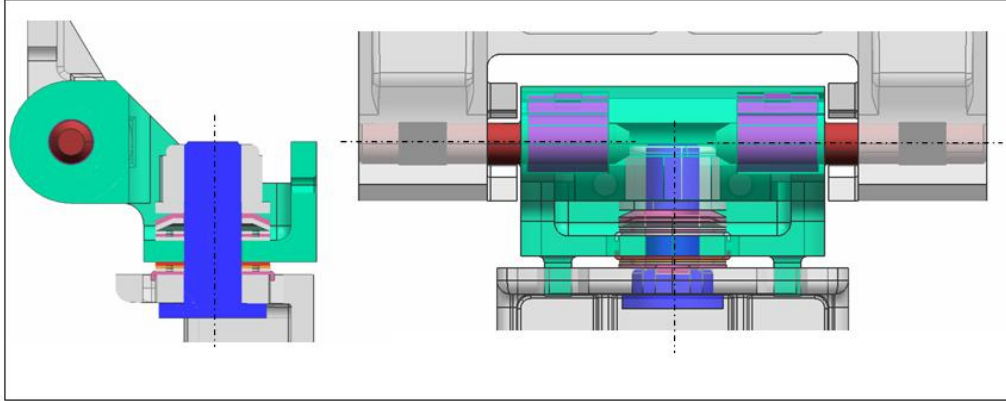
Küçük boyuttaki Taler aynı zamanda monitör olarak da kullanıldığı için bazen hem tili hem swivel hareket tercih edilebilir. Alttaki resimde sabit dikey ayak ile aradaki parça arasında swivel hareketi orta parça ile üst parça arasında tilt hareketi oluşturuluyor. Taşıyıcı parçalar sac veya alüminyum enjeksiyon olabilir. Sürtünme kuvveti de yay plaklar sürtünme kuvveti altında veya silindir yay sürünme kuvveti silindirik yüzeyde oluşturulabilir.



Şekil 2.9 : Swivel ve tilt hareketli mekanizma sac malzemeli



Şekil 2.10 : Swivel ve Tilt Hareketli Mekanizma Alüminyum Döküm Malzemeli

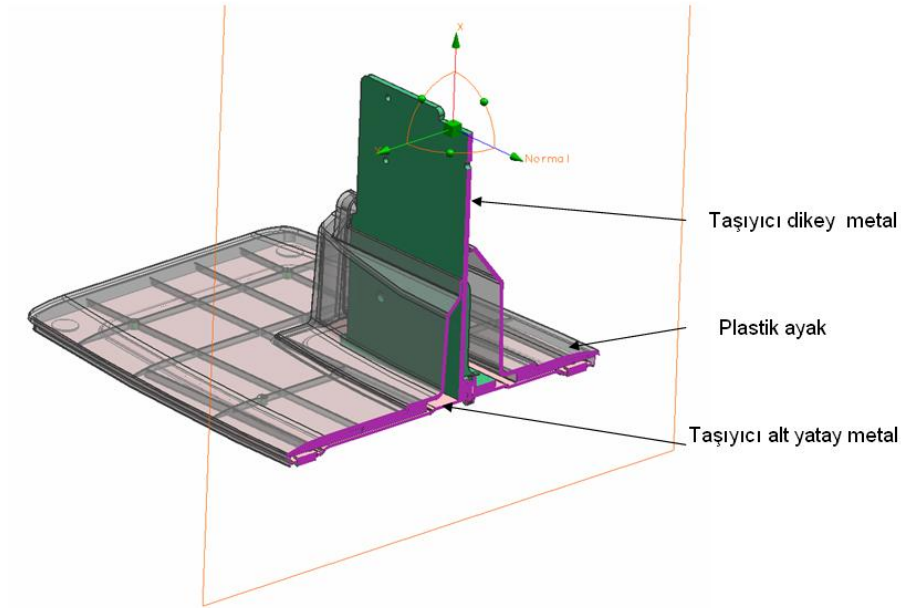


Şekil 2.11 : Mekanizma Elemanları

2.2 Yapılarına Göre Ayak Tipleri

Bilindiği gibi LCD teknolojisi TV sektöründe kullanıma başlaması 2001-2002 yıllarında başlamıştır. İlk çıkan boyut 15”- 17” aralığında olmuştur. Daha sonra sektör hızlı gelişerek yeni jenerasyon cam kesim fabrikaları ile birlikte üretilebilen ekran boyutları da artmıştır. 2003 yılında 20”, 2004 yılında 23” , 26” ve 30” 2004yılında 32” , 2005 yılında 37” ve 42” üretilmiştir. Günümüzde 65” seri imalatı var. Teknoloji olarak da 102” prototipleri fuarlarda sergilenmiştir. Böylece yıllara göre artan ekran boyutu ile beraber LCD ayakların da mukavemet gereksinimi de paralelinde artmıştır. Temelde taşıyıcı bir yatay ayak ve taşıyıcı dikey ayaktan oluşmaktadır. Bu taşıyıcı ayakları üzerini kosmetik olarak güzel görünmesi için plastik parçalar ile kapatılır. Bazen de bu parçaların mukavemetinden de yararlanır.

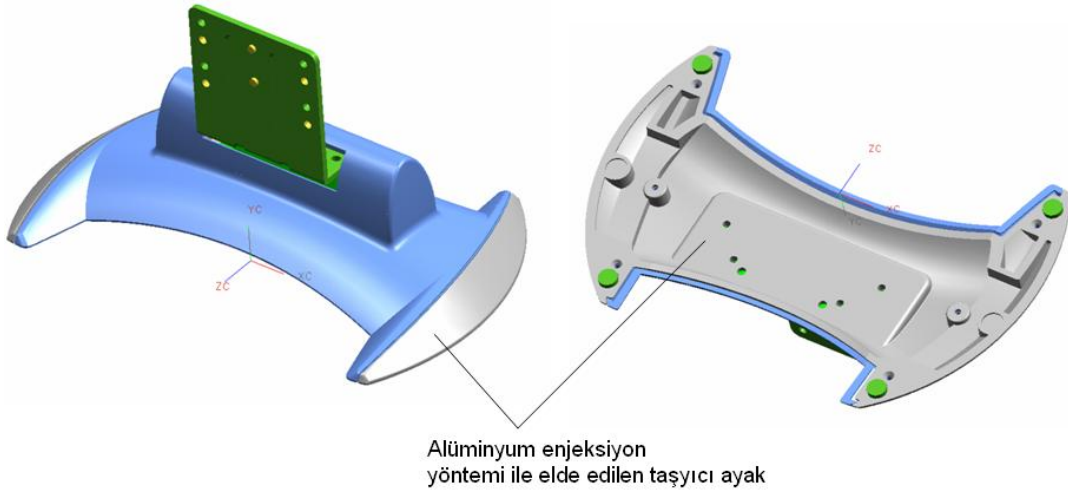
2.2.1 Sac Metal Taşıyıcı Ayaklar



Şekil 2.12 : Yatay Metal Taşıyıcı Ayak

Bazı yapılarda kosmetik olarak taşıyıcı metal ayaklara da şekil vermek gerekir. Bu durumlarda alt yatay metal ayak Alüminyum enjeksiyon yöntemi ile elde edilecek şekilde tasarlanır. Alüminyum taşıyıcı 3mm kalınlığında tasarlanır. Parça kalıptan çıktıktan sonra parting line’da kalan keskin çapaklar polisajla temizlenir. Sonra da toz boya yöntemi ile boyanır.

2.2.2 Alüminyum Taşıyıcı Ayaklar



Şekil 2.13 : Alüminyum taşıyıcı ayak

2.2.3 Plastik Taşıyıcı Ayaklar

Plastik taşıyıcı olarak alt plastik ayak ve kosmetik ayak ultrasonik kaynakla birleştirilerek elde edilir. Böylece malzemeden kaynaklı düşük Yong modülü kompanse etmek için Eylemsizlik momenti artırarak ayağın mukavemetli olması sağlanmıştır.

2.2.4 Tek Parça Plastik (Hem Taşıyıcı Hem Cosmetic) Ayaklar

Son yıllarda genelde 22” ve altı LCD Tv’lerde maliyetleri biraz daha düşürmek için uygulandı. Burada kosmetik ayak aynı zamanda taşıyıcı görevi de üstlenerek LCD TV’yi ayakta durmasını sağlamıştır. Bunun için Cosmetic ayağın iç kısmı mukavemeti arttırmak için rib’lerin sayısı ve rib derinliği artırılmıştır. Böylece eylemsizlik momentleri artırılarak kosmetik ayak tabıy olarak da kullanılmaya başlanmıştır. Altaki şekilde 15” LCD TV için tasarlanan bir ayak örneği görülmektedir.



Şekil 2.14 : 15” Tek Parça Plastik Ayak.

3. PLATSİK PARÇALARDA PARLAK YÜZEYLER

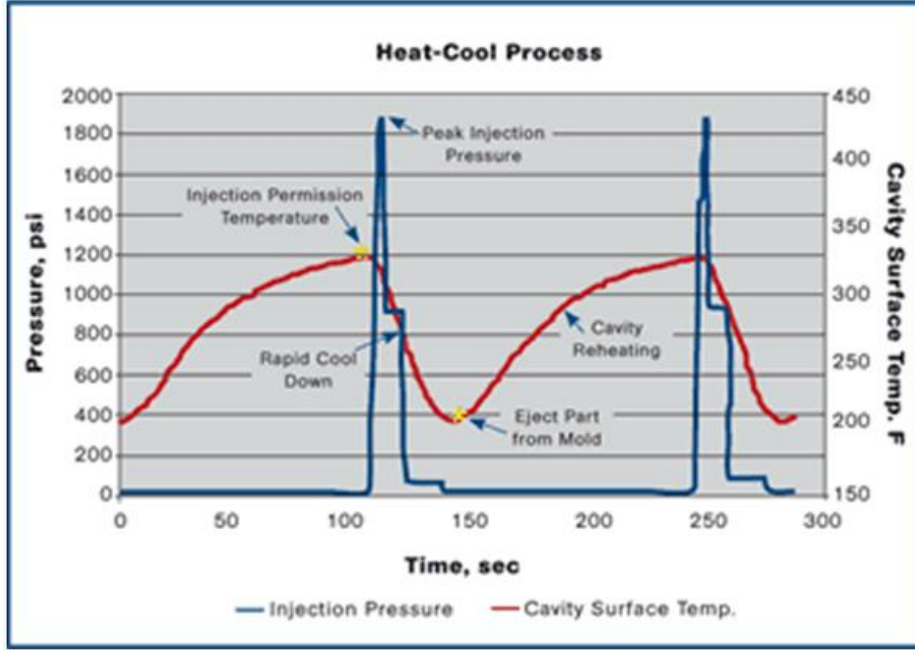
3.1 Amaç

Bu bölümde plastik parçalarda enjeksiyon sonrası boya uygulaması olmadan direkt enjeksiyonda elde edilen parlak yüzeylerin nasıl oluştuğu incelenecektir. Burada klasik enjeksiyon yöntemlerinden farklı olarak parlak olacak yüzeyin sıcaklığını cam-geçiş sıcaklığın üzerinde tutarak elde edilir. Böylece mükemmel yüzey kalitesi elde edilir. Klasik yöntemlerde genelde 50-60 °C olan kalıp sıcaklığı, parlak yüzey elde etmek için kullanılan kalıplarda 95-115 °C aralığında olmaktadır. Bu sıcaklığı elde etmek için farklı yöntemler vardır. Altta, sıra ile bu yöntemler incelenecektir. Bu bölümün sonunda biz tek parça parlak plastik ayak için kullanacağımız enjeksiyon yöntemini seçeceğiz.

3.2 Heat&Cool (Buhar) Yöntemi

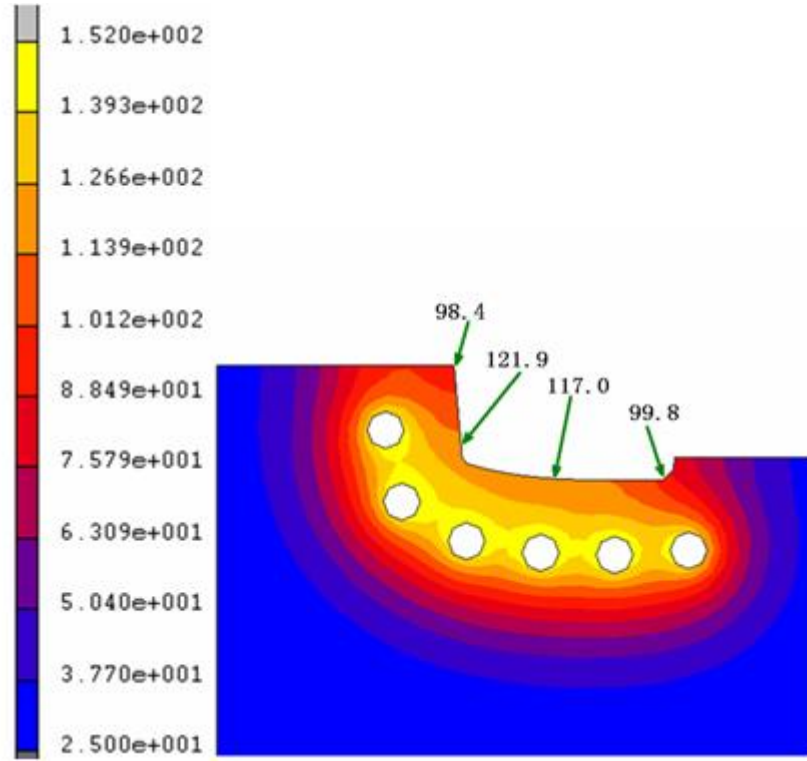
Daha yüksek kalıplama sıcaklıkları daha güzel görünümlü yüzeyler elde edilmesini sağlıyor. Parçaların yüzey kalitesini arttırmak için normal kalıp çevrimine termal çevrim ilave ederek Heat&Cool adı verilen yöntem oluşur. Burada kalıp sıcaklığını hızlıca cam-geçiş sıcaklığını geçirerek, sonrada da hızlıca soğutarak plastiğin katılaşmasını sağlayarak elde edilir. Heat&cool çevrimi parça görünümünü önemli derece artırıyor. Böylece yüzey kalitesini düzeltmek için kullanılan ikincil işlemlere (boyama veya kumlama) gerek kalmaz. PC-ABS veya PMMA-ABS karışımı malzemelerde mükemmel sonuçlar alınmaktadır. TV ön çerçeve, Araba ses sistemi parçaları, notebook kapakları gibi parçalarda genelde uygulanmaktadır.

Kalıp enjeksiyon çevrimin yanı sıra normalde kalıbı soğutma deliklerinden kızgın buhar dolaştırılır kalıp sıcaklığı 20-30 derece malzemenin camlaşma sıcaklığını geçene kadar. Sonra plastik malzeme kalıp içine enjekte edilir ve buhar kesilerek aynı soğutma deliklerinden soğuk su dolaştırılır ve plastiğin hızlı bir şekilde katılaşması sağlanır. Buhardan soğuk suya geçiş için ve tersi için valf sistemi kullanılır. Parça soğutulduktan sonra kalıp açılıp parça kalıptan uzaklaştırılmaktadır. Sonra kalıp enjeksiyon çevrimi yeniden başlamaktadır.



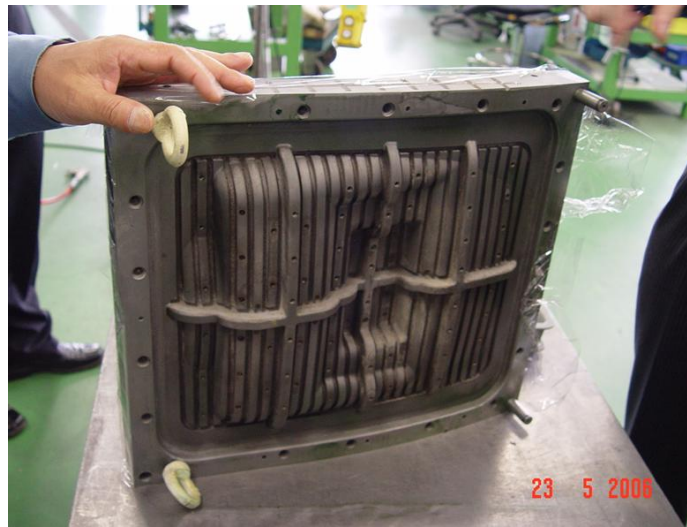
Şekil 3.1 : Heat&Cool process

Heat and cool çevrimin etkisi kullanılan plâstik malzemenin yanı sıra kalıp yapısı ile de ilgilidir. Dişi ve erkek çelikler kalıp setinden izole edilmelidir. Böylece ısıtılıp soğutulacak malzeme kütlesi azalacak ve daha az enerji ve daha kısa sürede plastik parça ile temas eden yüzeyler ısıtıp soğutulabilecek. Buharın geçeceği delikler 8mm çapında ve delik teğeti plâstik yüzeyin 12mm yakınında olmalıdır. Böylece yüzeye yakın olarak hızlı ısıtma ve soğutma elde edilecek aynı zamanda basınç altındaki plâstik deliklere yakın yüzeyleri deforme etmeyecek.



Şekil 3.2 : Ön Çereçvede Uygulanmış Buhar Delikleri Ve Isı Dağılımı Örneği

Eğer parça 3 boyutlu yüzeyleri varsa delikler de yüzeyin offseti şeklinde takip etmelidir. Dişi lokması için en çok tercih edilen çelikler Stavax, Cena1, Nat 80. Bu çelikler sürekli genişlemeye uygun, korozyona dirençlidir. Ayrıca hepsi parlatma için uygundur.



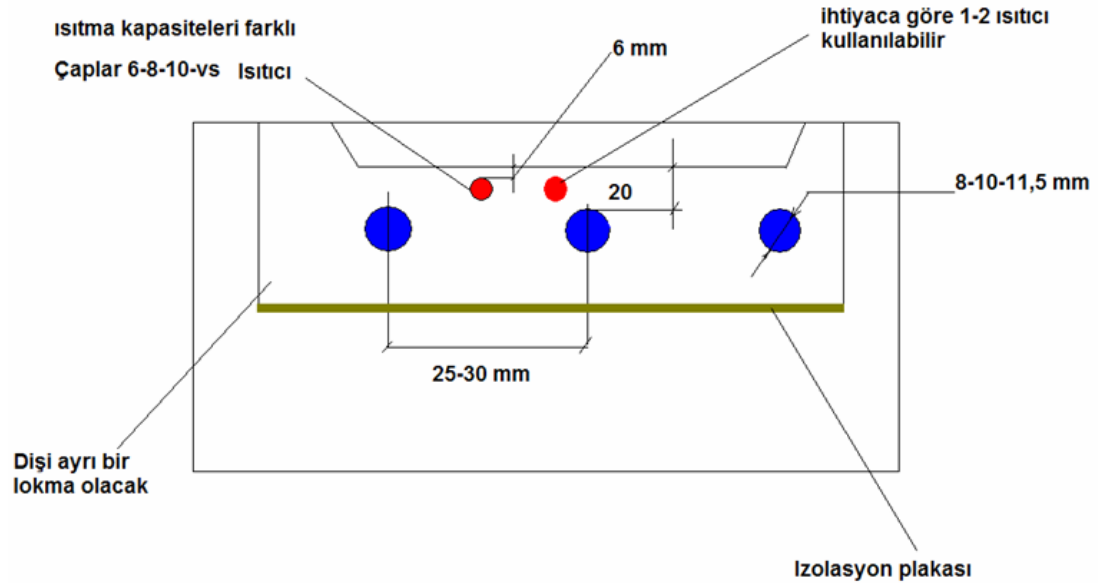
Şekil 3.3 : 3Boyutlu ısıtma soğutma örneği



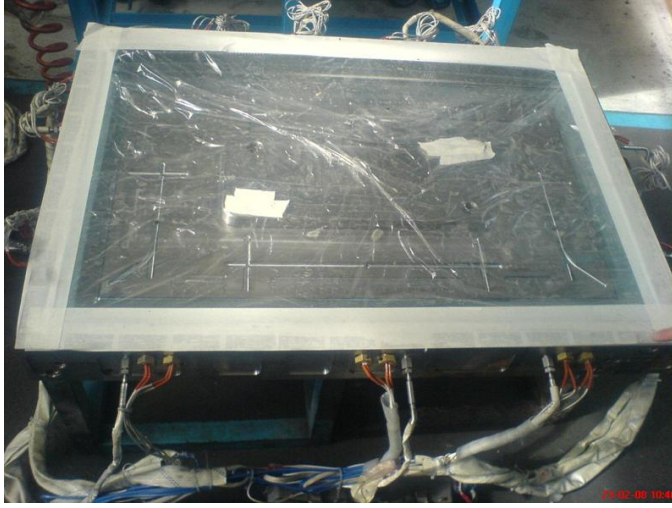
Şekil 3.4 : Heat&Cool Yontemi İle Elde Edilen Laptop Üst Çereçve

3.3 H-Mold (Heat Mold)

Heat and Cool yönteminde ısıtma için kullanılan buhar yerine 90 derece su kullanılır. Standart enjeksiyon makinalarda kullanılabilir. Buhar jeneratörüne gerek yoktur. Bu yöntem genelde LCD TV arka kapak ve plastic ayaklarda kullanılmaktadır. Kalıp konstruksiyonu olarak Heat and Cool yöntemde kullanılan izolasyon plakası bu yöntemde de kullanılır. Burada delik çapları 8,10,11,5mm aralığında seçilir, ve teğetinden parça yüzeye 20mm uzaklıktadır. Fark olarak soğuk birleşmenin olması beklenen yerlere olmaması için rezitans kullanılır. Bu rezitanslar yüzeyden 6mm uzaklıkta konumlandırılır. Böylece sorun olması beklenen bölgelerde ilave ısı desteği olarak çözülmektedir. Heat mold yönteminde dişi taraf sürekli sıcak kaldığından toplam çevrim süresini uzatmaktadır. Yine plastik Heat&cool yöntemine göre daha az sıcaklığa ulaştığı için parlaklığı gözle hissedilemeyecek seviyede daha az. Ancak çok yakından bakılınca fark hissedilebilir.



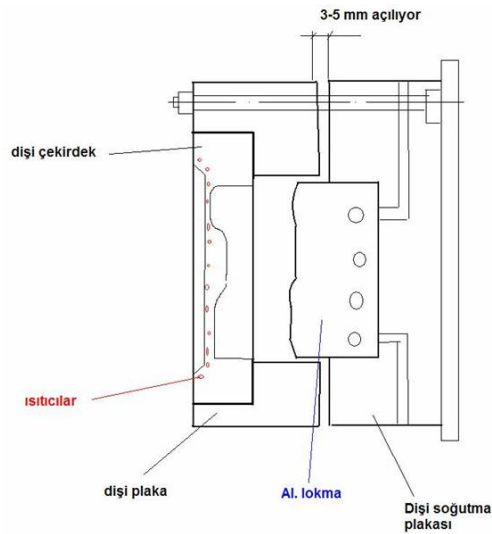
Şekil 3.5 : H-Mold Dişi Lokma Yapısı



Şekil 3.6 : H-Mold rezitans destekli

3.4 E-Mold Yöntemi (Electricity Mold)

Dişi tarafta, dişi ısınma ve soğutma plakası olarak iki ayrı plaka bulunmakta. Ve ısıtma işlemi sırasında bu iki plaka birbirinden 3-5 mm ayrılarak soğutma plakasından ısıtma plakasına ısı transferi engellenmiş. Çevrim zamanını minimum seviyede tutabilmek için plastik alanında dişi ısıtma plakası mümkün olduğunca ince tutulmuştur (12 mm). Dişi ısınma plakası Stavax çeliğinden yapılmakta olup sertlik değeri 42-46 Hrc dır. Alternatif olarak Cena 1 de kullanılmaktadır. Soğutma plakası Bakır veya Alüminyumdan yapılmakta olup, tüm çekirdek taban yüzeyinden ısıtma plakasına temas ederek soğutma sağlanmakta



Şekil 3.7 : E-Mold Temel Kalıp Yapısı

Kalıp açıldığı anda, iki plaka ayrılmakta ve ısıtma işlemi başlamaktadır. Bu durum, H&C sistemine nazaran en önemli farklarından biridir.

Heat&Cool :

Kalıbı aç

Plastik Parçayı al

Enj. Makinasının kapısını kapat

Kalıbı kapat

Isıtma işlemini başlat

Dişi belirlenen sıcaklığa geldiğinde enjeksiyonu başlat

E-MOLD

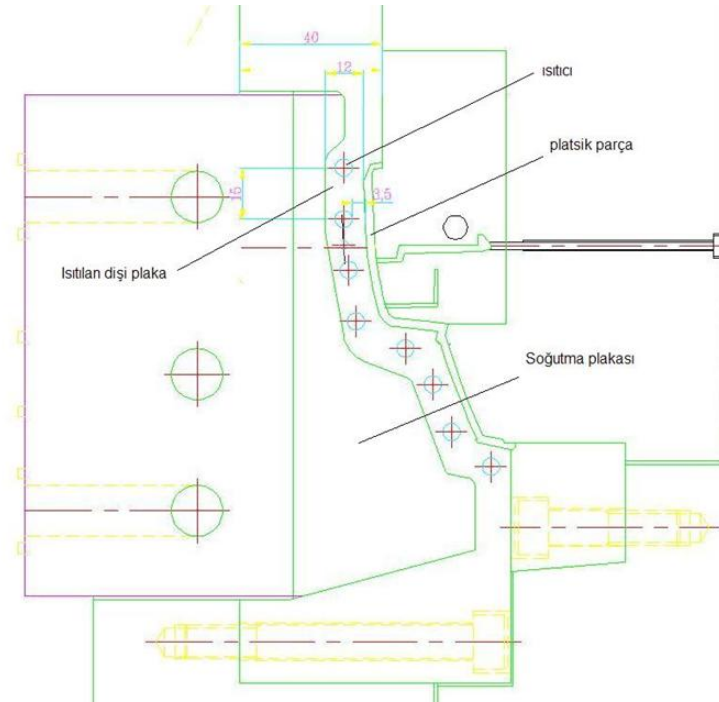
Kalıbı aç

Isıtmayı başlat ve parçayı al

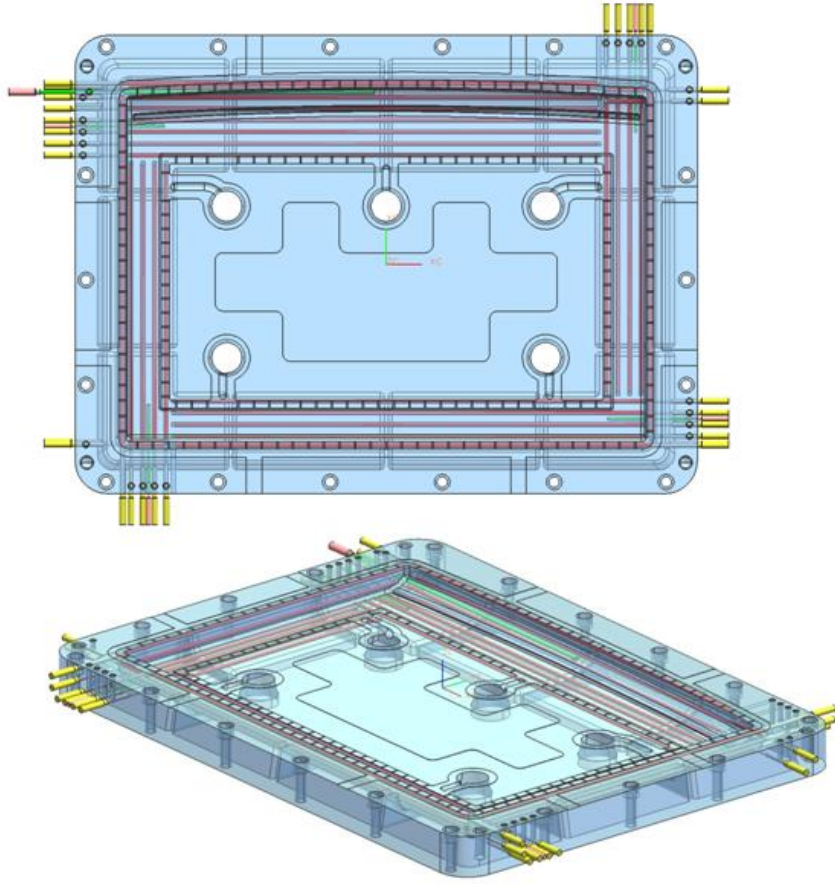
Enj. Makinasının kapısını kapat

Kalıbı kapat

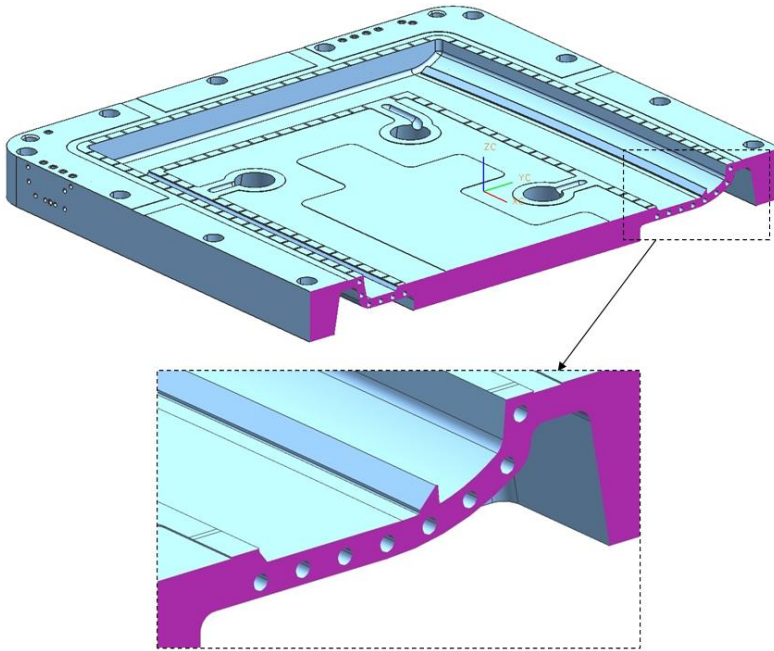
Enjeksiyonu başlat



Şekil 3.8 : E-Mold kalıp Kesiti



Şekil 3.9 : Ön Çerçeve Kalıbında Rezitans Yerleşimi



Şekil 3.10 : Rezitans Delikleri



Şekil 3.11 : E-Mold Yöntemi ile Oluşturulan Parlak Yüzeyli Parçalar

Üç sistemin de artı ve eksi tarafları var. Altaki tabloda birbirile mukayesesi yapılmıştır.

Çizelge 3.1 : Sistemlerin Birbiriyle Mukayesesi

	<i>STEAM INJ. (HEAT & COOL)</i>	<i>HEAT MOLD (H-MOLD)</i>	<i>E-MOLD</i>
SİSTEMİN TAŞINABİLİR OLMASI	MÜMKÜN DEĞİL	HER MAKİNADA ÇALIŞABİLİR	HER MAKİNADA ÇALIŞABİLİR
SİSTEM KOMPLİKASYONU	KOMPLİKE (BUHAR SİSTEMİ – POMPALAR V.B)	90 DERECE SAĞLAYABİLECEK CHILLER YETERLİ	KALIPTAN SARKAN ÇOK SAYIDA KABLO
PLASTİK PARÇA KALİTE PERFORMANSI	ÇOK İYİ	GÖRECELİ	ÇOK İYİ
DIŞI LOKMA ISITMA YÖNTEMİ	BUHAR (100-110 DERECE)	SICAK SU (90-95 DERECE)	ELEKTRİK (ISITICI)
DIŞI LOKMA KALINLIĞI	80-90 MM, PLASTİK ALANINDA 65 MM	80-90 MM, PLASTİK ALANINDA 65 MM	40 MM, PLASTİK ALANINDA 12 MM
ISITMA KAYNAĞININ PLASTİK YÜZEYİNE YAKINLIĞI	YÜZEYDEN TANGENT 8 MM, DELİKLER ARASI HATVE 18 MM	YÜZEYDEN 15 MM, DELİKLER ARASI HATVE 30-40 MM	YÜZEYDEN TANGENT 3 MM, DELİKLER ARASI HAT. 15MM
ISITMA KANALLARI DELİK ÇAPI	6 MM ÇAPINDA BUHAR KANALLARI	10 – 11,5 MM ÇAPINDA SU KANALLARI	6,0 MM ÇAPINDA ISITICI KANALLARI

**ISITICI SİSTEMİN
UYGULAMA SIKLIĞI**
**DİŞİ LOKMA ISITMA
ZAMANI**

**DİŞİ LOKMADA AYRI
SOĞUTMA KANALLARI**

**DİŞİ LOKMA
SOĞUTMA YÖNTEMİ**

**ÇEVİRİM ZAMANI 32”
ÖN ÇERÇEVE**

**DİŞİ LOKMA
MUKAVEMETİ**
**HATALI KALIP
İŞLEMESİNDEN DOLAYI
PROBLEM ÇIKMA
OLASILIĞI**
**İŞLETME SIRASINDA
KALIP TEMİZLİK
İHTİYACI**
**İŞLETME SIRASINDA
BAKIM VE ARIZA ORANI**

SİSTEMİN TEHLİKESİ

ARALIKLI

DEVAMLI

ARALIKLI

YAKLAŞIK 30 SN

**AYRI BİR ISITMA
ZAMANINA İHTİYAÇ
YOK. DİŞİ HEP SICAK**

YAKLAŞIK 15-20 SN

VAR

YOK

YOK

**ENJ. İLE EŞZAMANLI
BUHAR
KANALLARINDAN VE
ALT SEVİYEDEN DİŞİ
LOKMA
SOĞUTULMAKTA**

**DİŞİ LOKMA
SOĞUTULMUYOR.**

**DİŞİ LOKMANIN
ALTINDA VE DİŞİ
LOKMAYA TEMAS EDEN
AYRI BİR SOĞUTMA
PLAKASI MEVCUT**

90 SN

> 90 SN

60 SN

YÜKSEK

YÜKSEK

ZAYIF

AZ

AZ

YÜKSEK

YÜKSEK (KOROZYON)

**YÜKSEK
(KOROZYON)**

YOK.

AZ

YOK

**KALIP BAKIM PERF.
GÖRE DEĞİŞKENLİK
GÖSTEREBİLİR**

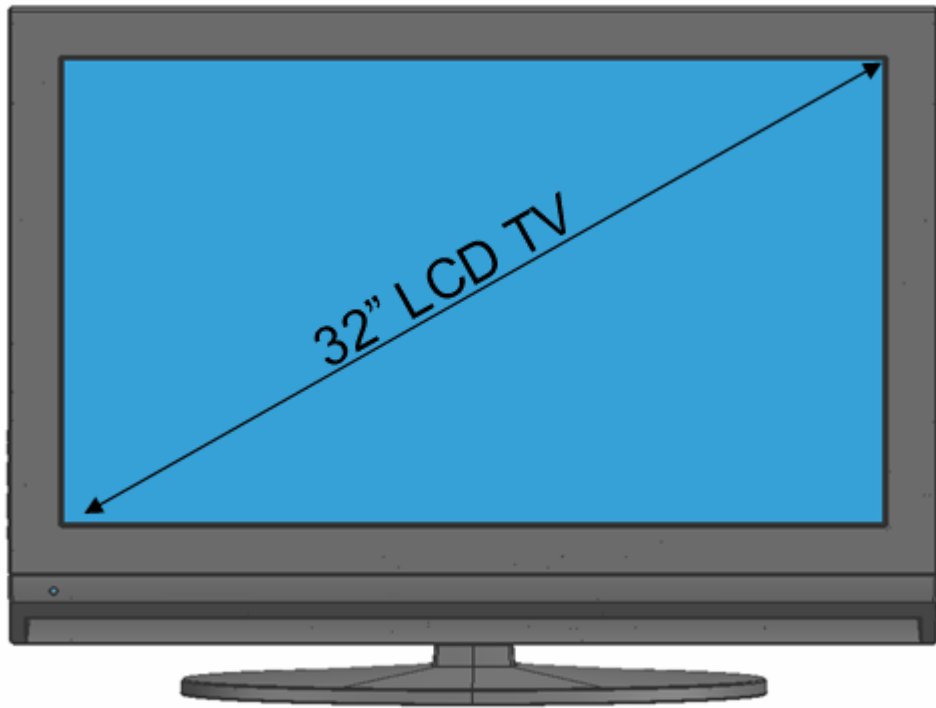
**YÜKSEK (BUHAR
KAÇAĞI)**

AZ (SU KAÇAĞI)

YOK

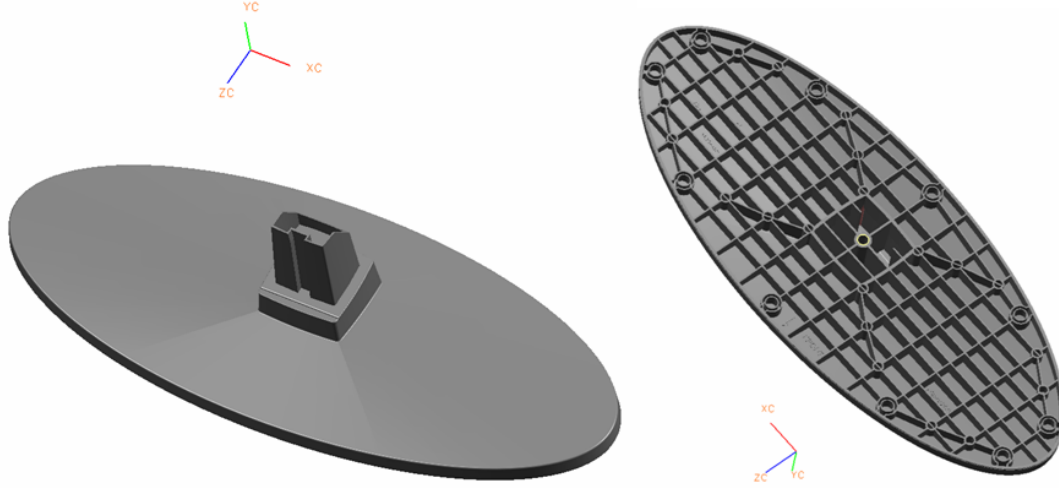
4. TEK PARÇA PARLAK PLASTİK AYAK TASARIMI

Bu bölümde 32" LCD TVde kullanılacak düşük maliyetli yüksek parlaklıkta plastik ayak tasarım uygulaması incelenecektir. Altteki resimde ayağın son hali TV altında monte edilmiş durumda.



Şekil 4.1 : Tasarlanacak Ayağın Bitmiş ve TV Kabine Monte Edilmiş Görünümü

Ayak tasarımının son hali altteki resimde görünmektedir.



Şekil 4.2 : Tasrlanacak Ayağın Bitmiş Üst ve Alt Görünümü

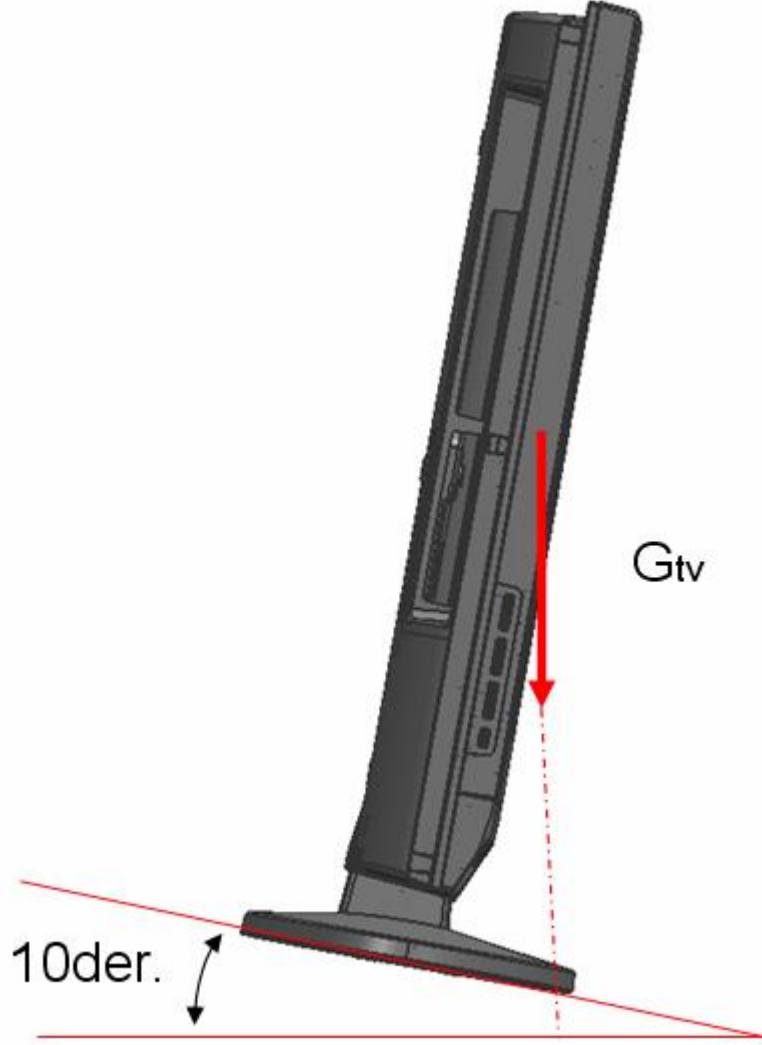
Bölüm 2de ayak tipleri inceledik ve bu tiplerden en düşük maliyetli olan tek parça plastik ayak tipi olacağı açıktır. Ancak tasarımı tamalayabilmek için altaki aşamalardan geçmek gerekiyor:

4.1 Plastik Ayak Dış Ölçülerin Belirlenmesi

LCD TV ayağın kosmetik olarak TV kabinine uyum göstermesi için minimum ayak ölçüleri belirlenmesi gerekmektedir. TV sektöründe ekran boyuna bağlı olarak standartlar belirlenmiştir. Buna göre Ayak iki temel testten geçmelidir.

4.1.1 10° Eğimli Düzlem Testi

25 kg altı TVler 10°lik bir düzlemde herhangi bir yönde konulmaları halinde devrilmemelidir. Bu eğim 25kg ve üzeri ağırlıklı ürünlerde 15°dir. Bizim 32" TV nin ağırlığı yaklaşık 12kg alabiliriz.

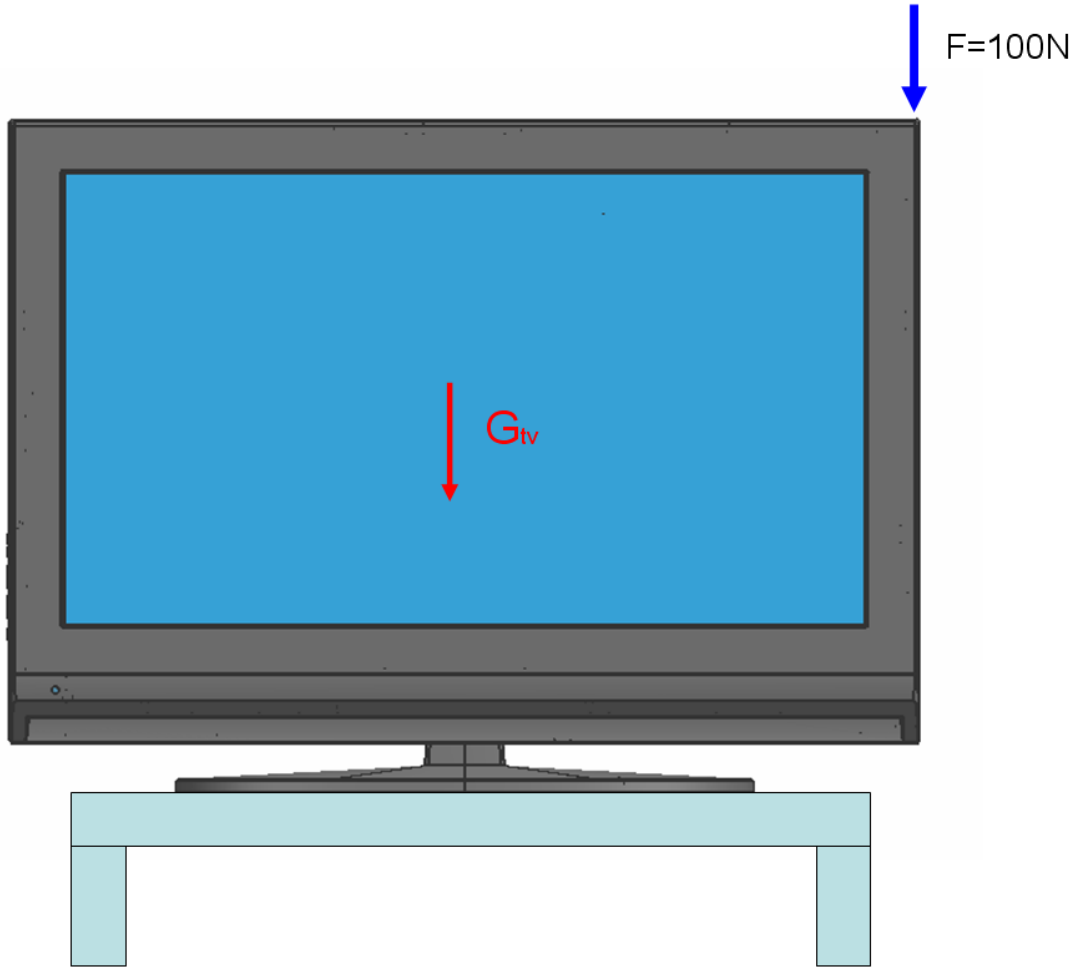


Şekil 4.3 : 10°lik Test Şekli.

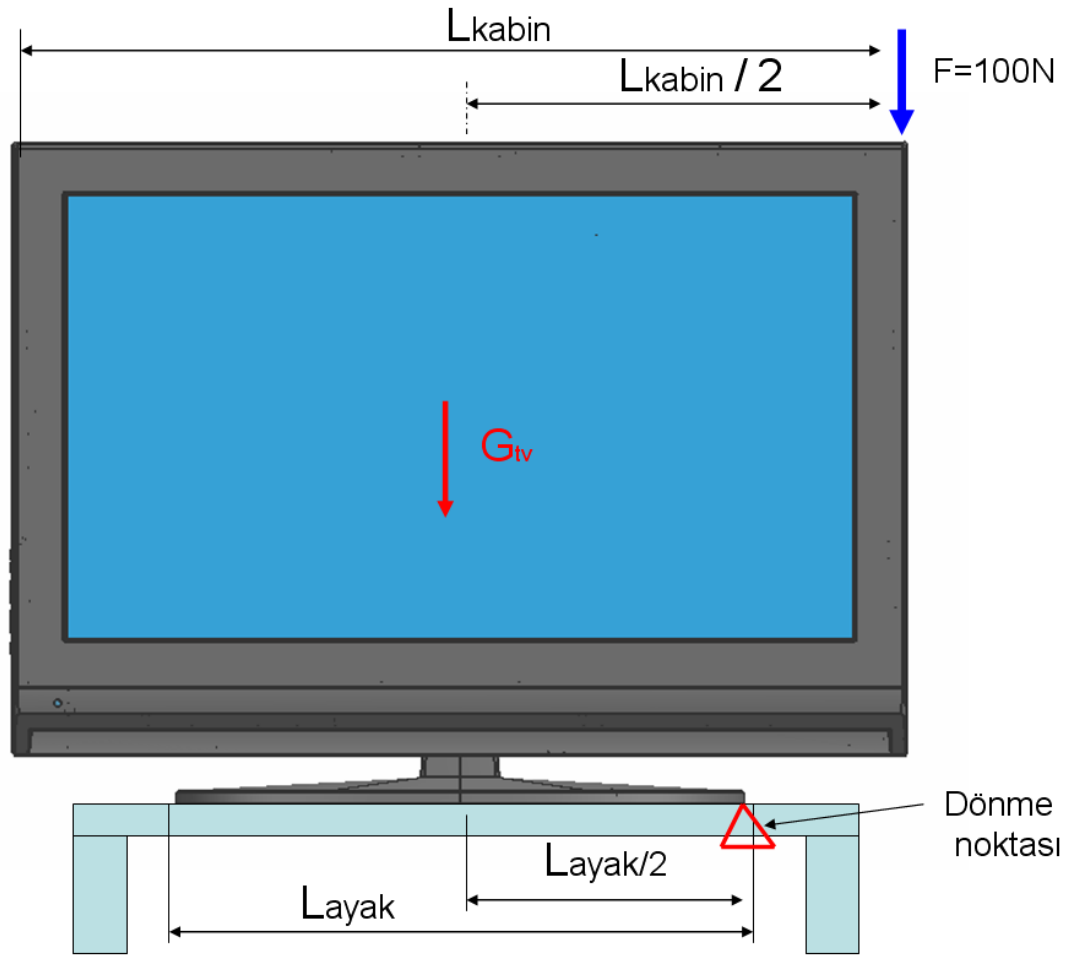
Buna göre 10 derecelik eğimden geçmesi için ayağın öne, arkaya ve yanlara minimum ölçüler belirlenir. Burada tüm parçaların ağırlık merkezi bulunup, Ağırlık merkezden düşey yönde 10 derecelik açılar çizilir. Böylece ayağın oturacağı düzlemde kesişen çizgiler minimum ayak ölçüsünü belirler. Burada eğik düzlemde oluşan kuvvetler ile yapının bir parça esnemesi nedeniyle emniyet bırakılmalıdır.

4.1.2 100N Tesiti

TVler en uç noktalardan 100Nluk kuvvet uygulandığında devrilmemelidir. Altaki resimde kuvvet uygulama şekli görülmektedir. Bu test ayağın sağ ve sol minimum ölçülerini belirler. Çünkü bu aslında bir denge problemidir. Bir tarafta TV ağırlık kuvveti, diğer tarafta 100N kuvveti.



Ayak çok dar olursa 100Nluk kuvvetin oluşturduğu moment TVnin devrilmesine neden olacaktır. 100N testi ayağın mukavemetini büyük ölçüde test etmektedir. Eğer ayak çok zayıf olursa eğilip devrilecektir. Ayak elastik deformasyona maruz kalıp plâstik deformasyon sınırını geçmemelidir. Sadece plâstik deformasyon olması da yetmez. Çünkü elastik deformasyon sonucu oluşacak yana yatma aslında 100Nluk kuvvet kolun uzaması anlamına gelecektir. Bu da TVye daha fazla moment gelmesi anlamına gelmektedir. Böylece ayağın devrilmesi kaçınılmaz olacaktır. Bir sonraki bölümde analiz programı kullanarak daha detaylı inceleyeceğiz.



Şekil 4.4 : 100Nluk Test Şekli

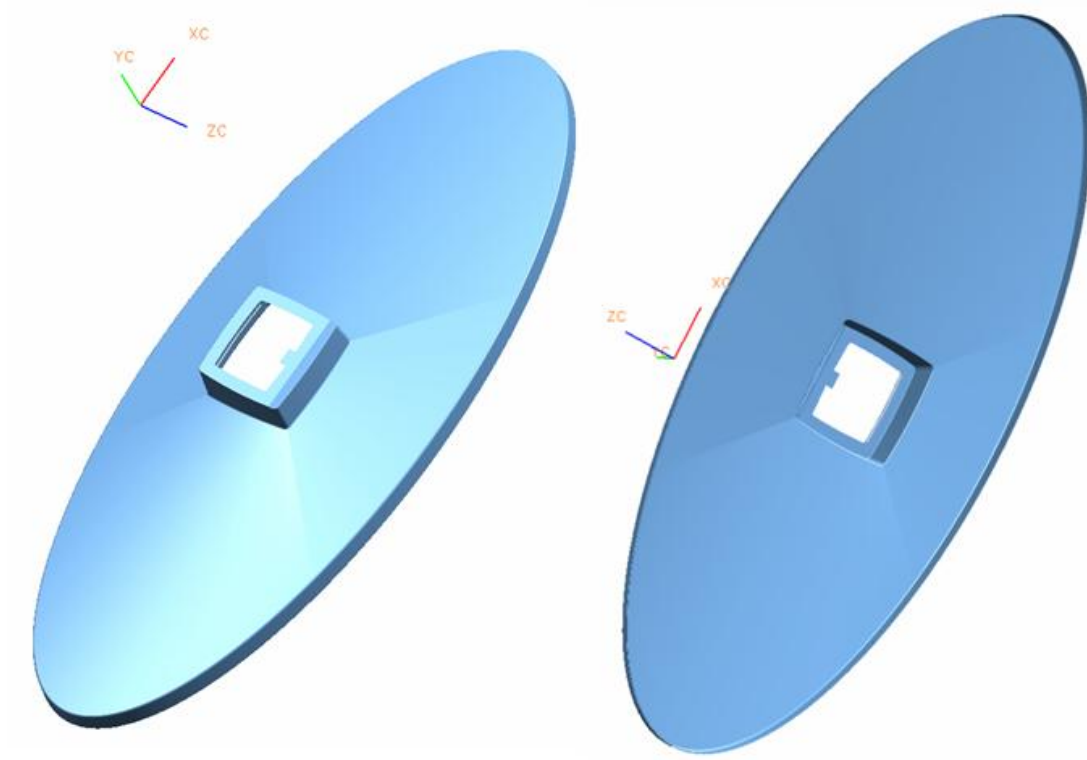
$$\sum M_{\text{donmenoktasi}}=0 \quad (L_{\text{kabin}}/2 - L_{\text{ayak}}/2) \times F = L_{\text{ayak}}/2 \times G_{\text{tv}} \quad (4.1)$$

Bu formülden olması gereken minimum ayak genişliği bulunacaktır.

4.2 Endüstriyel Tasarım

Belirlenen dış ölçüler ile cosmetic olarak kabine uygun ayak şekli belirlenir ve bu şekil yüzey datası olarak tasarımcının karşına gelir. Endüstriyel tasarımda üretim kaynaklı bazı sınırlamalara dikkat etmektedir. Örneğin H&C veya H-mold yöntemleri ile elde edileceği için parça kalıplama açıları minimum 5 derece olması gerekiyor. Yoksa yan yüzeylerin kalıptan çıkarken çizilmesi söz konusu. Bunun için alttaki yüzey datalarında çevre etek ve boyun kısmı 5 derecelik kalıplama açısı verilmiştir.

Genelde yüzey datalar direkt katı oluşturmak için kullanılabilir. Ancak biz bu yüzey datasını parametrik olarak yeniden tasarlayıp gerek gördüğümüz durumda ayak ölçüleri değiştirebiliriz. Böylece analiz programları sonrası ayağın enini arttırmak veya rib boylarını yükseltmek çok kolaylaşmaktadır.



Şekil 4.5 : Endüstriyel Yüzey Datası

4.3 Malzeme Seçimi

Malzeme seçiminde en önemli parametre yüzey yüksek parlaklıkta olmasıdır. Bölüm 3te parlak yüzey elde etmek için özel malzemeler kullanıldığı belirtmiştik. Bu malzemeler ABS/PC veya ABS&PMMA karışımı şeklindedir. Bu malzemeler alttaki parametrelere bağlı olarak seçilir. Biz bu projede fabrikada standart olarak kullanılan ABS/PMMA malzemesi kullanmaya karar verdik. Malzeme seçiminde etkili olan parametreler alta sıralanmıştır.

- Parlaklık Seviyesi
- Renk
- Yüzey Sertliği
- Çekme Değeri (Shrinkage)

- Enjeksiyonda Akıcılık.(Moldflow Index)
- Mukavemet Değerleri(Young Modülü)
- Maliyet
- Temin Edilebilirlik

Samsung firmasının Starex isimli malzemesinin mukavemet değerleri:

Young modülü: $23000 \text{ kgf/cm}^2 = 2,30 \text{ E}9 \text{ N/m}^2$

Çekme dayanımı: $495 \text{ kgf/cm}^2 = 4,95 \text{ E}7 \text{ N/m}^2$

Çizelge 4.1 : Seçilen ABS&PMMA Malzeme Özellikleri

starex

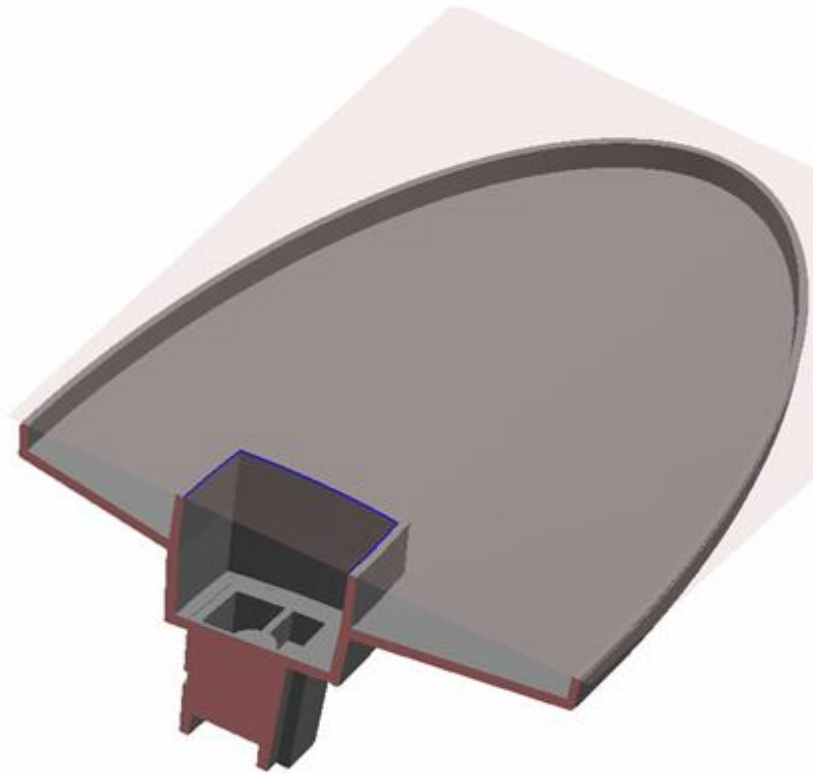
SAMSUNG CHEIL INDUSTRIES

PHYSICAL PROPERTIES OF starex Scratch Resistant BF-0677F

Properties at 23°C	Test Method	Test Condition	Unit	Value
Physical Properties				
Specific Gravity	ASTM D792	Natural Color	-	1.14
Melt Flow Index	ASTM D1238	220°C/10kg	g/10min	15.0
Gloss	ASTM D523	45°	%	78
Mechanical Properties				
Tensile Strength	ASTM D638	5mm/min	MPa(psi) kgf/cm ²	49(7,030) 495
Flexural Strength	ASTM D790	2.8mm/min	MPa(psi) kgf/cm ²	70(10,100) 710
Flexural Modulus	ASTM D790	2.8mm/min	MPa(psi) kgf/cm ²	2260(326600) 23,000
Izod Impact Strength (notched)	ASTM D256	1/4 inch	J/m(ft-lbf/in) kgf-cm/cm	95(1.8) 9.7
		1/8 inch	J/m(ft-lbf/in) kgf-cm/cm	95(1.8) 9.7
Rockwell Hardness	ASTM D785	R-scale	-	115.9
Thermal Properties				
Thermal Deflection Temperature (unannealed), 1/4"	ASTM D648	1.8MPa	°F °C	181 83
Vicat Softening Temperature (unannealed)	ISO R 306	B/50	°F °C	198 92

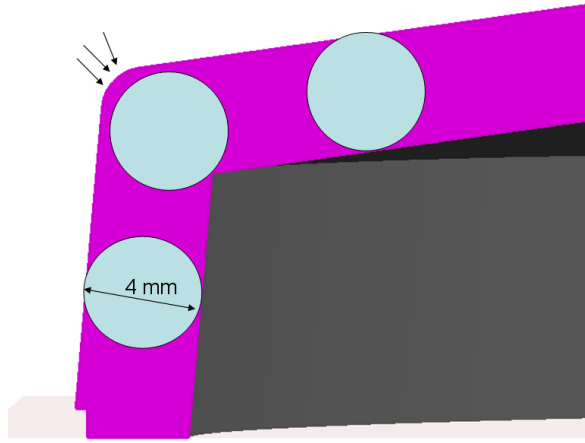
4.4 Et Kalınlığı Belirlenmesi

Oluşturulan ayak tasarımı enjeksiyon kalıplama yöntemi kullanılacağı için ve tek parça olacağı için parçamız kabuk şeklinde olacaktır. Bu kabuk kalınlığı ne kadar kalın olursa mukavemet değerlerimiz okadar yüksek olacaktır. Ancak kalınlık arttıkça parçanın enjeksiyon sırasında soğuma zamanı artmaktadır ve bu da ilave maliyete neden olmaktadır. Ayrıca kalınlık attıkça parçada çökmeler görünecektir. Genellikle bu boyuttaki parçaların et kalınlığı 3mm civarındır. Ancak biz bir parça mukavemet değerleri daha fazla olmasını beklediğimiz için kalınlığı 4 alacağız.

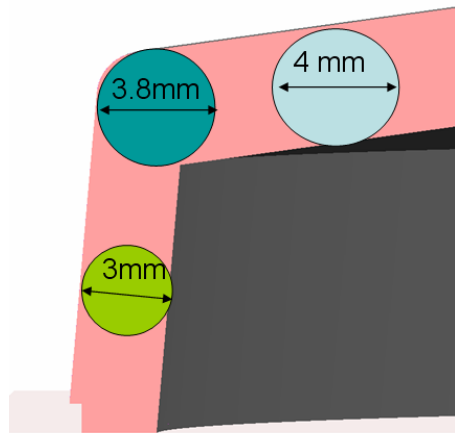


Şekil 4.6 : Kabuk Ayak

Et kalınlığı 4mm olarak almanın bir sebebi daha var. Parçayı güçlendirmek için ilave edilecek riblerin çökmemesi için ince olması gerekmektedir. Standart Plastik enjeksiyon yöntemi ile elde edilen parçalarda tavsiye edilen oran 2/3 tür. Bu da 3mm lik bir ana kabukta çöküntü oluşmadan 2mmlik rib uygulanabilir. Ancak parlak yüzeyli parçalarda bu oran daha düşüktür 3/8 gibi. Yani 4 mm lik ana kabukta 1.5mmlik rib kalınlığı demek. Ana gövde 4mm kalınlığındayken yan etekler 4mm olması durumda ve et kalınlığını sabit tutmak için görünen kosmetik radiusu da 4mm olması gerekiyor. Ancak bu radius kosmetik olarak uygun olmadığından dolayı 1mm yapılmıştır endüstriyel tasarımı tarafından. Buna göre 1mm lik radius bölgesine çöküntü olmaması için yan etek kalınlığı 4mm'den 3mm'ye düşürüyoruz.



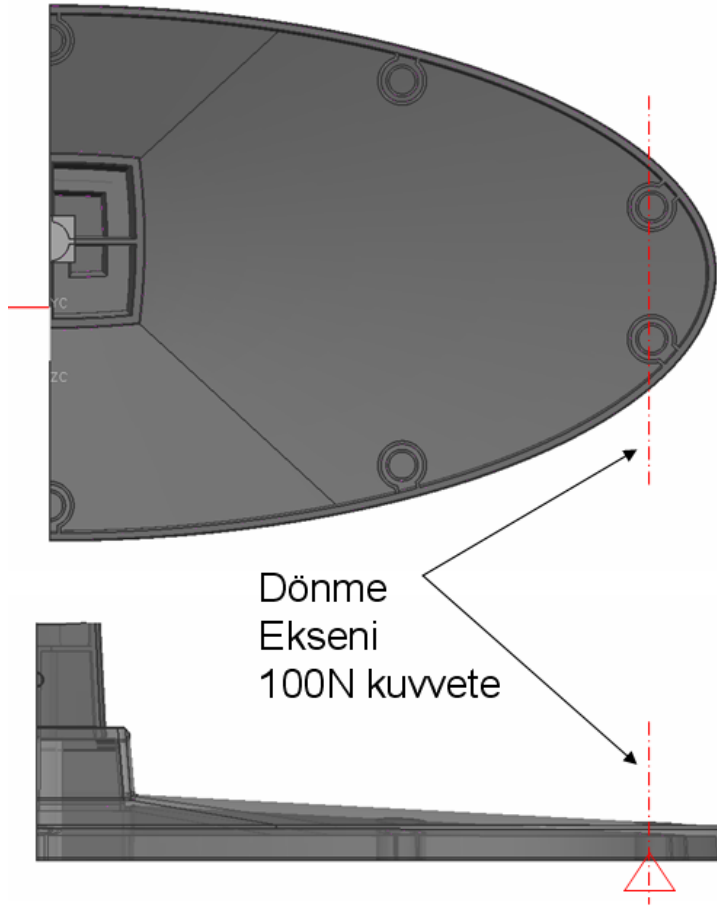
Şekil 4.7 : Çöküntü Bölgesi



Şekil 4.8 : Yan etek kalınlığı 3mm'e düşürülmüş Hali

4.5 Zemine Basma Noktaları

Ayağın zemine düzgün bir şekilde oturması için temas eden noktaların iyi ayarlanması gerekmektedir. Tüm temas noktaları dış çevre kenara yakın olmalıdır. Ayrıca yan kenarlarda 100N devrilme testinden geçebilmesi için dönme eksenini oluşturmaya dikkat edilmelidir. Yoksa uygulanan kuvvet ile bir dönme noktası etrafında ayağı öne veya arkaya yatırabilir. Dönme eksenini oluşturarak TVnin yana yatması için dönme eksenini etrafında dönmesi gerekmektedir. Böylece ayak genişliğini doğru hesapladıysak testten geçmesi gerekmektedir. Zemin basma noktaları aslında iç içe iki adet bosstan oluşmaktadır. Bosslara geçme kauçuk ayaklar takılarak ayağın zemine zarar vermesi önlenir. Ayrıca rahatsız edici sesler de oluşması önlenir.

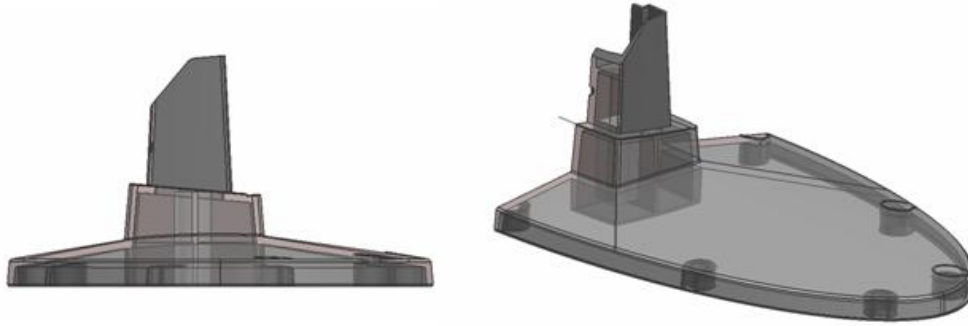


Şekil 4.9 : Yan Dönme Eksenini Oluşturulması

4.6 Boyun Bölgesi Tasarımı

Boyun Bölgesi konik olarak tasarlanacak ve direkt kabin içindeki konik yuvasına oturtulup bir adet vida ile arkadan sıkılarak TV taşınması durumunda düşmesi önlenecektir. Bu ayak bu yapıda yapılmaktadır kolay monte edilme için çünkü TV paketlenirken minimum paket ölçülerinde yapılabilmesi için ayak sökülüp TVnin ana yüzeyine paralel şekilde stroporlara (EPS) yerleştirilmektedir. Daha sonra müşteri montajını yaparken konik yüzeyli ayağı TVnin altına çok kolay monte edebilecektir.

Boyun bölgesi et kalınlığı da 4mm olarak öngörülmüştür. Bu bölgede uygulanan 100Nluk kuvvetten dolayı büyük momente maruz kalmaktadır.

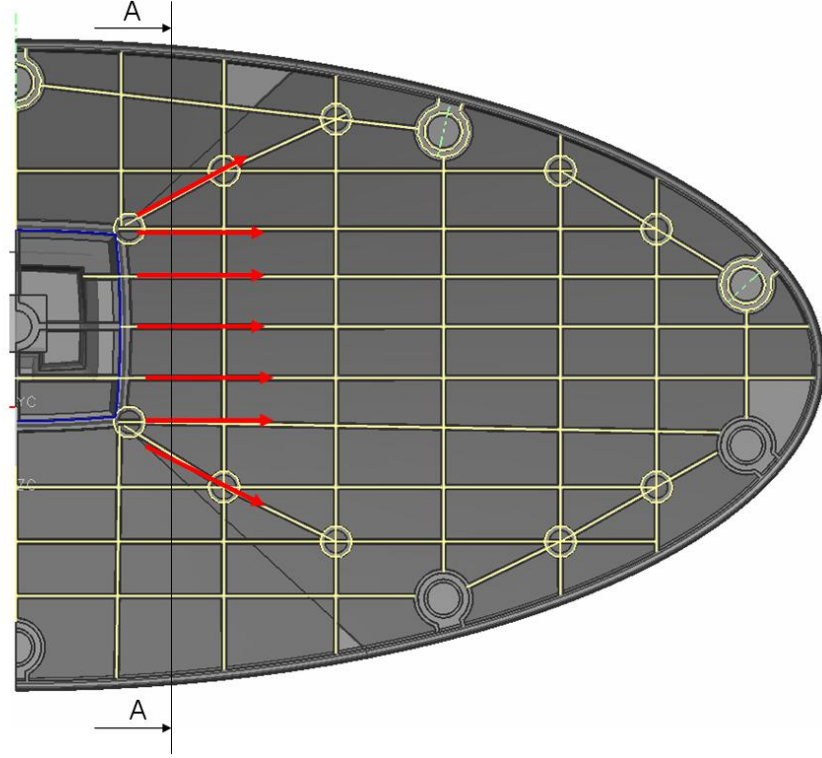


Şekil 4.10 : Ayak boyun bölgesi

4.7 Güçlendirme

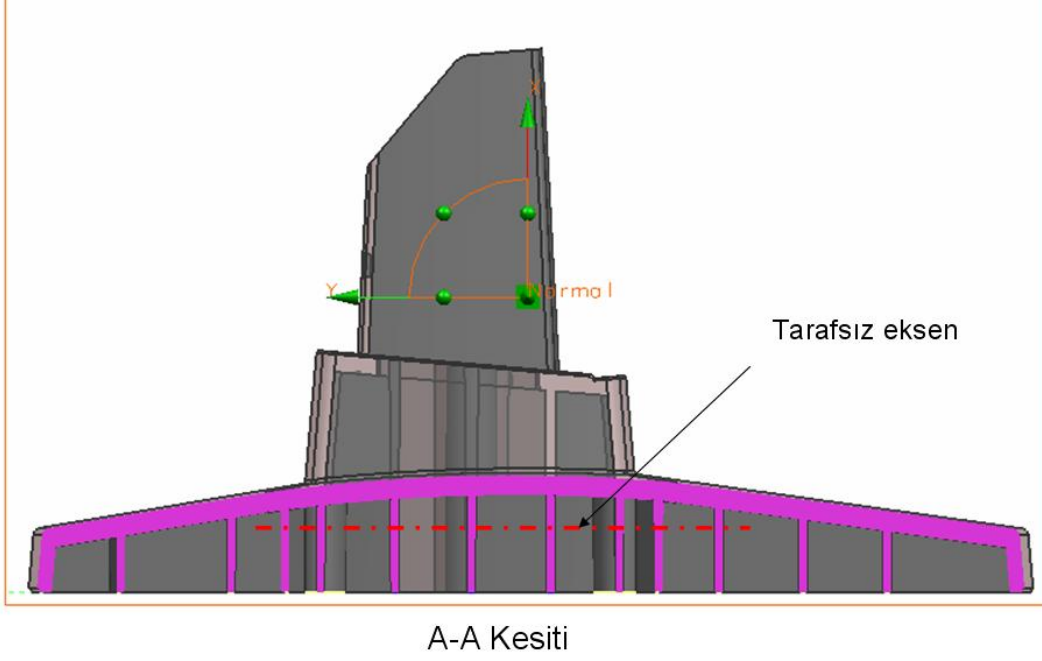
Parçayı daha da mukavemetli yapmak için rib ilavesi yapılacaktır. Daha önceki bölümde Erkek yüzeye 1.5-1.6mm kalınlıktaki ribler çöküntü oluşturmayacağını belirtmiştik. Diğer bir parametre de ribler arası mesafe. Ribler çok sık aralıklar ile ilave edilirse erkek taraftaki çelik bu ribler ile bölünmüş olacağı için soğutması güçleşecek ve soğuma süresi artacaktır. Kuvvet çizgileri şekilde görüldüğü gibi oluşturuldu. 100N kuvvetten doğan moment boyun bölgesi üzerinde yatay ayak bölgesine yayılmaktadır. Dolayısıyla en büyük gerilmeler bu bölgelerde oluşmaktadır. bunun için boyun bölgesinde ayak ucuna doğru belirli aralıklar ile paralel ribler yerleştirildi. Ayrıca boyunun bir üst ve bir alt ribleri boyundan destek alması için 30derecelik açılarla boyun bölgesine bağlanmıştır. Böylece ayak ucuna

giden tüm ribler boyun bölgesine toplanmıştır. Bundan dolayı da tüm riblere kuvvet dağıtılmıştır.



Şekil 4.11 : Kuvvet Çizgileri

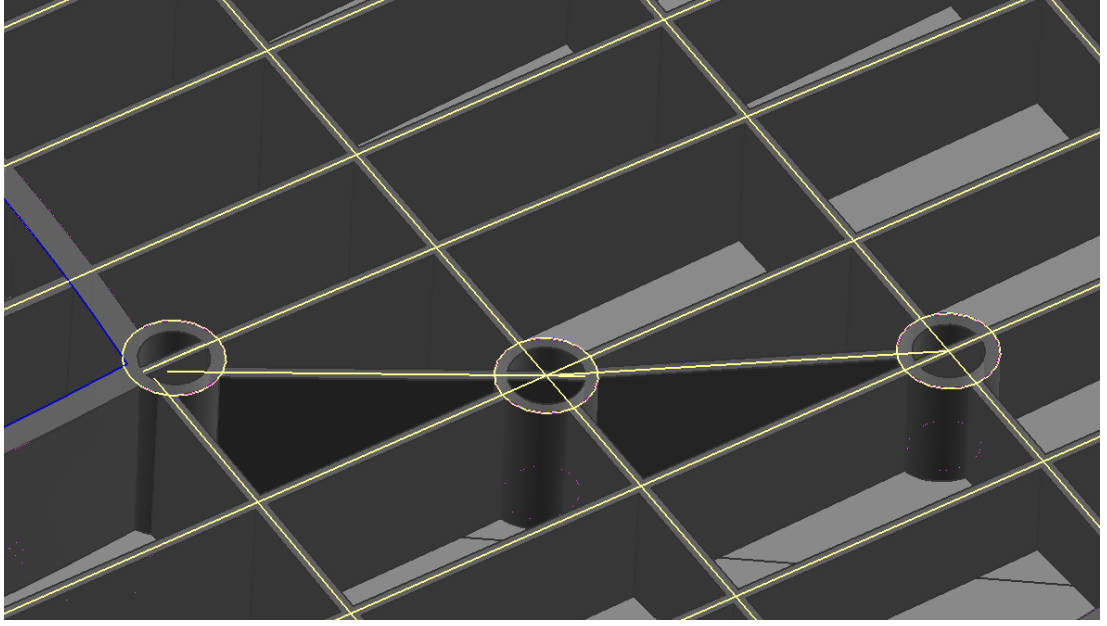
Ribler zeminden 1.4mm kalınlığında başlar en dipte 19mm bölgesinde tek tarafta 0.4 derecelik kalıp açısı ile dipte 1.65mm oluşmaktadır. Bu da en dipte ve boyun bölgesine yakın olduğu için ve daha sonraki bölümlerde moldflow analizinde yolluk orta bölgede yerleştirileceği için yüksek basınç bölgesinde bu kalınlık sorun yapması beklenmemektedir. Eylemsizlik momenti Riblerin uzunluğun karesi ile orantılıdır. Dolayısıyla Ribleri sık sık yapmaktansa derin ribler yapmak çok daha faydalıdır. Nitekim tasarımda boyun bölgesinde rib uzunlukları maksimum olarak oluşturuldu.



Şekil 4.12 : Tarafsız Eksen

4.8 Boru İticiler

Çapraz ribler diğer ribler ile ayak gövdesinde kalınlık oluşturmaması ve bundan dolayı çöküntü olmasını engellemek için parçayı kalıptan çıkarmak için kullanılması gereken boru iticilerden faydalanıyoruz. Bu boru iticileri kesişen rib eksenlere merkezliyoruz. Böylece kuvvet aktarımı boss üzerinde ilerlemektedir. Bossun normalde içi boş oluşu için kuvvet aktarımı radiuslu yüzeyler üzerinden oluşacaktır bu da daire şeklinde bossun kuvvet altında elips haline esnemesine neden olacaktır. Bunun için kuvvetin büyük olduğu boyun bölgesinde bu bossların kuvvet çizgileri bölünmemesi için bossların içi kuvvet çizgi yönünde rib ilave edilmiştir.



Şekil 4.13 : Boru iticilerin yerleştirilmesi

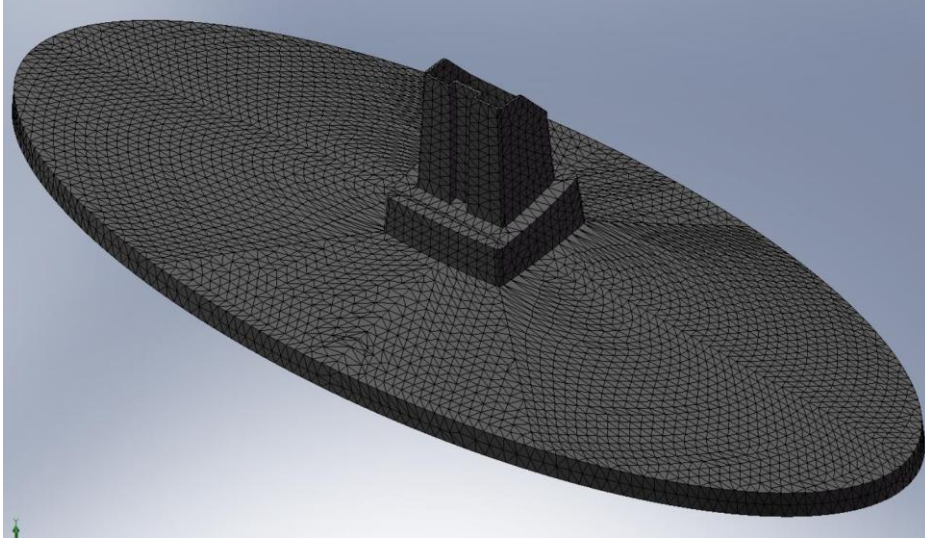
Sonuç olarak ayak tasarımı tamamlanmış olup üretilebilir hale gelmiştir. Ancak Tasarım sırasında üretilebilirlik kurallarına uysak dahi tasarım sonrası bunu analiz programları ile desteklemek gerekiyor. Bir sonraki bölümde analiz programları ile tasarım doğrulanması yapılacaktır.

5. AYAK ANALİZ

Bu bölümde önce cosmos programı ile ayağın 100N kuvvet altındaki davranışı incelenecektir sonra da moldflow analiz programı ile ayağın kalıp açısından uygulanabilirliği incelenecektir.

5.1 Mukavemet Analizi

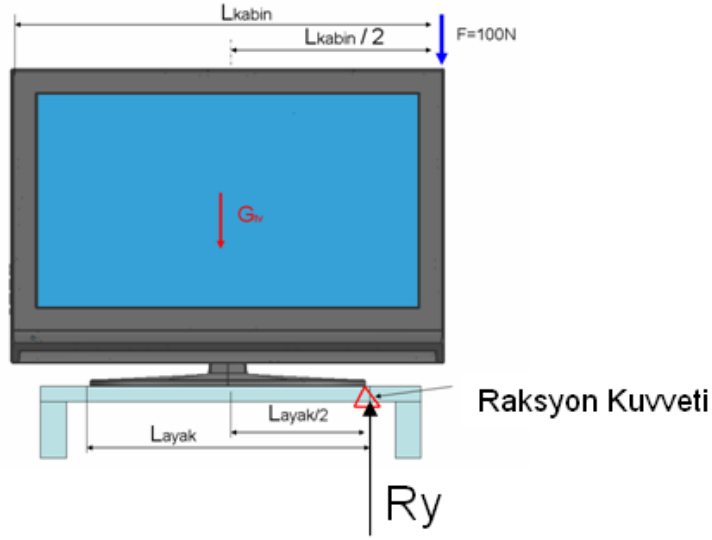
5.1.1 Parçanın Mesh Edilmesi



Şekil 5.1 : Ayağın Mesh Modeli

5.1.2 Sınır Şartları

Analizi tüm montaj üzerine uygulamak çok zaman alıcı olacağı için biz sınır koşulları sadece ayağı uygulayacağız. Diğer parçaları kullanmayacağımız için normalde boyun üzerinden aktarılan moment tersine çeviriyoruz. Boyun kısmını sabit ve kuvvet alt basma noktalardan geliyormuş gibi yapacağız. Sadece basit denge denklemi ile alt kenara gelen kuvvetleri hesaplamamız gerekiyor.



Şekil 5.2 : Kuvvet dağılımını basitleştirme şekli

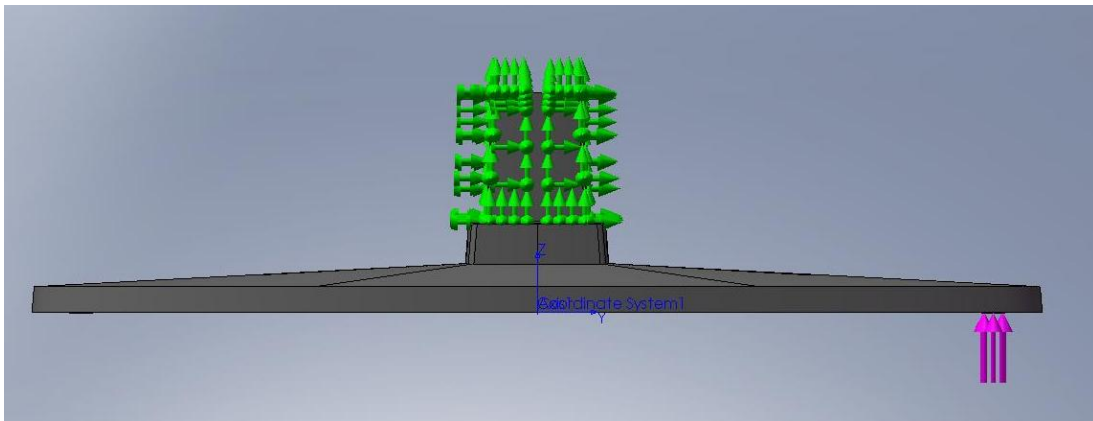
$$\sum M_{boyun}=0 \quad (5.1)$$

$$100N \times L_{tv}/2 = R_y \times L_{ayak}/2 \quad (5.2)$$

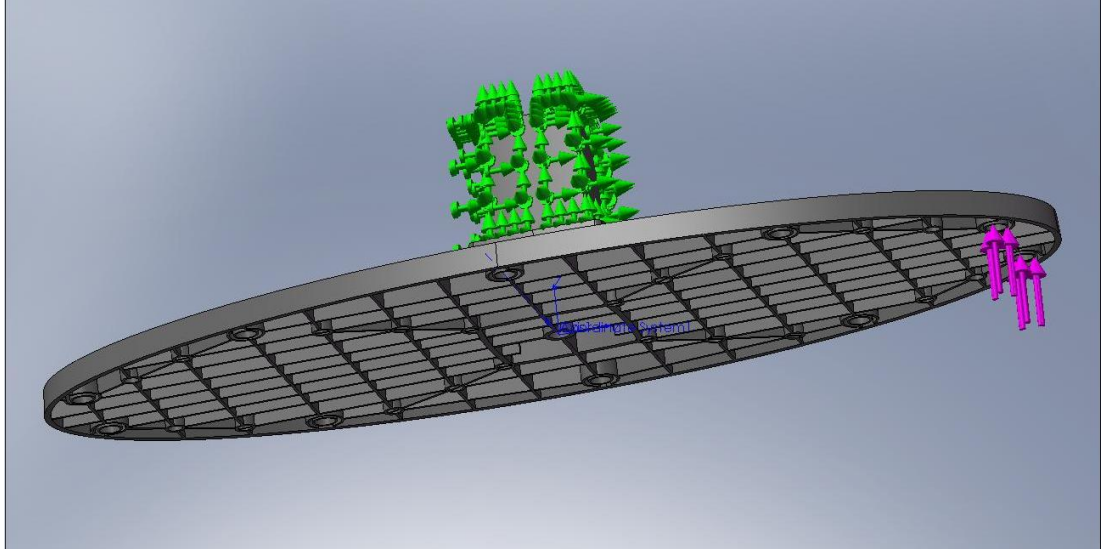
$$100N \times 790mm/2 = R_y \times 470mm/2 \quad (5.3)$$

$$R_y = 168N \quad (5.4)$$

TV genişliği ve ayak genişliği denkleme girilince yağı alt temas noktalarda oluşan kuvvet ortaya çıkıyor:



Şekil 5.3 : Sınır Şartları Ön Görünüş



Şekil 5.4 : Sınır Şartları İsoometrik Görünüş

5.1.3 Malzeme Mukavemeti Değerlerin Girilmesi

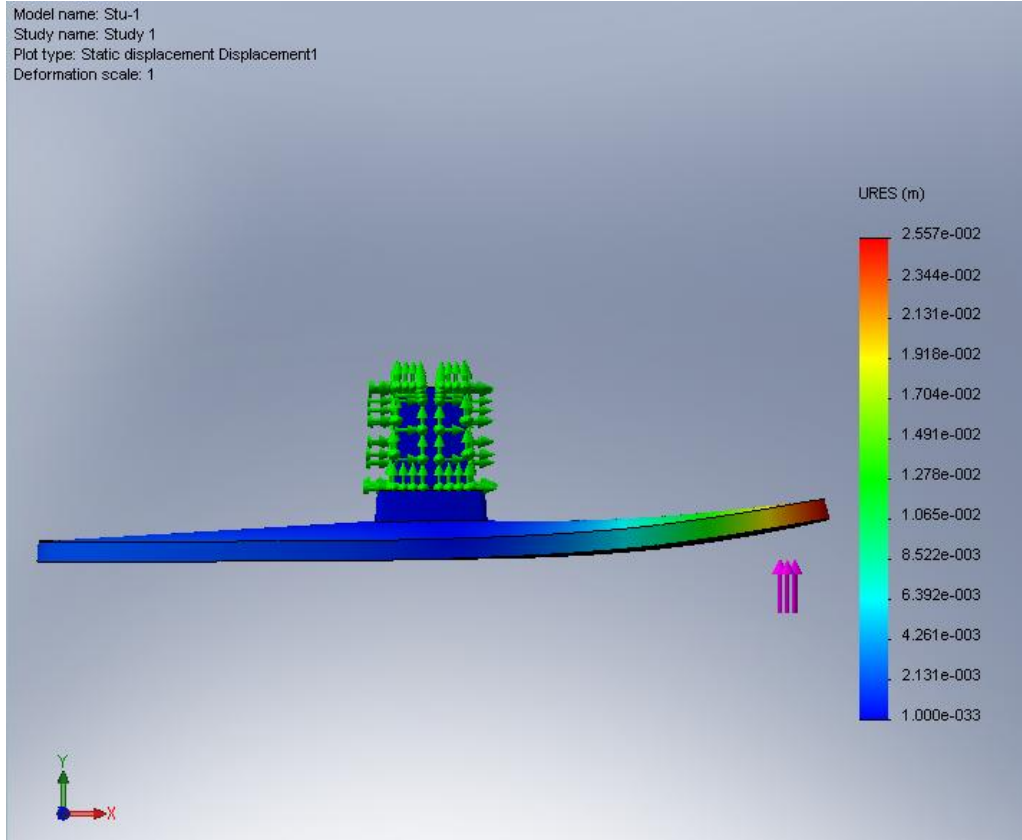
Seçilen malzeme PMMA&ABS. Young modülü ve akma sınır değerleri alttaki gibidir:

Young modülü: $23000 \text{ kgf/cm}^2 = 2,30 \text{ E}9 \text{ N/m}^2$

Çekme dayanımı: $495 \text{ kgf/cm}^2 = 4,95 \text{ E}7 \text{ N/m}^2$

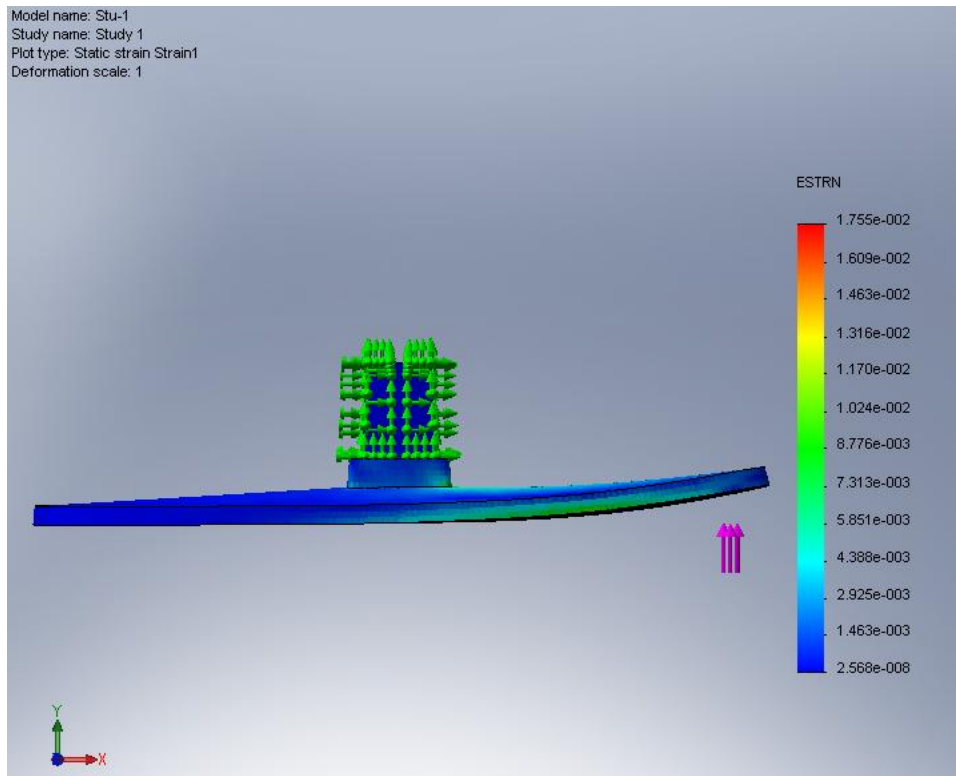
5.1.4 Esneme Miktarın Bulunması

Kuvvet uygulandığında ayağın ucu yaklaşık olarak 26mm eğilmiş.



Şekil 5.5 : Deplasman

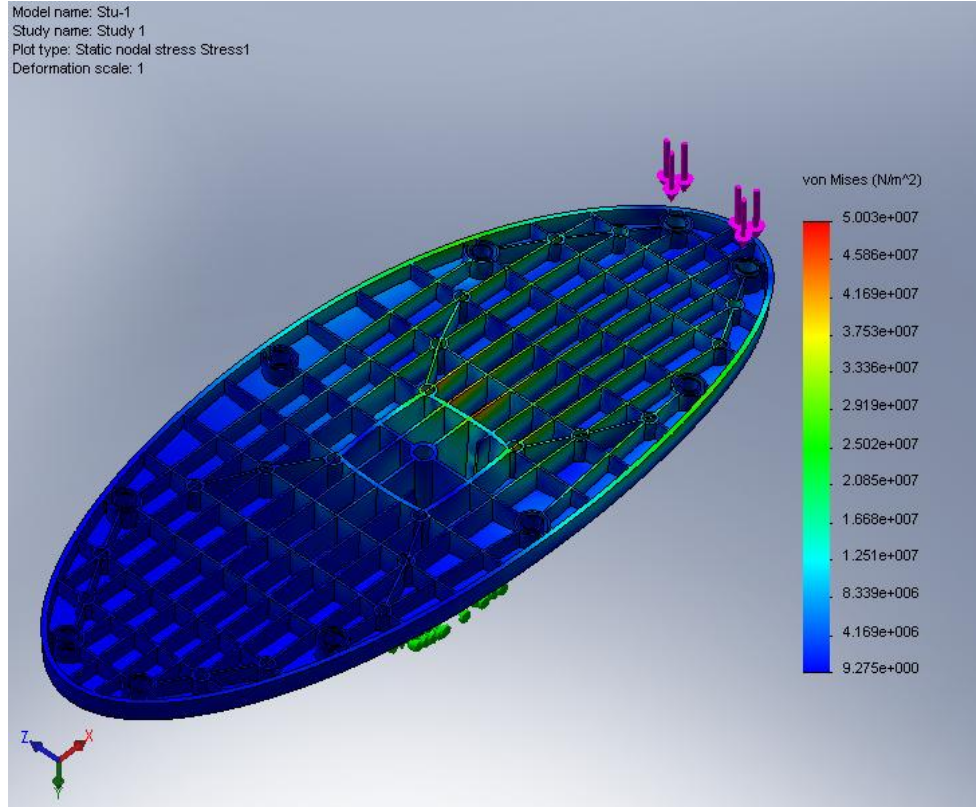
5.1.5 Strain



Şekil 5.6 : Strain Gösterimi

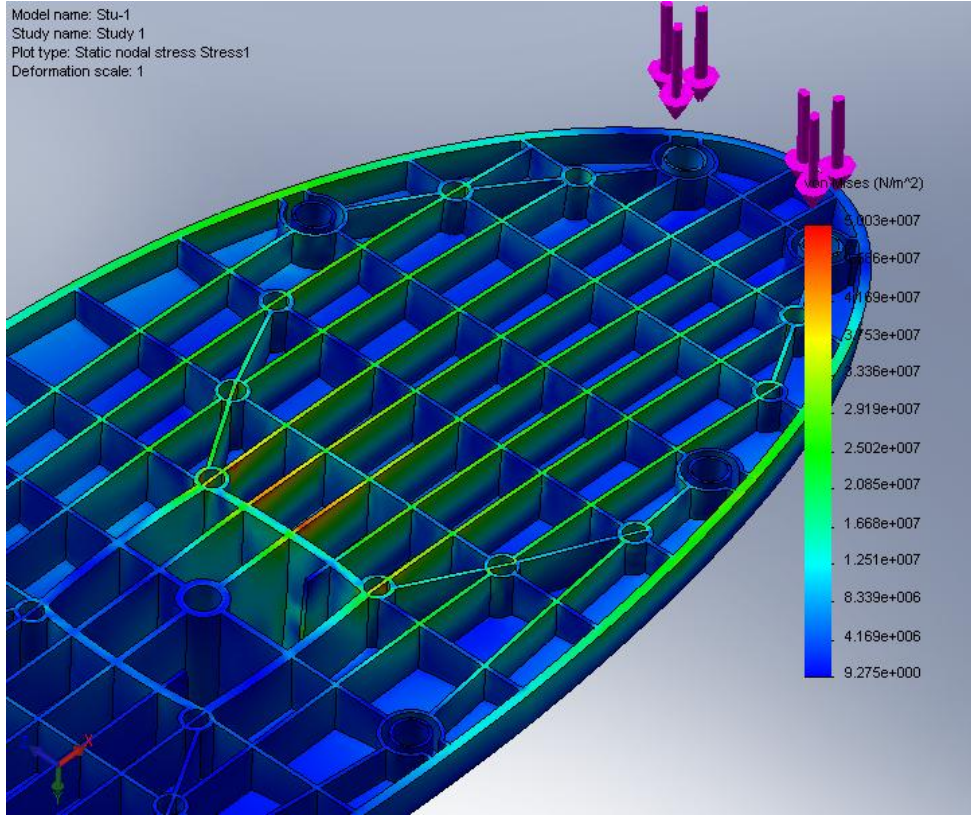
5.1.6 Maksimum Gerilmeler

Maksimum gerilmeler alttaki şekilde de görüleceği üzere boyun bölgesinden hem sonraki ribleri ucunda oluşmuştur. Bu bölgede oluşan maksimum gerilmeler $5E7$ N/m² civarındır bu da akma sınırına geldiği gösteriyor. Akma gerilmesi $4,95 E7$ N/m². Ancak malzeme speklerinde görüleceği üzere bu gerilme altında plastik şekil değiştirme hızı verilmiştir zamana bağlı olarak. Bizim kuvvet anlık olduğu için bu bölgeler plastik şekil değiştirmeden kuvvet uygulaması durduruluyor. Dolayısıyla sınırdan olan elâstik şekil değiştirme bölgesinde kalmaktadır. Eğer bizim ayak sürekli bu kuvvet altında olsaydı muhtemelen bu bölgeler zamanla plastik şekil değiştirecekti.

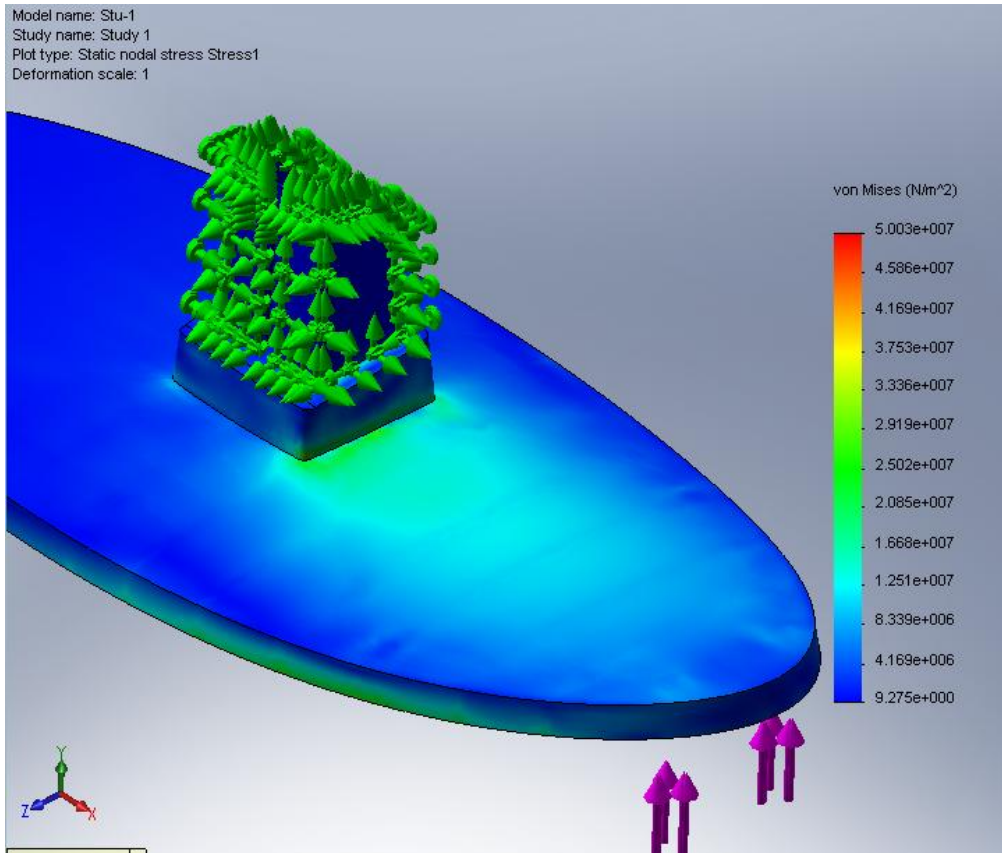


Şekil 5.7 : Maximum Gerilme Genel Görünüm

Boyun bölgesindeki ribler özellikle kalın boyun duvarına tutunan kenarında küçük radiuslar atılması gerekmektedir. Bu radiuslar yırtılmaların oluşmasını engelleyecektir.



Şekil 5.8 : Maximum Gerilme Detay Görünümü



Şekil 5.9 : Maksimum gerilmelr Üst Yüzey

Üst yüzeyde yine boyun bölgesinde 3 E107 N/m² civarı maksimum gerilmeler görülmektedir. Bunlar aslında basınç gerilmeleridir. bu bölgedeki gerilmeler akma sınırın çok altında kaldığı için kosmetik görünüm olarak etkilenmemektedir. Plastik şekil olsaydı beyazlamalar görünecekti.

5.1.7 Sonuç

Analiz sonuçlarına göre ayak akma sınırlarını aşmıyor. Esneme miktarı TV setinin devrilmesine neden olacak kadar büyük değil. Dolayısıyla bu ayak mevcut ölçüler ile testlerden geçtiğini gösteriyor.

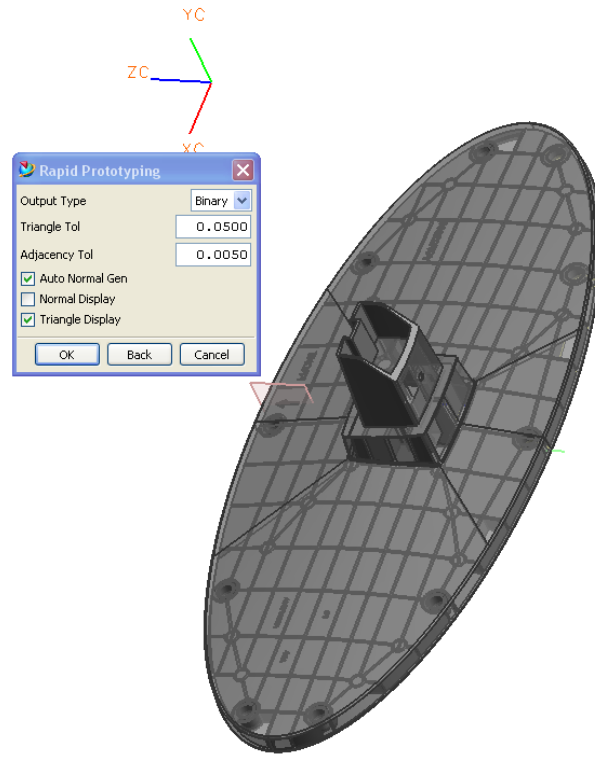
5.2 Moldflow Analizi

Mold flow analizi ile Parçanın plastik ile doldurulmasında sıkıntıların olup olmadığını varsa da yolluk yerleri değiştirerek çeşitli testler yaparak en uygun doldurma yöntemini seçmemizde yardımcı olacaktır. Ayrıca Parça çarpılmaması için gerekli Enjeksiyon parametrelerin oluşturulmasında da yardımcı olacaktır.

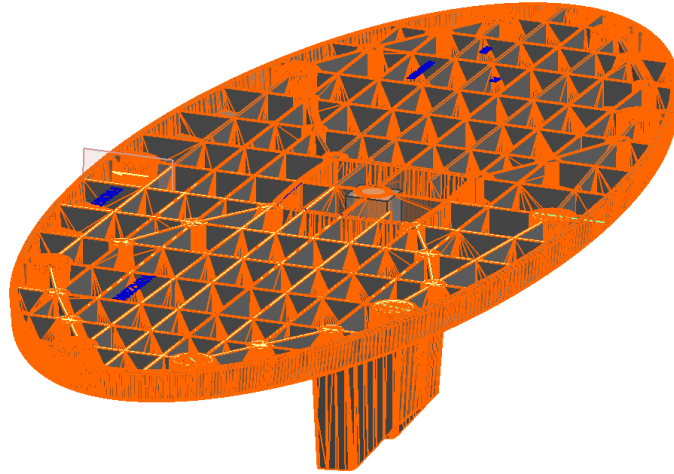
5.2.1 STL Datasının Hazırlanması

Moldflow da analize başlamadan önce STL formatında data hazırlanması gerekiyor.

Altta resimde görünen hassasiyet değerlerine göre datayı küçük üçgenlere bölmektedir.



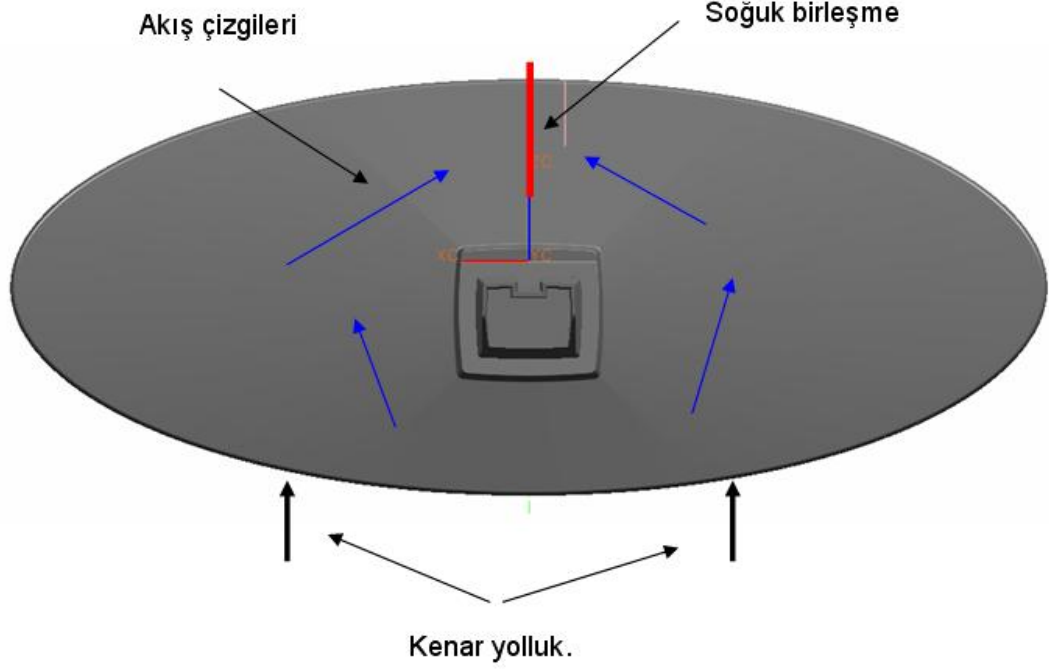
Şekil 5.10 : STL Datasının hazırlanması



Şekil 5.11 : STL Data Görünümü

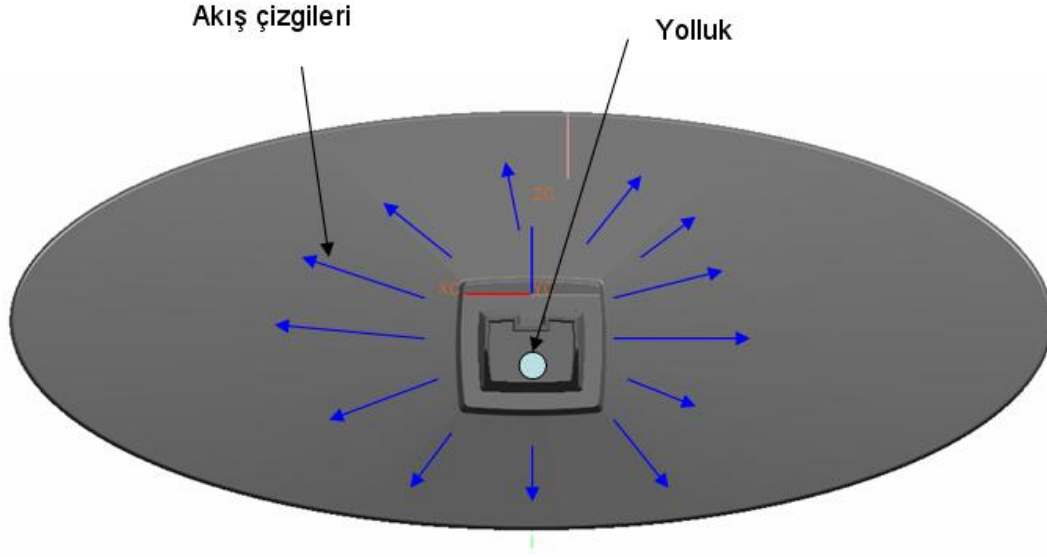
5.2.2 Yolluk Yerlerin Belirlenmesi

Yolluk olarak parça büyük olduğu için iki kenardan verilmesi düşünülebilir. Ancak iki yolluk arasından çıkan malzemeler birleşme yerlerinde soğuk birleşme izi çıkartabilir.



Şekil 5.12 : Çift Kenar Yolluk Uygulanması Durumunda Akış Çizgileri

Bunun için bu parça için en uygun yer Boyun ortasıdır. Böylece malzeme her yeri eşit zamanda doldurmuş olur ve soğuk birleşme çizgileri oluşmamış olur. Bu paça kosmetik bir parça olduğu için bu son derece önemlidir.

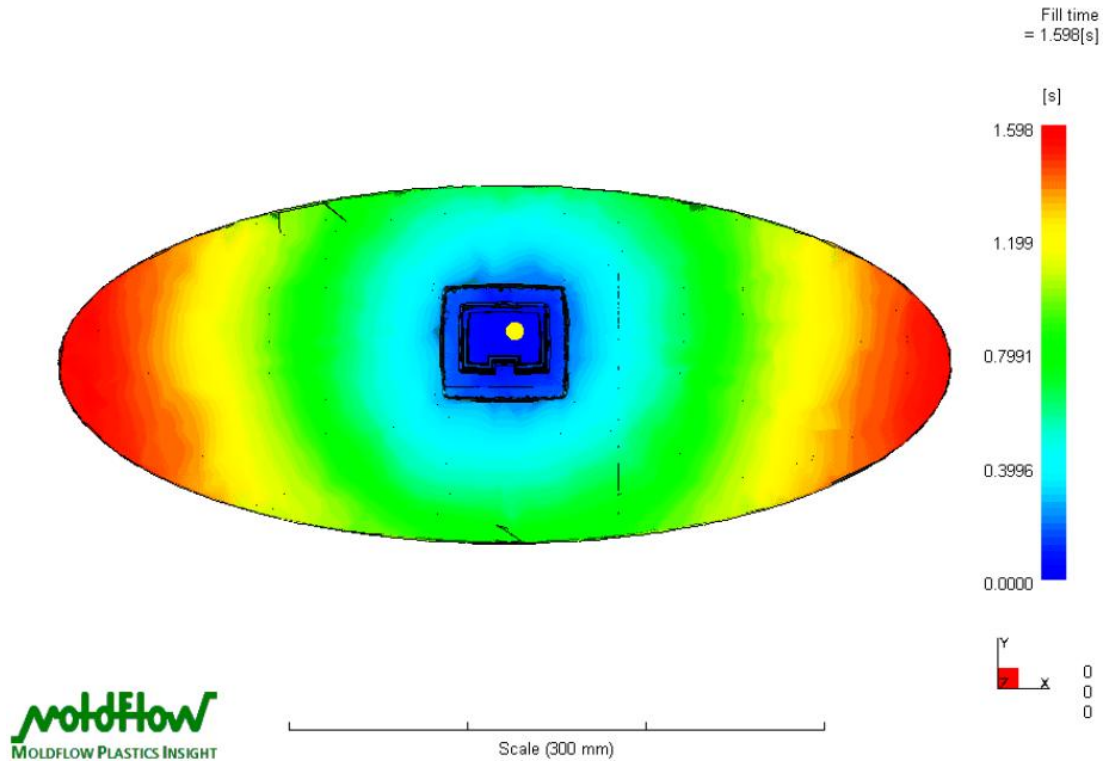


Şekil 5.13 : Yolluk Boyun Bölgesinde

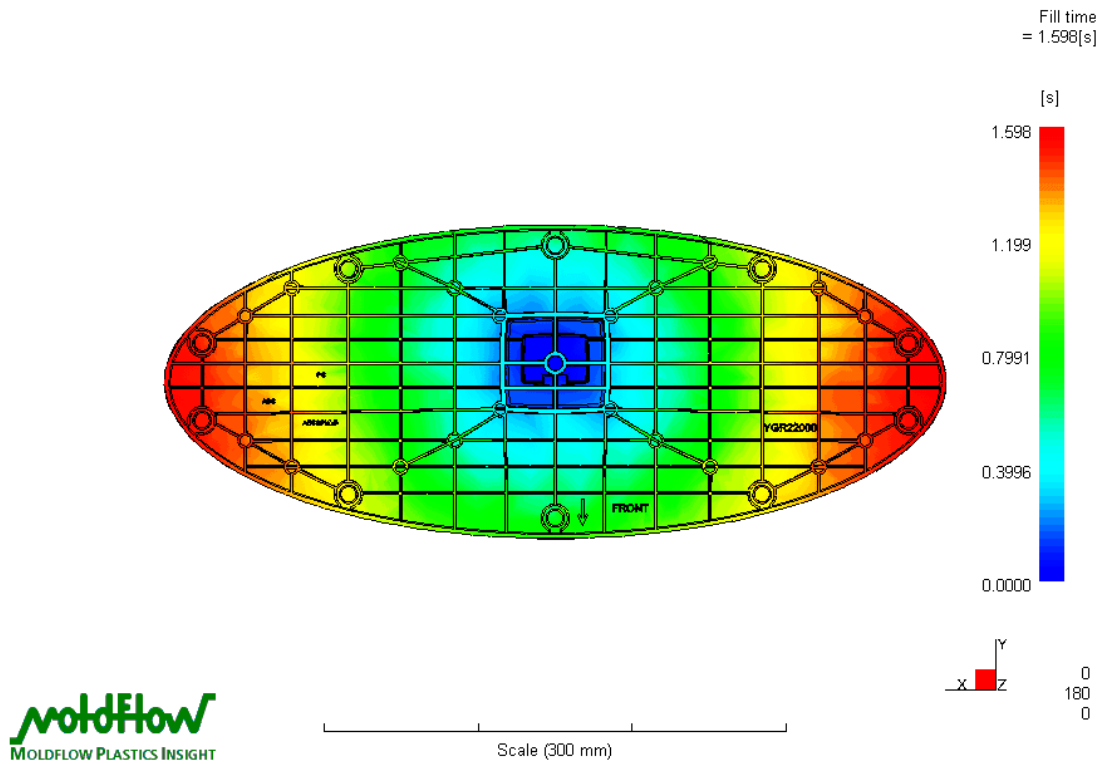
5.2.3 Enejesiyon parametrelerin ayarlanması

- Parça Malzemesi: ABS&PMMA
- Parça Ağırlığı : 600 gr
- Enejesiyon Makina Boyutu : 800 Ton
- Kalıp Dişi Çekirdek Sıcaklığı :110°C
- Kalıp Erkek Çekirdek Kalıp Sıcaklığı : 50°C
- Kalıplama Basıncı: 27MPA

5.2.4 Moldflow Doldurma Simülasyonu



Şekil 5.14 : Moldflow Doldurma Süresi Üst Görünüş

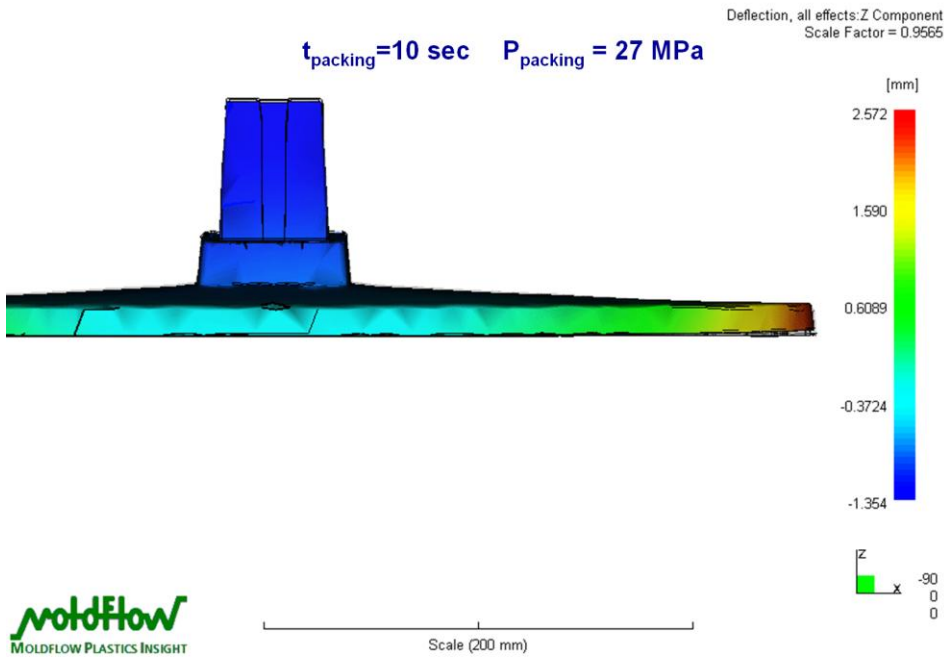


Şekil 5.15 : Moldflow Doldurma Süresi Alt .Görünüş

Sonuçlardan görüldüğü gibi en uzak mesafeler biraz daha geç doluyor ancak toplam doldurma süresi 1,6sn civardır. Bu doldurma simülasyonu bize aynı zamanda soğuk birleşme olmayacağını da yorumlamamıza yardımcı olmaktadır.

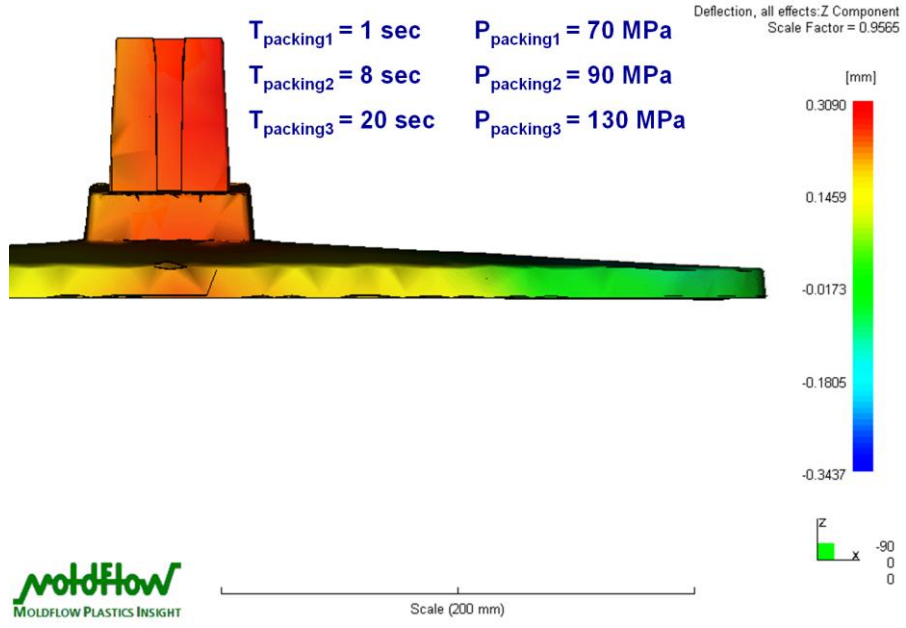
5.2.5 Moldflow Warpage Simülasyonu

Normalde enjeksiyonda parçaların soğuma sırasında oluşan çekme kuvvetleri nedeni ile parça enjeksiyon sonrası çarpılmaktadır. Altta ilk analizde çarpılmayı belirlemek için normal Enjeksiyon şartlarında basılmıştır. Görüleceği gibi 2.5mm civarı ayak uçları hareket etmiştir. Bu hiç uygun bir durum değil çünkü ayak sağ sola sallanacaktır.



Şekil 5.16 : Moldflow Warpage analizi

Bunun için Ütuleme Basıncı ve Basın uygulama süre parametrelerini değiştirerek alttaki sonuca ulaşılmıştır. Ayak uçları neredeyse hiç hareket etmemiş, boyun 0.3mm oynamıştır. Bu sonuç kabul edilebilir



Şekil 5.17 : Moldflow İyileştirilmiş Warpage Analizi

Böylece Kalıplama açısından sorun kalmamıştır. Parça kalıbı başlatılabilir.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Sonuç olarak tasarlanan ayak Temmuz 2008 seri imalata başlamıştır. Bu ayaktan bugüne kadar yaklaşık 100K adet üretim yapılmıştır ve hiç bir sorun yaşanmamıştır. Benzer tasarımlar ile aynı anda 4 proje daha yapılmış olup toplam adet 500K civarı gerçekleştirilmiştir. Böylece aynı kalitede ve çok daha düşük maliyete bu ürünler müşterilerine ulaştırılmıştır.

Bu ayak enjeksiyonunda ABS&PMMA malzeme kullanıldığında cycle time (enjeksiyon süresi) 85sn olmaktadır. Bu süreyi azaltmak için boyun bölgesine ilave edilen ribler soğumayı geciktirmektedir. Bu ribler boyun bölgesinde soğutma sistemi ilave edilmesine engel oluyor ve enjeksiyon sırasında en geç soğuyan kısım burası oluyor. Bu ribleri kısaltarak en azından boyun bölgesinin bir kısmına kadar soğutma ilave edilebilir. Böylece enjeksiyon süresi birkaç sn daha kısaltılabilir.

İyileştirme olarak ayağın kenar kalınlığı biraz daha inceltilebilir. Böylece kosmetik olarak daha ince görünüm yaratıp ürün daha çekici görünebilir. Buna yönelik yeni 2010 tasarım LED TV ayaklarında buna benzer bir tasarım yapılmış oldu ve Mart 2010da seri imalata girecektir.

KAYNAKLAR

Savcı, M. 1991Çözümlü mukavemet problemleri, İstanbul, İTÜ, Makine Fakültesi.

Fuji Seiko Co., Ltd 3D Wedless mold maker

Mitsubishi Corporation Technos Exclusive distributor for a system of 3Dweldless technology

ÖZGEÇMİŞ



Ad Soyadı: Alev Feradoğlu

Doğum Yeri ve Tarihi: 11.02.1972 Stefanovo/Bulgaristan

Adres: 19. Mayıs CAD. 100sok. No:11 D4, Yakuplu, Büyük Çekmemce, İstanbul

Lisans Üniversitesi: İTÜ, Makina Fakültesi