

**T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**POLİMERİK MALZEMELER İLE TÜKETİCİ ELEKTRONİĞİ
ÜRÜNLERİ TASARIMI**

Umut Ekim GÜNDOĞDU

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
MAKİNA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
KONSTRUKSİYON PROGRAMI**

**DANIŞMAN
Prof.Dr. ÜMİT ÖZGEN ÇOLAK**

İSTANBUL, 2011

**T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**POLİMERİK MALZEMELER İLE TÜKETİCİ ELEKTRONİĞİ
ÜRÜNLERİ TASARIMI**

UMUT EKİM GÜNDOĞDU

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
MAKİNA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
KONSTRUKSİYON PROGRAMI**

**DANIŞMAN
Prof.Dr. ÜMİT ÖZGEN ÇOLAK**

İSTANBUL, 2011

T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

POLİMERİK MALZEMELER İLE TÜKETİCİ ELEKTRONİĞİ ÜRÜNLERİ
TASARIMI

Umut Ekim GÜNDOĞDU tarafından hazırlanan tez çalışması 10.03.2011 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makina Mühendisliği Anabilim Dalı'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Tez Danışmanı

Prof. Dr. Ümit Özgen ÇOLAK

Yıldız Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri

Prof. Dr. Ümit Özgen ÇOLAK

Yıldız Teknik Üniversitesi

Prof. Dr. Atilla BOZACI

Yıldız Teknik Üniversitesi

Prof. Dr. Hikmet KOCABAŞ

İstanbul Teknik Üniversitesi

ÖNSÖZ

Bu çalışmada, hayatımızdaki yeri ve önemi giderek artan polimerik malzemelerin kullanımı, "ürün tasarım mühendisliği" bakış açısından değerlendirilmeye çalışılmıştır. Söz konusu değerlendirme için modern tasarım ve mühendislik yazılımları kullanılarak, sonucun mümkün olduğunca hatasız olması amaçlanmıştır.

Çalışmam sürecinde yüksek ilgi, bilgi ve emeğini esirgemeyen başta değerli hocam Sayın Prof. Dr. Ümit Özgen ÇOLAK' a, onun şahsında tüm Yıldız Teknik Üniversitesi, Makina Fakültesi Makina Mühendisliği Bölümü hocalarıma ve aileme teşekkürü bir borç bilirim.

Mart, 2011

Umut Ekim GÜNDOĞDU

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
SİMGE LİSTESİ.....	ix
KISALTIMA LİSTESİ.....	x
ŞEKİL LİSTESİ.....	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
ÇİZELGE LİSTESİ	xvii
ÖZET	xviii
ABSTRACT	xix
BÖLÜM 1	
GİRİŞ	Error! Bookmark not defined.
1.1 Tez Özeti	1
1.2 Tezin Amacı	1
1.3 Bulgular	1
BÖLÜM 2	
PLASTİKLERE GİRİŞ	
2.1 Plastik Nedir?.....	2
2.1.1 Termoplastikler.....	3
2.1.2 Termosetler.....	3
2.2 Plastik Malzemelerin Genel Özellikleri.....	4
2.2.1 Genel Özellikleri.....	4
2.2.2 Mekanik Özellikleri.....	5
2.2.3 Elektriksel Özellikleri.....	7
2.2.4 Plastiklerin Kimyasal Özellikleri.....	9
2.2.5 Mekanik İşleme Özellikleri.....	9
2.2.6 Isıl Özellikleri.....	10
2.2.7 Diğer Özellikleri.....	10

BÖLÜM 3

PLASTİK TASARIM KURALLARI.....	11
3.1 Plastik Tasarımında Malzeme	11
3.1.1 Parça Bazında Kullanılacak Plastik Malz. Seçimi ile İlgili Ön Tespitler.....	12
3.1.2 Popüler Plastik Malzemelerin Önemli Özellikleri.....	13
3.1.3 Plastik Seçim Piramidi.....	14
3.2 Plastik Tasarım İlkeleri / Dikkat Edilmesi Gereken Hususlar	17
3.2.6 Delikler.....	28
3.2.7 Radyuslar	29
3.2.8 Alt Boşaltmalar / Undercutler.....	30
3.2.9 Kalıpta Plastiğe Takılan Parçalar	32
3.2.10 İç ve Dış Dişler	34
3.2.11 Tolerans	35
3.3 İmalat Yöntemi / Kalıp Bilgisi Bölümü	35

BÖLÜM 4

LCD TV TASARIMI	38
4.1 Ürünün Tanımlanması.....	39
4.1.2.1 LCD Display / LCD Ekran:.....	40
4.1.2.2 Anakart/Mainboard:.....	40
4.1.2.3 Backlight PCB.....	41
4.1.2.4 Hoparlörler	41
4.1.2.5 Side AV PCB	42
4.1.3 Yerleşim Ve Diğer Elektronik Kriterler:.....	42
4.2 Modellemeye Başlamak	43
4.2.1 Endüstriyel Tasarımdan Mekanik Tasarıma Geçiş	43
4.3 Detaylı Yerleşim ve Ham Modellemeler.....	47
4.3.1 Genel montaj yapısının belirlenmesi.....	47
4.3.2 Elektronik Kartların Yerleştirilmesi.....	50
4.4 Detaylı Parça Tasarımları.....	58
4.4.1 Kabin / Ana Ekranlayıcı Detaylı Tasarımı:	58
4.4.2 Çıkış Paneli Tasarımı	62
4.4.3 Arka kapağın Detaylı Tasarımı.....	63
4.4.4 Side AV Tutucu Tasarımı	65
4.4.5 Küçük Kapak Detaylı Tasarımı	76
4.4.6 Arka Ayağın Detaylı Tasarımı	81
4.4.7 Dörtlü Düğme Tasarımı.....	86
4.4.8 Tasarım Gözden Geçirme	91
4.4.8.1 Arka Kapak.....	91
4.4.8.2 Kabin	93
4.4.8.3 Ana Ekranlayıcı / (LCD Ekranlayıcı) :.....	94
4.4.8.4 Anakart Ekranlayıcı	95
4.4.8.5 Backlight Ekranlayıcı	95

BÖLÜM 5

KALIP AKIŞ ANALİZLERİ	97
5.1 Arka Kapak Akış Analizi.....	97
5.2 Kabin Akış Analizi	101
5.3 Çıkış Paneli Akış Analizi.....	104
5.4 Küçük Kapak Akış Analizi	110

BÖLÜM 6

CFD ANALİZLERİ.....	112
6.1 Analiz Öncesi Hazırlıklar / Optimizasyon.....	112
6.1.1 Kabin Optimizasyonu.....	113
6.1.2 Arka Kapak Optimizasyonu	114
5.1.3 Ana Ekranlayıcı Optimizasyonu.....	116
5.1.4 Anakart Ekranlayıcı Optimizasyonu.....	116
6.1.5 Backlight PCB Ekranlayıcı Optimizasyonu.....	117
6.1.6 Anakart Optimizasyonu	117
6.1.7 Backlight PCB Optimizasyonu	118
6.1.8 LCD Panel Optimizasyonu	118
6.2 Analiz Parametrelerinin Tanımlanması	119
6.2.1 Yüze/Geometri İşlemi	119
6.2.2 Malzemelerin Tanımlanması ve Atanması	123
6.2.2.1 İşlemci Malzemesinin Tanımlanması	123
6.2.2.2 PCB Malzemesinin Tanımlanması.....	123
6.2.3 Sınır Koşullarının (Boundry Conditions) Belirlenmesi	126
6.3 Analiz Sonuçları:.....	130
6.4 Sonuçların Değerlendirilmesi.....	132

BÖLÜM 7

AMBALAJ TASARIMI	135
7.1 Nakliye Koşullarının Belirlenmesi/ Tanımlanması.....	135
7.2 Ambalaj Malzemesinin Belirlenmesi.....	136
7.3 Ambalaj Tasarımı.....	136
7.4 Tasarım Gözden Geçirme	140

BÖLÜM 8

DÜŞME TESTİ/ DROP TESTİ	144
8.1 Test Koşulları.....	144
8.2 Test Öncesi Optimizasyon	145
8.2.1 Kabin Optimizasyonu:.....	145
8.2.2 Arka Kapak Optimizasyonu	146
8.2.3 İç Parçalar Optimizasyonu	146
8.3 Düşme Testi Analizi	147
8.3.1 Analiz Parametrelerinin Tanımlanması /Sınır Şartlarının Belirlenmesi .	149

8.3.2	Malzemelerin Atanması.....	150
8.3.3	Meshleme ve Analizin Başlatılması	151
8.3.4	Sonuçların Görüntülenmesi ve Değerlendirme	152
BÖLÜM 9		
SONUÇLAR VE ÖNERİLER		154
KAYNAKLAR.....		155
EK-A		
KİMYASAL ÖZELLİKLER.....		156
EK-B		
KALIP AKIŞ RAPORLARI		160
B-1 Kabin Akış Analizi Raporu.....		160
B-2 Arka Kapak Akış Analizi Raporu		166
B-3 Çıkış Paneli Akış Analizi Raporu		171
ÖZGEÇMİŞ.....		175

SİMGE LİSTESİ

"	İnç (Uzunluk Ölçüsü)
%	Yüzde
Ω	Yüzey Direnci
$\Omega \times \text{cm}$	Hacim Direnci
$^{\circ}\text{C}$	Derece Celcius
cm	Santimetre
d	Yoğunluk (Özkütle)
E	Elastisite Modülü
Euro	Para Birimi
g	Yerçekimi İvmesi
Pa	Pascal
Kj/m^2	Darbe Dayanımı Birimi
KV/mm	Dielektrik Dayanımı Birimi
MPa	Mega Pascal
mm	Milimetre
mm^2	Milimetrekare
S	Shrinkage / Plastiklerde Kalıp Çekmesi
sn	Saniye
W	Watt
+X	(1,0,0) vektörü
+Y	(0,1,0) vektörü
YTL	Para Birimi
+Z	(0,0,1) vektörü

KISALTMA LİSTESİ

ABS	Acrylonitrile Butadiene Styrene
UV	Ultraviolet
BMC	Bulk Moulding Compound
CAB	Cellulose Acetate Butyrate
CFD	Computational Fluid Dynamics
ETPE	Ethyl Acetate Polyethylene
IGES	International Graphics Exchange Specification
LCD	Liquid Crystal Display
LED	Light Emitting Display
NBR	Nitrile Rubber- Acrylonitrile Butadiene Rubber
PA	Polyamid
PA6	Polyamid 6
PA66	Polyamid 66
PAI	Polyamid-Imid
PC	Polycarbonate
PCB	Printed Circuit Board
PCTF	Polymer Coated Film
PE-LD	Polyethylene -Low Density
PE-HD	Polyethylene -High Density
PE-HMW	Polyethylene -High Molecular Weight
PE-UHMW	Polyethylene – Ultra High Molecular Weight
PE	Poliester
PEEK	Poly Ether Ether Ketone
PES	Polyethersulfone
PET	Poly Ethylene Terephthalate
PETG	Poly Ethylene Terephthalate G
PFA	PerFluoroAlcoxy
PMMA	Polymethylmethacrylate
POM	Polioksimetilen
PP-CCP	Chlorinated Propylene
PP	Polypropylene
PPS	Polyphenylene Sulfide
PPSU	Polyphenylene Sulfone
PS	Polystyrene

PTFE	Teflon
PVC	Polyvinylchlorur
PVDF	Polyvinildifluoride
SMC	Sheet Moulding Compound
TPU	Thermoplastic Urethane
TV	Television
UG	Unigraphics

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 3.1	Tavsiye edilen et kalınlığı geçişleri	17
Şekil 3.2	Yüksek et kalınlığının getirebileceği sorunlar.....	18
Şekil 3.3	Tavsiye edilen feder tasarımı oransal ölçüleri.....	20
Şekil 3.4	Feder yapıları için erimiş plastik akış yapısı.....	23
Şekil 3.5	Oransal feder tasarım ölçüleri.....	24
Şekil 3.6	Oransal gusset tasarım ölçüleri.....	24
Şekil 3.7	Doğru feder tasarımı.....	26
Şekil 3.8	Oransal boss tasarımı	26
Şekil 3.9	Oransal boss yerleşimi	27
Şekil 3.10	Oransal kör delik ölçüleri.....	27
Şekil 3.11	Oransal boyuna delik ölçüleri.....	28
Şekil 3.12	Oransal delik yerleşim ölçüleri.....	28
Şekil 3.13	Alt boşaltmalar -1	29
Şekil 3.14	Alt boşaltmalar -2.....	30
Şekil 3.15	Maçalı kalıp genel yerleşimi	30
Şekil 3.16	Plastiğe kalıpta takılan parça geometrileri.....	31
Şekil 3.17	Diş tasarımında boyutlar	31
Şekil 3.18	Plastik enjeksiyon makinası bileşenleri	33
Şekil 3.19	Plastik enjeksiyon kalıbı bileşenleri.....	33
Şekil 4.1	LCD TV ürün ve katı model resmi.....	37
Şekil 4.2	Endüstriyel tasarım genel görünümü.....	38
Şekil 4.3	LCD panel genel görünümü.....	39
Şekil 4.4	Anakart genel görünümü.....	39
Şekil 4.5	Backlight PCB genel görünümü.....	40
Şekil 4.6	Hoparlör genel görünümü.....	40
Şekil 4.7	Side AV PCB genel görünümü.....	41
Şekil 4.8	Genel yerleşim haritası.....	42
Şekil 4.9	Endüstriyel tasarım yüzeyleri.....	43
Şekil 4.10	Kabin kaba modellenmesi / ham katı modelin oluşturulması.....	43
Şekil 4.11	Ham kabin katısının oluşturulması.....	44
Şekil 4.12	Son haline getirilmiş kabin kaba modeli.....	44
Şekil 4.13	Arka kapak ham katı modeli genel görünümü.....	45
Şekil 4.14	Et kalınlığı verilmiş kaba katı modeli.....	45
Şekil 4.15	Montaj bosslarının yerleşiminin belirlenmesi.....	46
Şekil 4.16	Kabin üzerinde ekran boşaltmasının açılması.....	47
Şekil 4.17	Ana bileşenler genel görünümü	48

Şekil 4.18	Ana ekranlayıcı ham katı modeli.....	48
Şekil 4.19	Yapılan işlemler sonrası kabin genel görünümü.....	49
Şekil 4.20	Elektronik kartlar ve ekranlayıcılarının genel görünümü.....	49
Şekil 4.21	Elektronik kart montaj delik yerleşimleri.....	50
Şekil 4.22	Elektronik kartlar ve ekranlayıcılarının montaj delik yerleşimleri.....	50
Şekil 4.23	Genel görünüm (yandan).....	51
Şekil 4.24	Genel görünüm ön ve arkadan.....	51
Şekil 4.25	Yerleşim öncesi dörtlü düğme ve hoparlörler.....	52
Şekil 4.26	Düğme ve hoparlörler ön yerleşimi.....	52
Şekil 4.27	Anakart yerleşimi / kesit 1 ..	53
Şekil 4.28	Anakart yerleşimi / kesit 2 ..	54
Şekil 4.29	Anakart yerleşimi / kesit 3.....	54
Şekil 4.30	Çıkış paneli ham katı modeli.....	55
Şekil 4.31	Çıkış paneli ön yerleşimi.....	55
Şekil 4.32	Çıkış paneli yerleşimi / kesit 1.....	56
Şekil 4.33	Kart yerleşimleri genel görünüm.....	56
Şekil 4.34	LCD montaj delikleri.....	57
Şekil 4.35	Panel dengeleyicilerinin tasarımı ve modellenmesi....	58
Şekil 4.36	Ana ekranlayıcı montaj ayakları kesit resmi.....	58
Şekil 4.37	Ana ekranlayıcı montaj ayakları tasarımı.....	59
Şekil 4.38	Kart montaj ayakları yerleşimi.....	59
Şekil 4.39	Montaj ayakları teknik resmi / kesit görünüşü.....	60
Şekil 4.40	Kablo çıkış deliklerinin genel görünümü.....	60
Şekil 4.41	Çıkış paneli dış kontörlerinin belirlenmesi.....	61
Şekil 4.42	Çıkış paneli anakart boşaltmaları.....	61
Şekil 4.43	Yerleşimler sonrası genel görünüm.....	62
Şekil 4.44	Arka kapak kaba modeli.....	62
Şekil 4.45	Arka kapak alt ve üst konumları.....	63
Şekil 4.46	Arka kapakta çıkış paneli bölgesi tasarımı ..	64
Şekil 4.47	Yapılan işlemler sonrası genel görünüm.....	64
Şekil 4.48	Side av genel yerleşimi.....	65
Şekil 4.49	Side av Pcb nin direk bağl. sonucu oluşan uygunsuz tasarım.....	65
Şekil 4.50	Side av tutucu ham katı model görünümü.....	66
Şekil 4.51	Side av pcb ve tutucusunun genel yerleşim kesit görünümü.....	66
Şekil 4.52	Side av pcb tutucu bossları tasarımı.....	67
Şekil 4.53	Side av pcb tutucu montaj deliklerinin tasarımı.....	67
Şekil 4.54	Side av tutucu genel görünümü.....	68
Şekil 4.55	Arka kapak- side av tutucu montaj kesit görünümü.....	68
Şekil 4.56	Arka kapakta side av pcb ve tutucusu için yapılan değişiklikler.....	69
Şekil 4.57	Feder ölçüleri.....	69
Şekil 4.58	Yapılan değişiklikler sonrası genel kesit görünümü.....	70
Şekil 4.59	Arka kapak dış yüzeyinde side av pcb için yapılan boşaltmalar.....	70
Şekil 4.60	Elektronik giriş isimlerinin eklenmesi.....	71
Şekil 4.61	Duvar askı deliklerinin yerleşimi.....	71
Şekil 4.62	Duvar askı delikleri kesit görünümü.....	72
Şekil 4.63	Kabin-arka kapak montaj bossları / kesit görünümü.....	72
Şekil 4.64	Havalandırma delikleri.....	73

Şekil 4.65	Havalandırma delikleri genel görünümü (önden)	74
Şekil 4.66	Havalandırma delikleri genel görünümü (arkadan)	74
Şekil 4.67	Üst havalandırma delikleri genel görünümü.....	75
Şekil 4.68	Yapılan değişiklikler sonrası genel görünüm.....	75
Şekil 4.69	Küçük arka kapak endüstriyel tasarım yüzeyleri.....	76
Şekil 4.70	Küçük kapak ham katısı yüzeyleri.....	76
Şekil 4.71	Kılavuz feder eklenmesi.....	77
Şekil 4.72	Tırnakların eklenmesi.....	77
Şekil 4.73	Arka kapak yazılarının eklenmesi.....	78
Şekil 4.74	Küçük arka kapak nihai tasarım genel görünümü.....	78
Şekil 4.75	Küçük kapak genel görünümü.....	79
Şekil 4.76	Arka kapakta küçük arka kapaktan dolayı yapılan değişiklikler.....	79
Şekil 4.77	Yapılan değişiklikler sonrası genel görünüm.....	80
Şekil 4.78	Küçük kapak montaj önden görünüm	80
Şekil 4.79	Arka ayak endüstriyel tasarım genel görünümü.....	81
Şekil 4.80	Endüstriyel tasarımdan mekanik tasarıma geçiş.....	81
Şekil 4.81	Arka ayak ham katı modeli.....	82
Şekil 4.82	Arka ayak ağırlığının azaltılması.....	82
Şekil 4.83	Arka ayak lastik yuvası genel görünümü.....	83
Şekil 4.84	Arka ayak ve mekanizma bileşenleri genel görünümü.....	83
Şekil 4.85	Mekanizma mandalı alt ve üst konumları.....	83
Şekil 4.86	Mandal kaçıklığı.....	84
Şekil 4.87	Arka ayak montaj yatağı genel görünümü.....	84
Şekil 4.88	Arka kapak kesit t. resmi.....	85
Şekil 4.89	Ayak montaj yatağı kesit görünümü.....	85
Şekil 4.90	Ayak ve mekanizma bileşenleri montaj görünümü.....	86
Şekil 4.91	Düğme endüstriyel tasarımı / ham katıların elde edilmesi.....	86
Şekil 4.92	Düğme görsel unsurlarının katı modele eklenmesi.....	87
Şekil 4.93	Düğme mekanik tasarımı.....	88
Şekil 4.94	Düğme montaj mekaniğinin belirlenmesi.....	88
Şekil 4.95	Mekanik tasarım sonrası genel görünüm.....	89
Şekil 4.96	İnfra penceresi yerleşim ve genel görünümü.....	89
Şekil 4.97	Hoparlör ve düğmelerin kabine montajı	90
Şekil 4.98	Arka kapak yolluk penceresinin tasarımı.....	91
Şekil 4.99	Arka kapak yolluk penceresi genel görünümü.....	91
Şekil 4.100	Hoparlör yuvalarının genel görünümü.....	92
Şekil 4.101	Taban lastiği genel görünümü.....	92
Şekil 4.102	Kabin-arka kapak montaj tırnaklarının kabin eşlenikleri.....	92
Şekil 4.103	Kabin ana federleri genel görünümü.....	93
Şekil 4.104	Ana ekranlayıcı üzerinde yapılan değişiklikler.....	94
Şekil 4.105	Anakart ekranlayıcı üzerinde yapılan değişiklikler.....	94
Şekil 4.106	Backlight pcb ekranlayıcı üzerinde yapılan değişiklikler.....	95
Şekil 5.1	Arka kapak yolluk girişi.	97
Şekil 5.2	Arka kapak kalıp yerleşimi.....	97
Şekil 5.3	Kalıp özelliklerinin tanımlanması.....	98
Şekil 5.4	Erkek ve dişi kısımlarının genel görünümü.....	98
Şekil 5.5	Soğutma kanalları genel görünümü.....	99

Şekil 5.6	Tahmini çökme miktarı sonuçları görüntülenmesi-1.....	100
Şekil 5.7	Tahmini çökme miktarı sonuçları görüntülenmesi-2.....	100
Şekil 5.8	Yolluk girişleri genel görünümü.....	101
Şekil 5.9	Kalıpta yerleşim genel görünümü.....	101
Şekil 5.10	Analiz sonrası çökme değerlerinin görüntülenmesi.....	102
Şekil 5.11	Tahmini yüzey kalitesi sonuçları.....	102
Şekil 5.12	Alternatif yolluk yerleşimleri sonucu tahmini yüzey kalitesi.....	103
Şekil 5.13	Meshlenmiş çıkış paneli.....	104
Şekil 5.14	Mesh kalitesinin ölçülmesi.....	104
Şekil 5.15	Yolluk adet ve yerleşimlerinin tanımlanması.....	104
Şekil 5.16	Malzeme atanması.....	105
Şekil 5.17	Enjeksiyon parametrelerinin girilmesi.....	105
Şekil 5.18	Analizin başlatılması.....	106
Şekil 5.19	Kalıp dolma süresi.....	106
Şekil 5.20	Parça üzerindeki sapmaların görüntülenmesi.....	107
Şekil 5.21	Parçanın kalıpta yerleşimi.....	107
Şekil 5.22	Kalıp dolma süresinin görüntülenmesi.....	108
Şekil 5.23	Ebatsal sapmaların görüntülenmesi.....	108
Şekil 5.24	Analiz sonucu uyarınca alınan mekanik önlemler.....	109
Şekil 5.25	Parça genel görünümü.....	109
Şekil 5.26	Küçük kapak kalıp yerleşimi.....	110
Şekil 5.27	Kalıp dolma süresinin görüntülenmesi.....	110
Şekil 6.1	Ürün genel görünümü.....	112
Şekil 6.2	Optimizasyon yapılacak parçalar.....	112
Şekil 6.3	Kabin deliklerinin iptali.....	113
Şekil 6.4	Kabin boss ve federlerinin iptali.....	113
Şekil 6.5	Havalandırma deliklerinin iptali.....	114
Şekil 6.6	Eş değer havalandırma deliklerinin açılması.....	114
Şekil 6.7	Ana ekranlayıcı optimizasyonu.....	115
Şekil 6.8	Anakart ekranlayıcı optimizasyonu.....	115
Şekil 6.9	Backlight pcb ekranlayıcı optimizasyonu.....	116
Şekil 6.10	Anakart optimizasyonu.....	116
Şekil 6.11	Backlight pcb optimizasyonu.....	117
Şekil 6.12	LCD panel optimizasyonu.....	117
Şekil 6.13	Yüzey işlemleri / edge merge.....	118
Şekil 6.14	Küçük parçacıkların silinmesi.....	118
Şekil 6.15	Akışkan girişlerinin tanımlanması.....	119
Şekil 6.16	İşlem sonrası delik görünüm genel görünümü.....	119
Şekil 6.17	Arka kapak giriş havalandırmalarının tanımlanması.....	120
Şekil 6.18	Panel yüzeyinin tanımlanması.....	120
Şekil 6.19	Akış boşluğunun oluşturulması.....	121
Şekil 6.20	Geometri mesajlarının görüntülenmesi.....	121
Şekil 6.21	İşlemci malzemesinin tanıtılması.....	122
Şekil 6.22	PCB kalınlığının girilmesi.....	123
Şekil 6.23	PCB katmanlarının girilmesi.....	123
Şekil 6.24	PCB dielektrik sınıfının girilmesi.....	123
Şekil 6.25	Üzerinden birden fazla parçaya malzeme atanması-1.....	124

Şekil 6.26	Üzerinden birden fazla parçaya malzeme atanması-2.....	124
Şekil 6.27	Atanan malzemelerin listesi.....	125
Şekil 6.28	Sınır koşullarının tanımlanması.....	125
Şekil 6.29	Akışkan çıkışında sınır koşullarının tanımlanması.....	126
Şekil 6.30	Isıl koşulların tanımlanması.....	126
Şekil 6.31	Meshleme işleminin yapılması.....	127
Şekil 6.32	Analizin tanımlanması/ başlatılması.....	128
Şekil 6.33	Basınç gradyenlerinin görüntülenmesi.....	129
Şekil 6.34	Analiz çözümünün genel görünümü.....	129
Şekil 6.35	Hava akış haritası.....	130
Şekil 6.36	Sonuçların kesitler üzerinde detaylı görüntülenmesi.....	130
Şekil 6.37	Hava akış vektörlerinin görüntülenmesi.....	131
Şekil 6.38	Kritik kesitlerdeki sonuçların görüntülenmesi -1.....	132
Şekil 6.39	Kritik kesitlerdeki sonuçların görüntülenmesi -2.....	132
Şekil 6.40	Kritik yüzeylerdeki sonuçların görüntülenmesi.....	132
Şekil 7.1	EPS kalıp örneği.....	135
Şekil 7.2	EPS kaba modeli.....	136
Şekil 7.3	LCD yuvasının oluşturulması.....	136
Şekil 7.4	LCD yuva ölçüleri.....	137
Şekil 7.5	Oluşturulan eps blokları (sağ ve sol)	138
Şekil 7.6	EPS üzerinde yapılan boşaltmalar.....	139
Şekil 7.7	Yapılan işlemler sonrası ürün genel görünümü.....	140
Şekil 7.8	Yapılan işlemler sonrası ürün genel görünümü – yandan.....	140
Şekil 7.9	Nihai ambalaj tasarımı.....	141
Şekil 8.1	Optimize edilmiş kabin.....	144
Şekil 8.2	Optimize edilmiş arka kapak.....	144
Şekil 8.3	Optimize edilmiş lcd panel.....	145
Şekil 8.4	Analiz öncesi genel görünüm.....	146
Şekil 8.5	Analiz çalışmasını başlatılması.....	146
Şekil 8.6	Sınır şartlarının belirlenmesi.....	147
Şekil 8.7	Malzemelerin atanması.....	148
Şekil 8.8	Meshleme işlemi sonrası analizin başlatılması.....	149
Şekil 8.9	Analize ait detaylar.....	150
Şekil 8.10	Sonuçların görüntülenmesi -1.....	150
Şekil 8.11	Sonuçların görüntülenmesi -2.....	151
Şekil B.1 :	Kalıp dolma güvenilirliği.....	162
Şekil B.2 :	Kalıp dolma süresi.....	162
Şekil B.3 :	Tahmini baskı kalitesi.....	163
Şekil B.4 :	Tahmini yüzey kalitesi/çökme değerleri.....	163
Şekil B.5 :	Kalıp dolma güvenilirliği.....	167
Şekil B.6 :	Kalıp dolma süresi.....	168
Şekil B.7 :	Tahmini baskı kalitesi	168
Şekil B.8 :	Tahmini yüzey kalitesi/çökme değerleri.....	168
Şekil B.9 :	X yönünde sapma değerleri	172
Şekil B.10 :	Y yönünde sapma değerleri	172

ÇİZELGE LİSTESİ

	Sayfa
Çizelge 2.1 Kuvvet uzama eğrisi.....	6
Çizelge 2.2 Popüler plastiklerin özellikleri	8
Çizelge 2.3 Popüler plastiklerin mekanik işleme özellikleri	9
Çizelge 3.1 Plastik seçim piramidi.....	15
Çizelge 3.2 Popüler plastiklerin dayanımlarının karşılaştırılması.....	16
Çizelge 3.3 Popüler plastiklerin darbe dayanımlarının karşılaştırılması	16
Çizelge 3.4 Popüler plastiklerin sürtünme katsayılarının karşılaştırılması	17
Çizelge 3.5 Popüler plastiklerin sıcaklık dayanımlarının karşılaştırılması	17
Çizelge 3.6 Farklı çıkış açıları için kalıplama derinliği.....	20
Çizelge 3.7 Farklı çıkış açıları için feder kullanım etkileri	22
Çizelge 3.8 Farklı geometriler için federlerin karşılaştırılması.....	23
Çizelge 3.9 Farklı geometriler için federlerin kıyaslanması.....	24
Çizelge 3.10 İnsert çapları	33
Çizelge 3.11 Parça boyuna oranla toleranslar	35
Çizelge 3.12 Çekme payları ve yoğunluk bilgileri.....	35

**POLİMERİK MALZEMELER İLE TÜKETİCİ ELEKTRONİĞİ
ÜRÜNLERİ TASARIMI**

Umut Ekim GÜNDOĞDU

Makina Mühendisliği Anabilim Dalı
Yüksek Lisans Tezi

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Ümit Özgen ÇOLAK

Bu çalışmada, polimerik malzemelerin tasarım kuralları, ürün tasarımcılığı bakış açısı ile incelenmiştir. Söz konusu incelemeyi takiben örnek çalışma olarak LCD TV tasarımı yapılmıştır.

Tez konusu LCD Televizyon tasarımı yapılırken, bilgisayar destekli tasarım, bilgisayar destekli mühendislik, kalıp akış simülasyonu ve hesaplamalı akışkanlar mekaniği simülasyonu yazılımları kullanılmıştır. Böylelikle tasarım kaynaklı hataların en düşük düzeye indirgenmesine çalışılmıştır.

Son aşamada ise ,tasarımı yapılan LCD TV nin seri imalat numunesi de incelenerek, tasarımın plastik tasarım kurallarına uygunluğu irdelenmiş/görölmüştür.

Anahtar Kelimeler: Polimerik Malzemeler, Plastik Tasarımı, Tüketici Elektroniği Ürünleri Tasarımı, Bilgisayar Destekli Tasarım, Bilgisayar Destekli Mühendislik, Kalıp Akış Simülasyonu, Hesaplamalı Akışkanlar Mekaniği Simülasyonu, Düşme Testi Simülasyonu

**DESIGN OF CONSUMER ELECTRONIC GOODS
USING POLYMERIC MATERIALS**

Umut Ekim GÜNDOĞDU

Department of Mechanical Engineering
MSc. Thesis

Advisor: Prof. Dr. Ümit Özgen ÇOLAK

In this study, the design rules of polymeric materials are investigated from a point of product design engineer view. Following said investigation, LCD TV design is made as a case study.

During design phase, computer aided design, computer aided engineering, mold flow and computational fluid dynamics softwares were used in order to minimize the possible design and manufacturing failures.

As a result, mass production sample of the LCD was reviewed to question / approve the compliance of design with plastic design rules.

Key words: Polymeric Materials, Design of Plastics, Consumer Electronics Goods Design, Computer Aided Design, Computer Aided Engineering, Mold Flow Simulation, Computational Fluid Dynamics Simulation, Drop Test Simulation

1.1 Literatür Özeti

Bu çalışmada, polimerik malzemelerin tasarım kuralları, ürün tasarımcılığı bakış açısı ile incelenmiştir. Söz konusu incelemeyi takiben örnek çalışma olarak LCD TV tasarımı yapılmıştır.

Tez konusu LCD Televizyon tasarımı yapılırken, bilgisayar destekli tasarım, bilgisayar destekli mühendislik, kalıp akış simülasyonu ve hesaplamalı akışkanlar mekaniği simülasyonu yazılımları kullanılmıştır. Böylelikle tasarım kaynaklı hataların en düşük düzeye indirgenmesine çalışılmıştır.

1.2 Tezin Amacı

Bu tezin ürün tasarım süreçlerine yönelik tüm süreçleri içeren bir metin oluşturmak amacı ile yazılmıştır.

1.3 Bulgular

Tez örnek çalışması içerisinde de görüleceği üzere, plastik tasarım kurallarına uygun tasarım yapıldığında, ortaya çıkan sonucun mekanik anlamda uygunluğu, kontrol yazılımları kullanılarak doğrulanmıştır.

PLASTİKLERE GİRİŞ

2.1 Plastik Nedir?

Plastik, polimerlere verilen genel bir isimdir. Polimerler ise başta karbon olmak üzere karbon ve diğer elementlerden oluşan uzun molekül zincirleridir. Bu molekül zincirleri ise monomer olarak adlandırılan alt birimlerden oluşmuştur ve petrol yan ürünleridir.

Monomerlerden polimerlere geçiş, zincir oluşturan kimyasal tepkimeler sonucu olur. Bu zincirler bir çiçek buketi gibi düşünülebilir. Farklı çiçekler buketin özelliğini nasıl değiştiriyorsa, kullanılan monomerler de polimerin özelliklerini değiştirir.

Seçilen başlangıç monomeri, polimer zincirinin uzunluğu ve eklenen ajanlara bağlı olarak birçok çeşit plastik elde edilir ve bunların her biri de özel bir amaca hizmet eder. Fakat genel olarak plastikler, sert, kaygan, yumuşak, lastikimsi, tok, esnek, iyi ısı ve elektrik yalıtkanları, düşük ağırlık, hijyenik, çürümez, kolay şekil ve renk verilebilir ve ucuz olmalarından dolayı yaygın olarak kullanılırlar.

Plastikler 2 ana gruba (kimi kaynaklarda elastomerlerle birlikte 3 gruba) ayrılır.

- Termoplastikler
- Termosetler

2.1.1 Termoplastikler

Termoplastiklerin en belirgin karakteristiği, ısıtıldıklarında tekrar tekrar yumuşayıp, soğutulduklarında ise defalarca sertleşebilmeleridir. Moleküller, Van der Waals gibi moleküler arası iç kuvvetler ile bir arada tutulur. Kalıplanma işleminde, ısı ve basınç uygulanması ile bu iç kuvvetler kırılır, moleküller hareket eder, birbirleri üzerinde kayarlar. Enjeksiyon kalıplama işleminin ütüleme fazı sırasında ise, moleküllerin soğumasına izin verildiğinden, söz konusu bağlar tekrar oluşur ve moleküller yeni yerlerinde kalırlar.

Isıtıldıklarında, her bir bağımsız zincirin kaymasıyla, plastik akar, soğutulduklarında ise zincirler tekrar kuvvetlice birbirlerine yeniden bağlanır. Termoplastik polimerler, geri dönüşüm amaçlı uygulamalar için uygundur fakat pratikte tekrar kullanımın, plastiğın cinsine göre bir sınırı vardır.

Termoplastiklere örnek olarak;

- Akriik
- Naylon
- Polietilen
- Polipropilen
- Poli Vinil Klorid (PVC)
- Polisitren
- ABS
- PTFE (Teflon) verilebilir.

2.1.2 Termosetler

Termoset polimerler işlenmeleri sırasında kimyasal tepkimeye girerler. Kalıplanma sırasında, termoset reçineleri ısıtıldıklarında, molekül zincirleri arasında, polimerizasyon olarak da bilinen, çapraz bağlar oluştururlar. Termosetler tekrar ısıtıldıklarında bu çapraz bağlar zincirlerin kaymasını engeller. Çapraz bağların oluşumu sonrası daha fazla ısı uygulandığında ise kimyasal bozunma oluşur. Bu yüzden, termosetler, ısıtılarak tekrar eritilip kullanılamazlar.

Termosetlere örnek olarak;

- Bakalit
- Epoksi
- Melamin
- Poliester
- Poliüretan verilebilir.

2.2 Plastik Malzemelerin Genel Özellikleri:

Plastik malzemeler ile geçerli belirli başlı özellikler, tiplerine göre katagorize edilerek aşağıdaki gibi sıralanabilir.

2.2.1 Genel Özellikler

Yoğunluk (d: gr/cm³) : Birim hacim içindeki kütle miktarıdır.

Moleküler Ağırlık (milyon-gr/mol) : Molekülün içeriğinden ve boyutundan (yaptığı bağ ve bağ uzunluğu) bağımsız olarak, Avogadro sayısı kadarı bir mol olarak uluslararası tanımdır. Moleküler ağırlık, $6,02214199 \times 10^{23}$ kadar molekülün toplam ağırlığıdır.

Su emilimi (%) : Polimerin belirli bir süre içinde bünyesine dahil edip tuttuğu su miktarıdır. Yüzde cinsinden kütle artışı olarak hesaplanır. Özellikle su ile temas eden plastikler için önemli bir özelliktir. Su tutan maddeler, kütlelerini ve boyutlarını değiştirmekte, bazı durumlarda fiziksel özelliklerini de değiştirebilmektedir.

Çalışma Sıcaklıkları (°C) :

Kısa Süreli Yüksek Çalışma Sıcaklığı (°C): Malzemenin kısa süreler için hasarsız veya az hasarla dayanabileceği en yüksek sıcaklığı belirler.

Uzun Süreli Yüksek Çalışma Sıcaklığı (°C): Malzemenin uzun dönem çalışma için hasarsız dayanabileceği en yüksek sıcaklığı belirtir.

En düşük Çalışma Sıcaklığı (°C): Malzemenin uzun dönem için hasarsız dayanabildiği en düşük sıcaklıktır.

2.2.2 Mekanik Özellikler

Elastisite Modülü (E) (MPa) : Elastisite modülü uygulanan gerilme kuvveti ile malzemede oluşan zorlanmayı (uzama) gösterir ve malzemenin kalıcı deformasyona hangi kuvvette vardığını tanımlar.

Akma Gerilmesi Altında Uzama (%) : Çekme gerilmesi altında malzemenin yüzde (%) cinsinden boyutsal değişimidir. Bu değer büyük olması malzemenin daha fazla boyutsal değişime uğradığını (uzadığını) gösterir. **Kopma Gerilmesi (MPa)** : Malzeme kopma göstermeden önce uygulanabilen en yüksek kuvvettir. Malzeme bu noktaya gelene kadar çeşitli evrelerden geçer ve moleküler diziliminde farklılıklar oluşur, ardından kopma gelir.

Kopma Uzaması (%) : Uygulanan kuvvet karşısında; malzemenin boyutsal (boy) uzamasının kırılma noktasındaki değerinin, başlangıç boyuna oranını gösteren büyüklüktür.

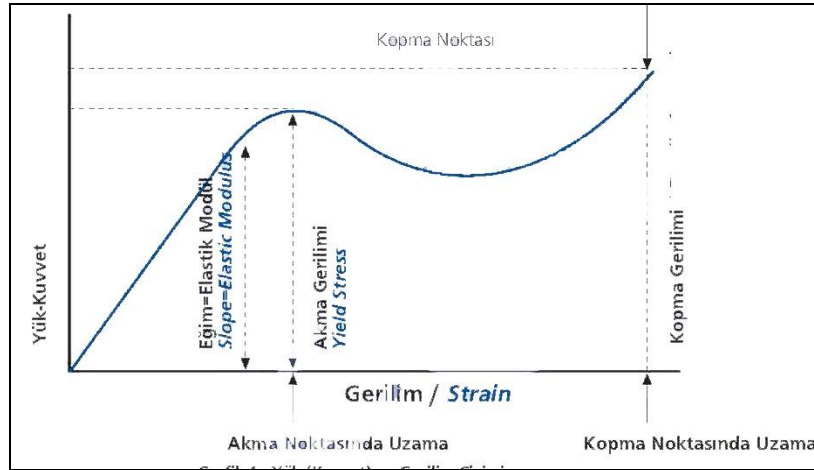
Darbe Dayanımı (kJ/m^2) : Ölçülen belli koşullar ve ekipmanlar ile malzemeye yapılan darbeye malzemenin tepkisidir. Değer yükseldikçe malzemenin darbe dayanımının da yüksek olduğu anlaşılır.

Çentik Darbe Dayanımı (kJ/m^2) : Ölçülen belli koşullar ve ekipmanlar ile çentik açılmış malzemenin yapılan darbeye malzemenin tepkisidir. Değer yükseldikçe, malzemenin darbe dayanımının da yüksek olduğu anlaşılır.

Bilye İzi Sertliği Dayanımı (MPa) : Malzemenin yüzey sertliğini ölçmek için geliştirilmiş özel bir test yöntemidir. 5 mm. çapında çelik bir top malzeme yüzeyine 9,8 Newton kuvvet ile 30 saniye bastırılır. Ardından yüzeyde oluşan izler ölçülür ve deformasyon büyüklüğü ile yüzey sertliği için değer hesaplanır.

Sertlik-Shore Tipi: Shore metre cihazı ile malzeme yüzeyinin sertliği ölçülmekte ve 0-100 aralığında ölçeklendirilmektedir. Ölçme cihazı 50 Nt.'a kadar kuvvet uygulayarak yüzeyin cevabını ölçer. Değer yükseldikçe sertlik artmaktadır.

Çizelge 2. 1 Kuvvet –Uzama Eğrisi [8]



Akma Gerilmesi (Mpa) : Malzemenin yük karşısında kalıcı deformasyona başladığı kuvveti gösterir. Değerin büyük olması malzemenin deformasyona dayanımının yüksek olduğunu gösterir.

Aşınma Dayanımı: Bu değer, belirli süre ve devirde, kum karışımı içinde döndürülen numunenin, karbon çeliğine göre hacimsel aşınımını gösterir. Değer küçüldükçe hacim aşınımı azalır ve malzeme dayanımı artar. Mukayese listelerinde karşılaştırma örneği olan karbon çelik sayısal olarak 100 değeri olarak gösterilir.100 değerinden aşağı değerler, çelikten daha güçlü dayanımı, daha yüksek değerler ise zayıf dayanımı gösterir.

Bükme Gerilmesi (MPa) : Bu özellik polimerlerin, bükmeye karşı direnme özelliğini gösterir. Değer büyüdükçe, bükmeye karşı direnç artar.

Sürtünme Katsayısı: Bu iki malzemenin teması esnasında birbirlerine uyguladıkları baskı sonucu oluşan sürtünmeyi gösteren bir büyüklüktür.

2.2.3 Elektriksel Özellikler

Hacim Direnci ($\Omega \times \text{cm}$) : Polimer malzeme gövdesinin birim boy başına, elektriksel kaçaklara karşı gösterdiği dirençtir.

Yüzey Direnci (Ω) : Polimer malzeme yüzeyinin yüzey boyunca, elektriksel kaçaklara karşı gösterdiği dirençtir.

1 Mhz Frekansta Dielektrik Sabiti: Malzemenin dielektrik sabiti, verilmiş belli koşullar altında elektrostatik değişiklikleri karşılayabilme büyüklüğüdür.

Dielektrik Dayanımı (KV/mm) : Elektriksel gerilim karşısında kırılmadan ve yalıtkanlık özelliklerini kaybetmeden dayanım büyüklüğünü gösteren bir değerdir. Gerilim büyüdükçe elektriksel dayanım da büyür.

Tutuşabilirlik: Malzemenin alev kaynağı ile yanma derecesi ya da yanmaya gösterdiği direnç olarak tanımlanabilir.

Güneş Işınlara Dayanım: Plastiklerin güneş ışığı altında dayanımlarını gösterir. Genelde bu dayanım katkıları ile sağlanır.

Çizelge 2. 2 Populer Plastiklerin Özellikleri

Özellikler	Standart	Birim	PVC	PE-HD	PE-HMW	PE-UHMW	PP-HOM	PP-COP	PA6	PA Cast	PA66	POM	PET	PTFE	PVDF	PEEK
1. Yünlülük	TS EN ISO 1183	gr/cm ³	1.47	0.95	0.96	0.93	0.92	0.92	1.14	1.15	1.14	1.41	1.39	2.18	1.8	1.32
Su Emilimi (Havada/Suda)	TS702 EN ISO 62	%	<3	<0.01	<0.01	<0.01	<0.1	<0.1	2.6-9.0	2.2-6.5	2.4-8.0	0.25-0.8	0.2-0.5	0	<0.3	0.2-0.45
Kabul Edilileşlet. Sıcaklıklar																
Üst Sıcaklık Sınırı (Kısa Süreli)		°C	80	100	120	120	150	150	160	170	180	150	160	330	172	310
Üst Sıcaklık Sınırı (Uzun Süreli)		°C	60	80	90	90	100	90	85	90	80	100	115	260	150	250
Alt Sıcaklık Sınırı		°C	-15	-50	-100	-150	0	-30	-40	-30	-30	-50	-20	-200	-30	-40
Akma Gerilmesi	TS EN ISO 527	Mpa	55	22	28	>20	32	23	76	85	90	53	90	20-24	55	110
Akma Gerilmesi Altında Uzama	TS EN ISO 527	%	3	9	-	<20	10	-	4.5-20	-	>40	10	-	25-31	9	4.9
Kopma Gerilmesi	TS EN ISO 527	Mpa	30	32	36	>40	-	-	45	50	55	-	-	9	46	75
Kopma Uzaması	TS EN ISO 527	%	20	>50	>50	>50	>50	>50	>50	>50	>40	31	15	>200	-	20
Darbe Dayanımı	TS EN ISO 179	kJ/m ²	-	-	K	K	4	<40	K	K	K	>150	>50	15.5	15	15
Çentik Darbe Dayanımı	TS EN ISO 179	kJ/m ²	4	12	>20	>100	-	-	5.5	3.5	4.5	7	2	-	-	3.5
Bilye Çentik Sağlığı (Rockwell)	TS EN ISO 2039	Mpa	-	-	-	-	-	-	150	165	160	140	160	30	-	230
Sertlik Shore D Tipi	TS EN ISO 868	-	85	63	65	63	72	-	M85	M88	M89	M84	M96	60-65	77	M105
Bükme Gerilmesi (%3.5%)	TS 985 EN ISO 178	Mpa	90	22	-	27	-	-	-	-	-	-	-	550	80	163
Sürtünme Katsayısı	DIN 53375		0.6	0.3	0.25	0.25	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4	0.35	0.22	0.06	0.34	0.34
Elastisite Modülü	TS 1338 EN ISO 827	Mpa	3100	800	1200	680	1300	1100	3250	3500	3450	2600	3700	3000	2200	4400
Erime Sıcaklığı	TS EN ISO 3146	°C	-	135	135	135	167	165	220	220	255	165	255	-	175	340
Değüsal İliş Uzama Katsayısı α	DIN 53752	°C ⁻¹	0.8	1.5-2.3	1.5-2.3	1.5-2.3	1.2-1.9	1.2-1.9	0.9	0.8	0.8	1.1	0.6	ASTM 0	1-1.4	0.5
20 °C de İli Geçirgenlik λ	DIN 52616	W/(mxK)	0.16	0.4	0.4	0.4	0.2	0.2	0.28	0.29	0.28	0.31	0.29	0.24	0.19	0.25
Hacim Direnci	VDE 0303	Ωxcm	>10 ¹⁵	>10 ¹⁴	>10 ¹⁴	>10 ¹⁴	>10 ¹⁴	>10 ¹³	>10 ¹⁴	>10 ¹⁴	>10 ¹⁴	>10 ¹⁴	>10 ¹⁵	>10 ¹⁸	>10 ¹⁴	>10 ¹⁴
Yüzey Direnci	VDE 0303	Ω	>10 ¹³	>10 ¹⁴	>10 ¹⁴	>10 ¹⁴	>10 ¹⁴	>10 ¹³	>10 ¹³	>10 ¹³	>10 ¹³	>10 ¹³	>10 ¹⁴	>10 ¹⁷	>10 ¹⁴	>10 ¹³
1 Mhz Altında Dielektrik Sabiti	VDE 0303		3.2/-	2.4/-	2.3/-	2.3/-	2.4/-	2.5/-	3.2/-	3.2/-	3.2/-	3.2/-	3.2/-	3.2/-	3.2/-	3.2/-
Dielektrik Gerilimi	VDE 0303-4 ISO 6023	kV/mm	12	45	45	45	45	45	25	25	27	20	22	32	20	24
Kaynak Edilebilirlik			+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	+	-
Tutuşabilirlik	UL 94		VO SV	HB	HB	HB	HB	HB	HB	HB	HB	HB	HB	VO	VO	VO
Güneş Işınlama Dayanımı			B	C	C	C	C	C	A	A	A	C	A	A	A	B

Çizelge 1.2.1 : Popüler Plastiklerin Özellikleri

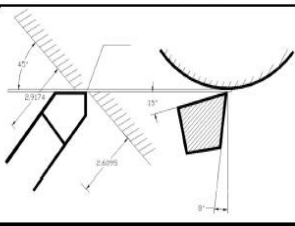
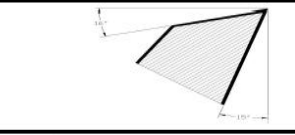
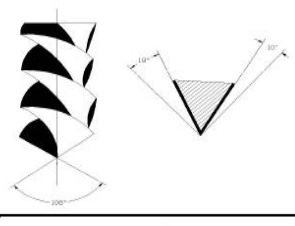
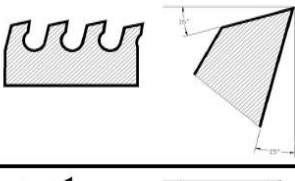
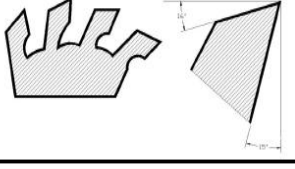
2.2.4 Plastiklerin Kimyasal Özellikleri

Değişen sanayi ihtiyaçlarına paralel gelişen ve artan plastik çeşitleri doğal olarak çok çeşitli kimyasal özellikler göstermektedir. Piyasada geniş kullanım alanı bulmuş popüler plastiklerin kimyasal etkileşimleri ile ilgili bir tablo Bölüm 9 EK-1 de detaylı olarak verilmiştir.

2.2.5 Mekanik İşleme Özellikleri

Yaygın olarak kullanım alanı bulmuş popüler plastiklerin işleme özellikleri aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Çizelge 2. 3 Popüler Plastiklerin Mekanik İşleme Özellikleri

Mekanik İşleme Özellikleri	PVC	PE	PP	PA	POM	PET	PTFE	PVDF	PEEK
	Ayar Açısı 10-Aug	6-10	6-10	6-10	6-8	5-15	8-12	5-12	5-10
	Yatma Açısı 0-5	0-5	0-5	0-5	0-5	0-15	0-5	5-15	3-8
	Azalma Açısı 50-60	45-60	45-60	45-60	45-60	45-60	0-45	10	45-60
	Kesme Hızı 200-740	250-500	250-500	200-500	300-600	200-500	150-400	150-500	200-500
	Dalma Hızı 0.3-0.5	0.1-0.5	0.1-0.5	0.1-0.4	0.1-0.4	0.1-0.5	0.4-0.75	0.1-0.3	0.1-0.4
	Ayar Açısı 10-May	10-20	10-20	10-20	5-15	5-15	5-15	5-15	5-15
	Yatma Açısı 0-15	5-15	5-15	5-15	5-15	0-15	0-15	5-15	5-15
	Kesme Hızı 300-1000	250-500	250-500	250-500	250-500	250-500	50-150	250-500	180-450
	Ayar Açısı 5-10	5-15	5-15	5-15	5-10	5-16	5-10	10-16	5-15
	Yatma Açısı 3-5	10-120	10-120	10-25	5-30	10-30	3-5	5-20	10-25
	Sivrilik Açısı 60-100	60-90	60-90	90	90	90-110	90-120	110-130	90-120
	Kesme Hızı 30-120	50-150	50-150	50-150	5*-200	50-100	50-100	150-300	70-200
	Dış Aralığı 0.1-0.5	0.1-0.3	0.1-0.3	0.1-0.3	0.1-0.3	0.1-0.3	0.1-0.3	0.1-0.3	0.1-0.3
	Ayar Açısı 30-40	20-30	20-30	15-30	20-30	15-40	25-40	20-30	15-30
	Yatma Açısı 0-5	2-5	2-5	0-5	0-5	0-8	0-8	5-8	0-5
	Kesme Hızı 1200	500	500	300-500	500-800	300		300-500	500-800
	Dış Aralığı 3	3-8	3-8	3-8	2-5	2-8	4-6	2-5	3-5
	Ayar Açısı 5-10	20-30	20-30	15-30	5-10	10-15	10-15	5-10	15-30
	Yatma Açısı 0-5	6-10	6-10	0-8	0-10	0-15	0-15	0-10	0-10
	Kesme Hızı 3000-4000	2000	2000	1800-2500	1000-2500	1000-3000		1000-2500	1000-2500
	Dış Aralığı 3-5	3-8	3-8	2-8	2-5	2-5	8-25	2-5	2-5

Plastiklerin diğer özellikleri ise aşağıdaki gibi sıralanabilir.

2.2.6 Isıl Özellikler

- Vicat Yumuşama Sıcaklığı
- Doğrusal Uzama Katsayısı
- 20° C Sıcaklıkta Isıl Geçirgenlik

2.2.7 Diğer Özellikler

- Yapıştırılabilirlik
- Tutuşturulabilirlik

PLASTİK TASARIM KURALLARI

Günümüzde plastikler oldukça önemli bir konuma gelmişlerdir. Artık plastikler gıdaların paketlenmesinden, ulaşıma kadar hemen hemen her sahada başarıyla kullanılmaktadır. Plastiklerin temel anlamda birçok yapısal uygulama için yeterli olması; buna ek olarak üretim kolaylığı, hafiflikleri, ekonomik olmaları, estetik ve kendinden renklendirilebilme özellikleri en büyük avantajlarıdır. Dolayısıyla plastik mamullerin günümüz yüksek rekabet ortamında başarılı olması için gereken eksik halka, uygun şekillendirme yönteminin seçimi ve iyi bir tasarımıdır.

Plastik parçaların geometrik tasarımı oldukça dikkat edilmesi gereken bir süreçtir. Delikler, federler, bosslar, dişler gibi unsurların boyutlandırılmasında ilgili kurallara uyulmadığı takdirde, kalıplama işleminden sonra mukavemet sorunları, çarpılma, görsel uygunsuzluk gibi sorunların yaşanması kuvvetle muhtemeldir.

Tasarımı yapılacak her malzeme için gerekli olduğu gibi plastik tasarımı için de plastiklerin temel özelliklerinin bilinmesi gereklidir. Böylece parçanın, istenen fonksiyonu başarıyla yerine getirebilmesini sağlayacak en uygun malzeme belirlenebilecektir.

3.1 Plastik Tasarımında Malzeme

Plastik malzemeler sentetik malzemeler ailesine aittir ve 2 ana gruba ayrılır.

- Termoplastikler (PA, ABS, PC, PE vb.)

- Termosetler (BMC, SMC vb)

3.1.1 Parça Bazında Kullanılacak Plastik Malzeme Seçimi ile İlgili Ön Tespitler

Ürün tasarım sürecinin başlangıç aşaması, ürünün tanımlanmasıdır. Nasıl bir ürün olacağı, ne fonksiyon üstleneceği, ürünü kimin nerede, nasıl ve ne amaçla kullanacağı da ürünün tanımlanması açısından olmazsa olmaz girdi bilgileri oluşturur.

Bu girdi bilgileri, tasarımı yapılacak parçaların dayanacağı kriterleri belirleyeceğinden malzeme seçimleri de bu kıstaslara göre yapılacaktır. Yanlış malzeme seçimi üründen hangi anlamda olursa olsun beklenen performansın alınmasını engeller. Bu açıda malzeme seçimi tüm süreç adına çok önemli bir adımdır ve önemi ölçüsünde de dikkatle yapılması gerekir.

Aşağıdaki, söz konusu ürün tanımlanması için cevaplanması gereken soruların bir kısmı listelenmiştir.

Genel Bilgiler:

- Parçanın fonksiyonu nedir?
- Birleştirme işlemi yapılacak mı?
- Parça nasıl imal edilecek?
- Kullanım ömrü ne kadardır?
- Hafif isteniyor mu?
- Benzer uygulamalar bulunuyor mu?

Yapısal Özellikler:

- Hizmet süresince, parçanın yükleme karakteristiği nedir?
- Yüklerin genliği nedir?
- Hizmet süresince izin verilen şekil değişimi miktarı ne kadardır?

Ortam Özellikleri:

- Sıcaklık

- Kimyasal Çözücüler
- Nem

Isıl Görünüm:

- Şekil
- Stil
- Renk
- Yüzey İşlemleri

Ekonomik Faktörler:

- Plastik parçanın tahmin edilen fiyatı
- Pazarda rekabet şansı için limit parça fiyatı

3.1.2 Popüler Plastik Malzemelerin Önemli Özellikleri

ABS: Darbe dayanımı yüksek, işlenmesi kolay bir plastik türüdür. Kimyasal direnç, ısı dayanımı ve açık hava koşullarına karşı dirençlidir. Düşük sıcaklıkta sağlamlığı, rijitliği, yüzey parlaklığı ve ısı ile biçimlendirilmesi önemli özelliklerindedir.

PMMA: Saydam ve berrak oluşu ile optik bakımdan mükemmeldir. Gün ışığında, açık hava koşullarında ve suda optik özelliği bozulmaz. Mekanik ve termal özellikleri ve boyut kararlılığı çok iyidir. Yanıcı malzemedir.

PA: Aşınma, yorulma ve çekme dayanımları çok iyidir. Dolgu maddeleri ilavesiyle poliamidlere çeşitli özellikler kazandırmak kolaydır. Su buharı, oksijen ve hava geçirmezliği iyidir. Yumuşama sıcaklığı yüksek olduğundan kullanım alanı geniştir. Boyut kararlılığı yüksektir.

POM: Sertlik, mekanik özelliklerinin yüksekliği, kolay işlenebilme, boyut kararlılığı, iyi dielektrik özellikleri ilk başta belirlenmesi gereken özellikleridir. Çekme, basma, akma ve darbe ve sürtünme dayanımları çok yüksektir.

PE: Suya, kimyasal maddelere karşı dayanımı iyidir. Işık ve açık hava koşullarına karşı dayanımı ise iyi değildir. Darbe ve çekme dayanımları yüksektir. Sıcaklık dayanımı 85-90 ° C derece civarındadır.

PPS: Yüksek sertliktedir. Korozyon ve aşınma dayanımı iyidir. Yüksek mekanik darbe dayanımı ve dielektrik dayanımı aranan parçalarda kullanılır.

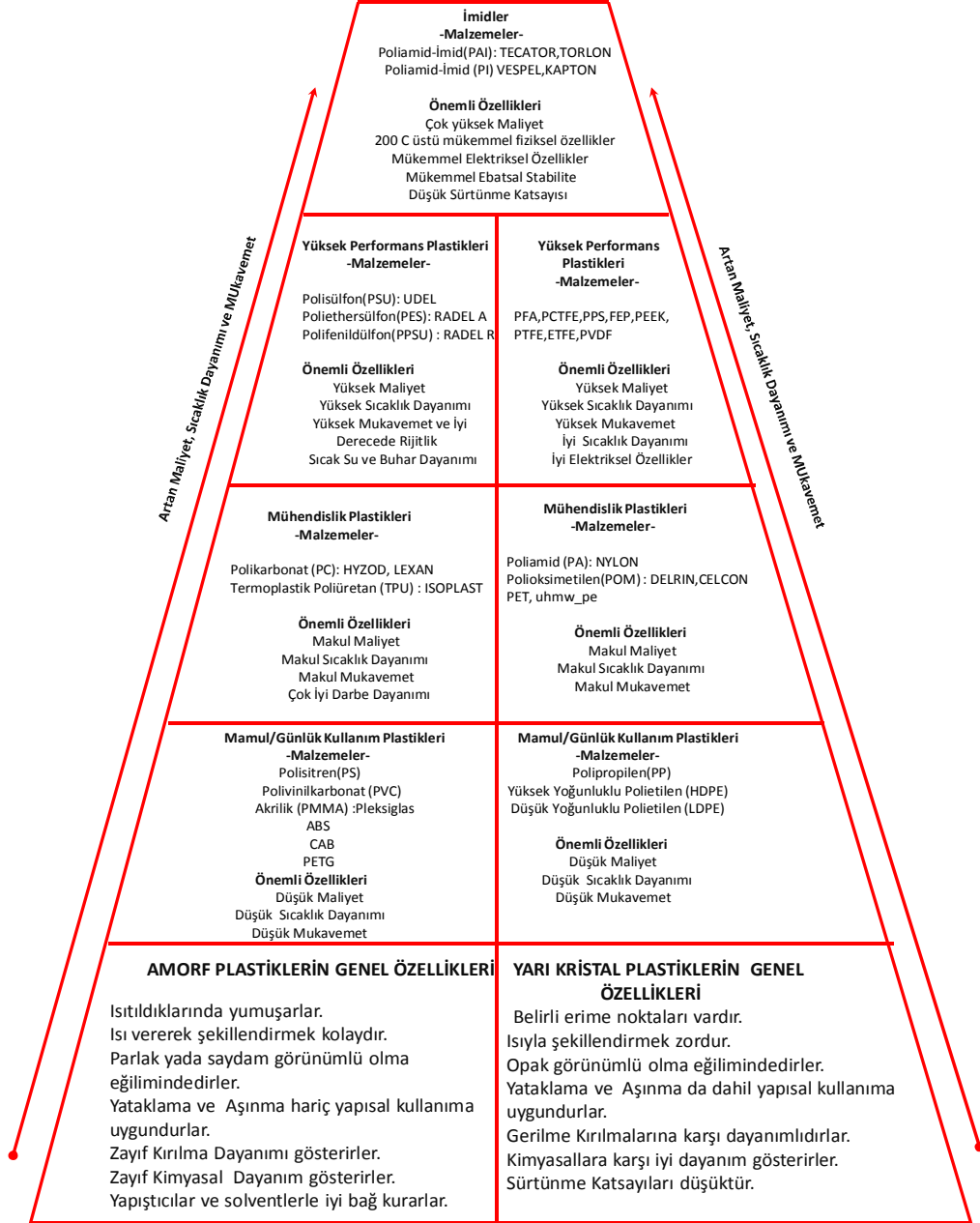
PC: Mekanik ve elektriksel özellikleri yüksek saydam bir malzemedir. Aşırı hava ve ışıktan etkilenmez. Su absorpsiyonu son derece azdır. Darbe, çekme ve yorulma dayanımları iyidir. Boyut kararlılığı da çok iyidir. 140 °C dereceye varan sıcaklıklarda kullanılabilir. Doğal olarak V2 yanmazlık sınıfındadır. Dielektrik direnci yüksektir.

PP: Mum beyazı görünümünde rijit bir malzeme olup yüksek mekanik özelliklere sahiptir. Özelliklerini nispeten yüksek sıcaklıklarda da korur. Hava ve ışığa karşı direnci vasat derecededir.

3.1.3 Plastik Seçim Piramidi

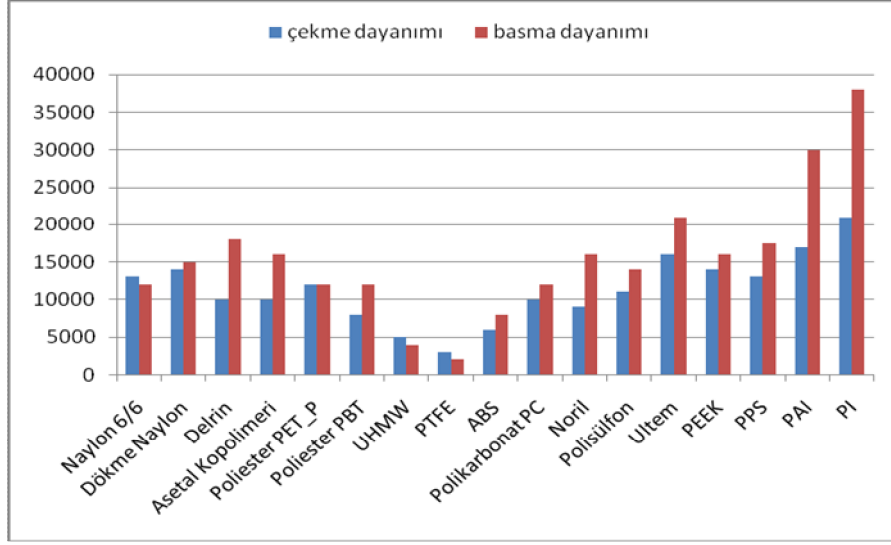
Popüler plastiklerin seçiminde kullanılabilen seçim piramidi Çizelge 3.1' de verilmiştir.

Çizelge 3. 1 Plastik seçim piramidi

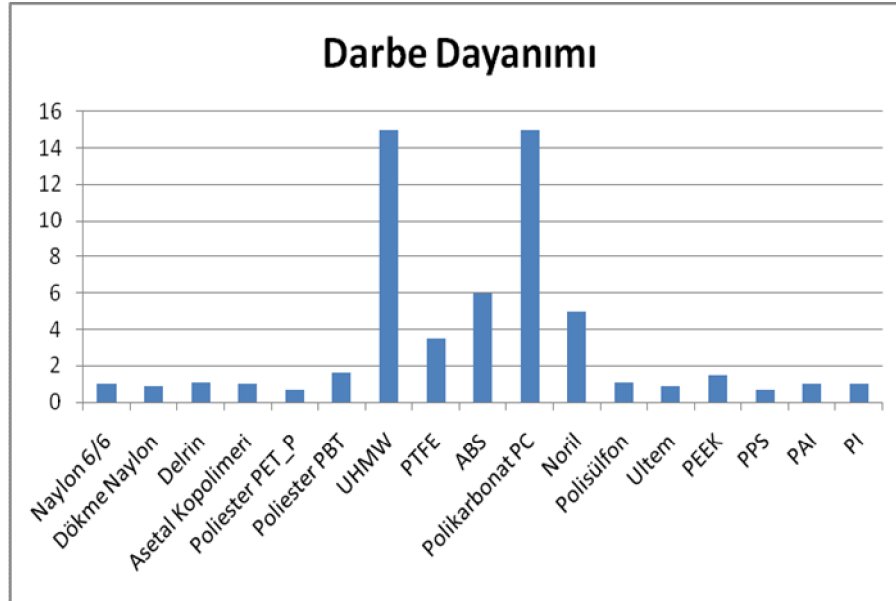


Çizelge 3. 1'e ek olarak mekanik tasarım açısından bilinmesi faydalı birkaç ek grafik de aşağıda verilmiştir.

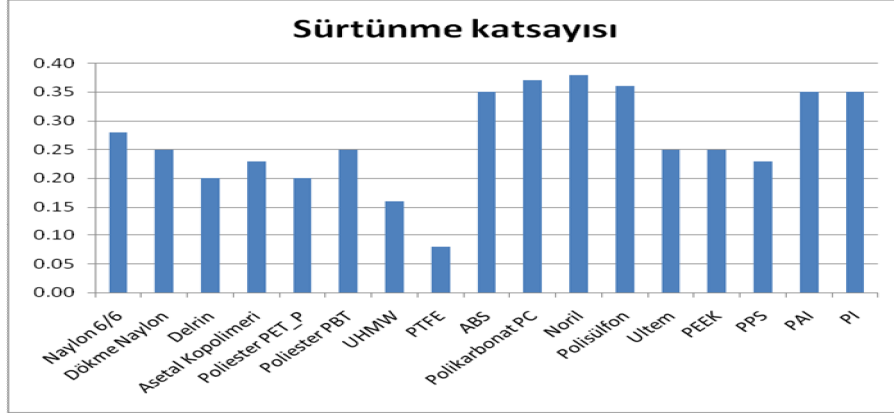
Çizelge 3. 2 Popüler plastiklerin dayanımlarının kıyaslanması [4]



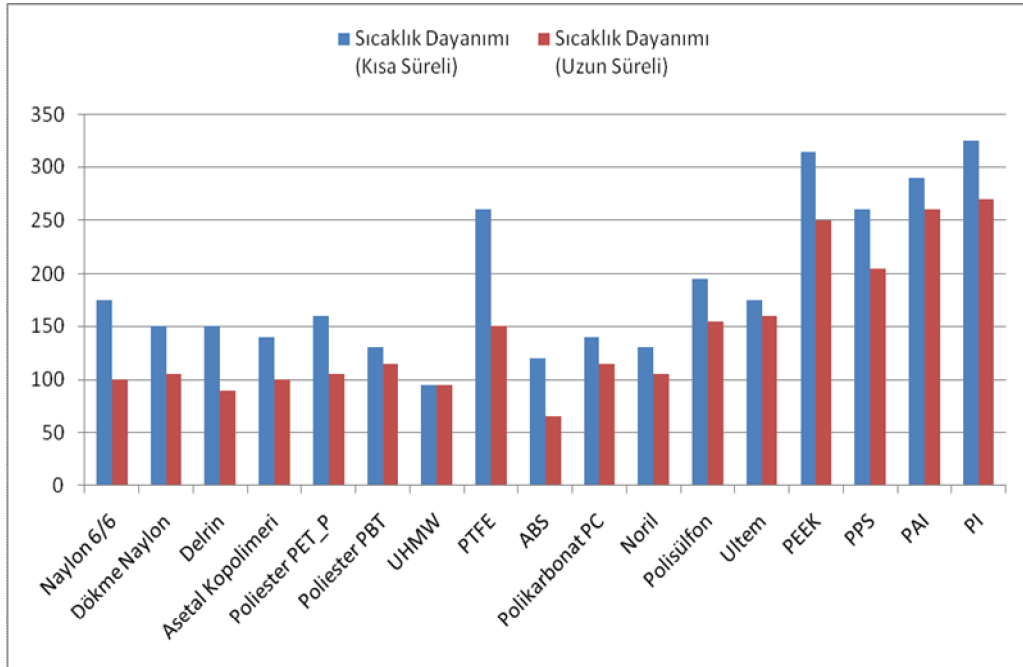
Çizelge 3. 3 Popüler plastiklerin darbe dayanımlarının kıyaslanması [4]



Çizelge 3. 4 Popüler plastiklerin sürtünme katsayılarının kıyaslanması [4]



Çizelge 3. 5 Popüler plastiklerin sıcaklık dayanımlarının karşılaştırılması [4]



3.2 Plastik Tasarım İlkeleri / Dikkat Edilmesi Gereken Hususlar

Plastik tasarımında malzeme seçimi kadar önemli bir diğer nokta da geometri ve ölçülerin belirlenmesidir.

3.2.1 Et Kalınlığı

Plastik tasarımında belki de en çok dikkat edilmesi gereken konu, parça et kalınlıklarıdır. Parça ebat ve tasarımına bağlı olmakla birlikte tipik plastik et kalınlığının

0.5 mm ile 4 mm arasında olduğu söylenebilir. Fakat daha ince ya da kalın kesitli plastikler de kalıplanabilir.

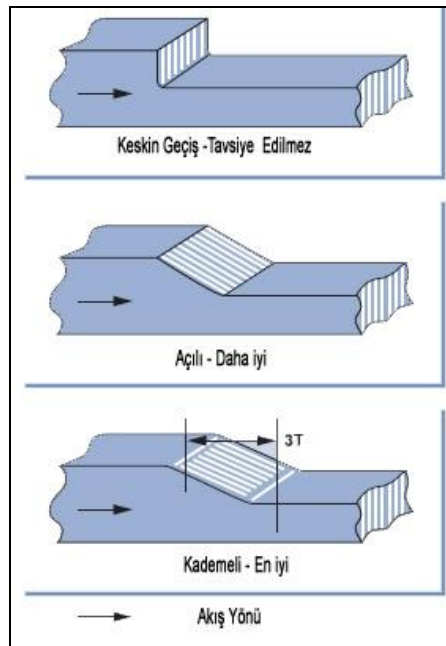
Parçanın fonksiyonları göz ardı edilmeksizin, et kalınlığının belirlenirken, olabildiğince ince ve değışmez olmalıdır. Böylelikle kalıp dolması ve devamındaki çekme esnasında eşit termal değışim (soğuma) en iyi şekilde sağlanır; istenmeyen iç gerilmelerin olabildiğince önüne geçilmiş olur.

Et kalınlığının olabildiğince düşük tutulmasının diğeri avantajları; kalıp döngüsünün kısaltılması, düşük parça ağırlığı ve optimum malzeme kullanımı olarak sıralanabilir.

Parçanın minimum et kalınlığını belirlerken dikkat edilmesi gereken başlıca parametreler yapısal gereksinimler, parça geometri ve ebatı, malzemenin akış davranışı şeklinde sıralanabilir. Parçalar yapısal bir yüklemeye maruz kalacaklarsa, et kalınlığı belirlenirken gerilme ve çökme için de kontrol edilmelidir.

Parça kalınlığı maliyetleri de etkileyen en önemli faktörlerden biri olduğundan, yüklenme durumları için güvensiz bulunan kalınlık değıerlerini arttırmaya alternatif olarak;

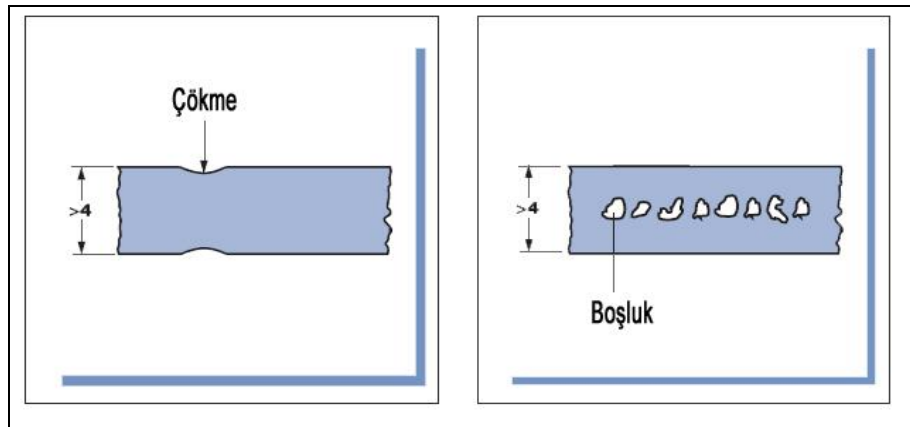
- Malzeme Değışimi
- Feder ya da kontür kullanımı düşünölmelidir.



Şekil 3. 1 Tavsiye edilen et kalınlığı geçişleri

Değişen kalınlığa bağlı olarak değişimine dikkat edilmesi gereken diğer hususlar ise şu şekilde listelenebilir.

- İletkenlik/Yalıtkanlık Gereksinimi: Genel olarak, polimer kalınlığı elektrik ve ısı iletimini etkiler. Kalınlık arttıkça iletim düşer.
- Darbe Karakteristiği: Genel olarak artan et kalınlığı artan mekanik dayanım demektir fakat bu da beraberinde soğuma zorluklarından kaynaklanan çökme, boşluklu yapı oluşumu gibi olumsuzlukları getirir.



Şekil 3. 2 Yüksek et kalınlığının getirebileceği sorunlar [8]

- Norm Uyumu: Parça tasarımının yanmazlık, ısı dayanım, elektriksel özellikler gibi karakteristiklerinin sağlaması gereken bir norm olduğunda parçalar daha kalın kesitli olabilirler.

Değişken kalınlıklı kesitler zorunlu olduğunda ise kademeli yumuşak bir geçiş, olası çökme veya boşluklu yapı oluşmasının önüne geçer. Plastiklerin tipik et kalınlığının 4 mm. geçmemesi tavsiye edilir. Daha kalın kesitler malzeme tüketimini, döngü süresini, iç gerilmeleri, çökme ve çarpılmaları artırır, dışarıdan yüzey hatası olarak görülebilecek sorunlara yol açabilir.

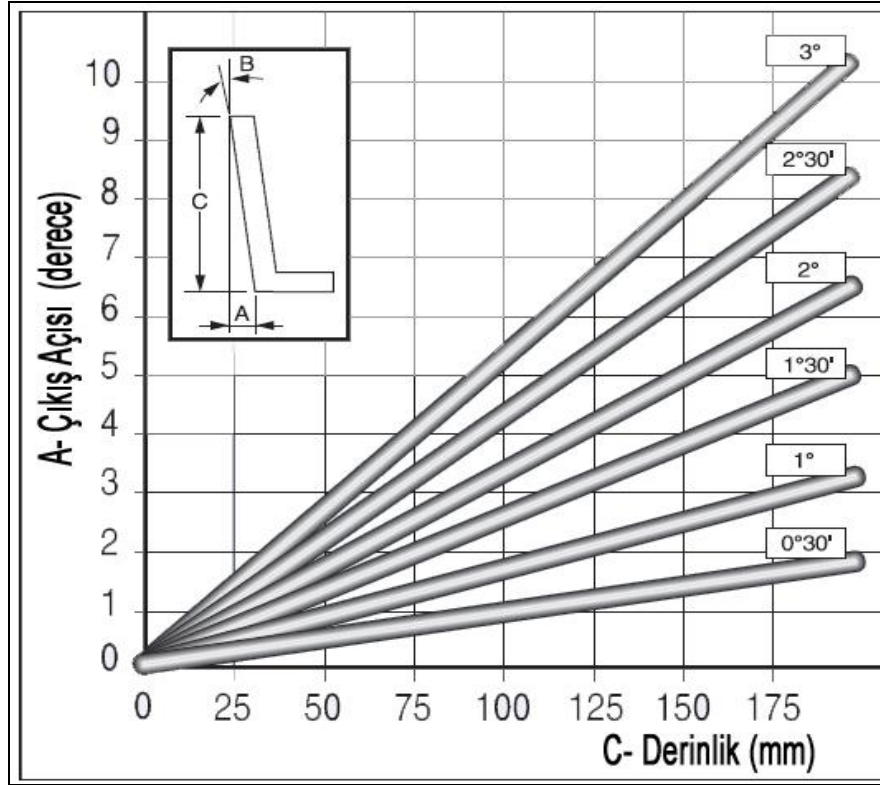
3.2.2 Kalıp Çıkış Açısı

Parçalar kalıplara, kalıp ayırma düzlemine dik olarak işlendiğinden, kalıp ayırma işlemi esnasında, parçaların kalıptan çıkabilmesi için, parçalara kalıp çıkış açısının verilmesi gerekir. Kalıp çıkış açısı, parçanın çıkarılmasına yardımcı olmasına ek olarak, kalıp bakım masraflarının düşmesi, daha iyi parça yüzey kalitesi, düşük itici pim yükü gibi

noktalarda da faydalıdır. Ayrıca kalıbın aşınmasını azalttığından, çapak oluşumunu da engeller.

Doku (texture) olmayan yüzeylerde min 0.5 derecelik bir çıkış açısı tavsiye edilir. Dokulu kenar duvar yüzeyleri için, dokunun her 0.1 mm lik derinlik değeri için 0.4 derece açı önerilir. Genel anlamda ise 1 ile 3 derece arasında bir kalıp açısı söz konusu faydaların sağlanması açısından önemlidir.

Çizelge 3. 6 Farklı çıkış açıları için kalıplama derinliği [8]



3.2.3 Feder ve Profil Yapılar

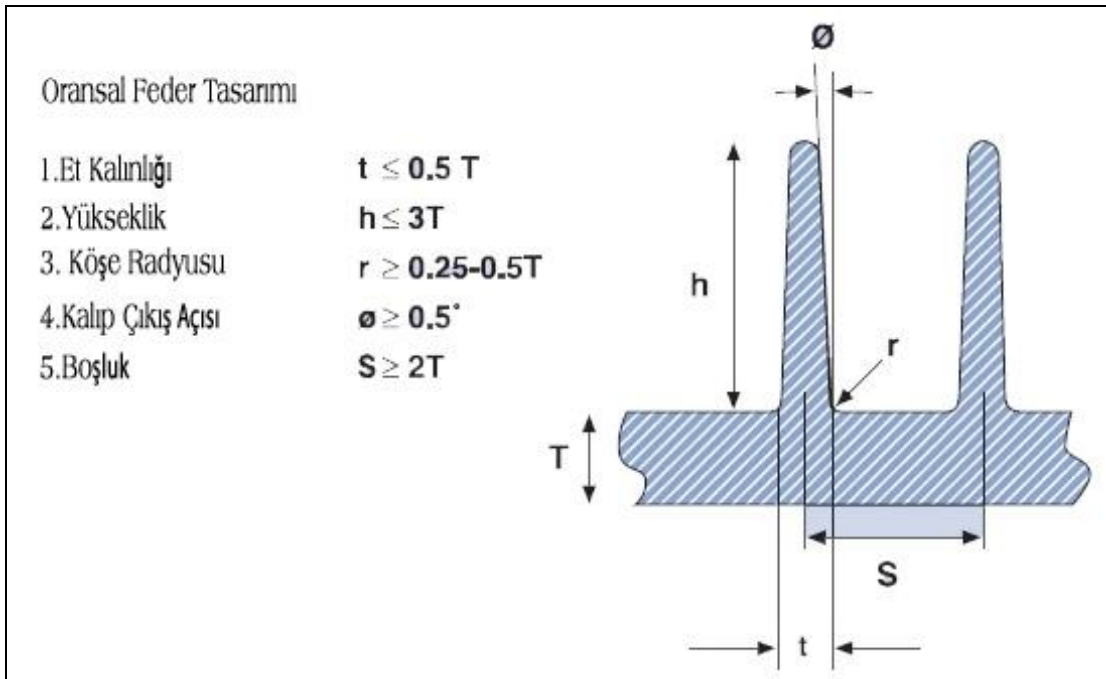
Plastik parçanın yük taşıma kabiliyeti ya da rijitliği iyileştirilmek isteniyorsa olası seçenekler:

- Malzemeyi değiştirmek (her zaman yeterli ya da ekonomik olmayabilir.)
- Kalınlığı değiştirmek
- Kesit geometrisini iyileştirmek (tercih edilen yöntemdir) olarak sıralanabilir.

Federler parçaların mukavemet özelliklerini arttırmada en optimum çözüm olmakla beraber, iyi tasarlanmadığında, çökme gibi görsel problemlere yol açabilir.

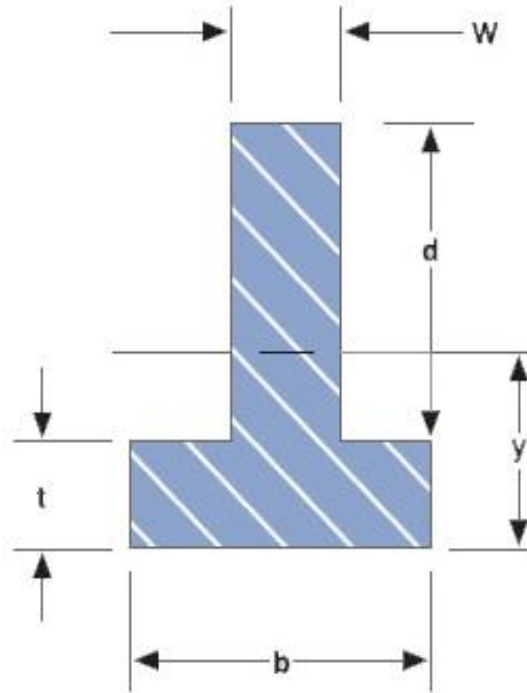
İyi bir feder tasarımında:

- Feder kalınlığı, nominal kesit kalınlığının yarısını geçmemelidir. Görseiliğin önemli olmayıp, yapısallığın önemli olduğu yerlerde bu oran artırılabilir.
- Maksimum feder yüksekliği et kalınlığının 3 katını geçmemelidir. (Dolmama ya da kalıba yapışma olabilir.)
- Paralel federler arası mesafe et kalınlığının minimum 2 katı olmalıdır. Böylelikle olası soğuma problemlerinin ve kalıpta ince kenarların kalmasının önüne geçilmiş olur.
- Federler tercihen plastiğin kalıpta akış yönüne paralel olmalıdır. Akış yönüne dik federler akışı bozabilir, gaz sıkışmasına yol açabilir.
- Federler, rijitliği maksimum arttırmak adına eğilme eksenine paralel yerleşimli olmalıdır.



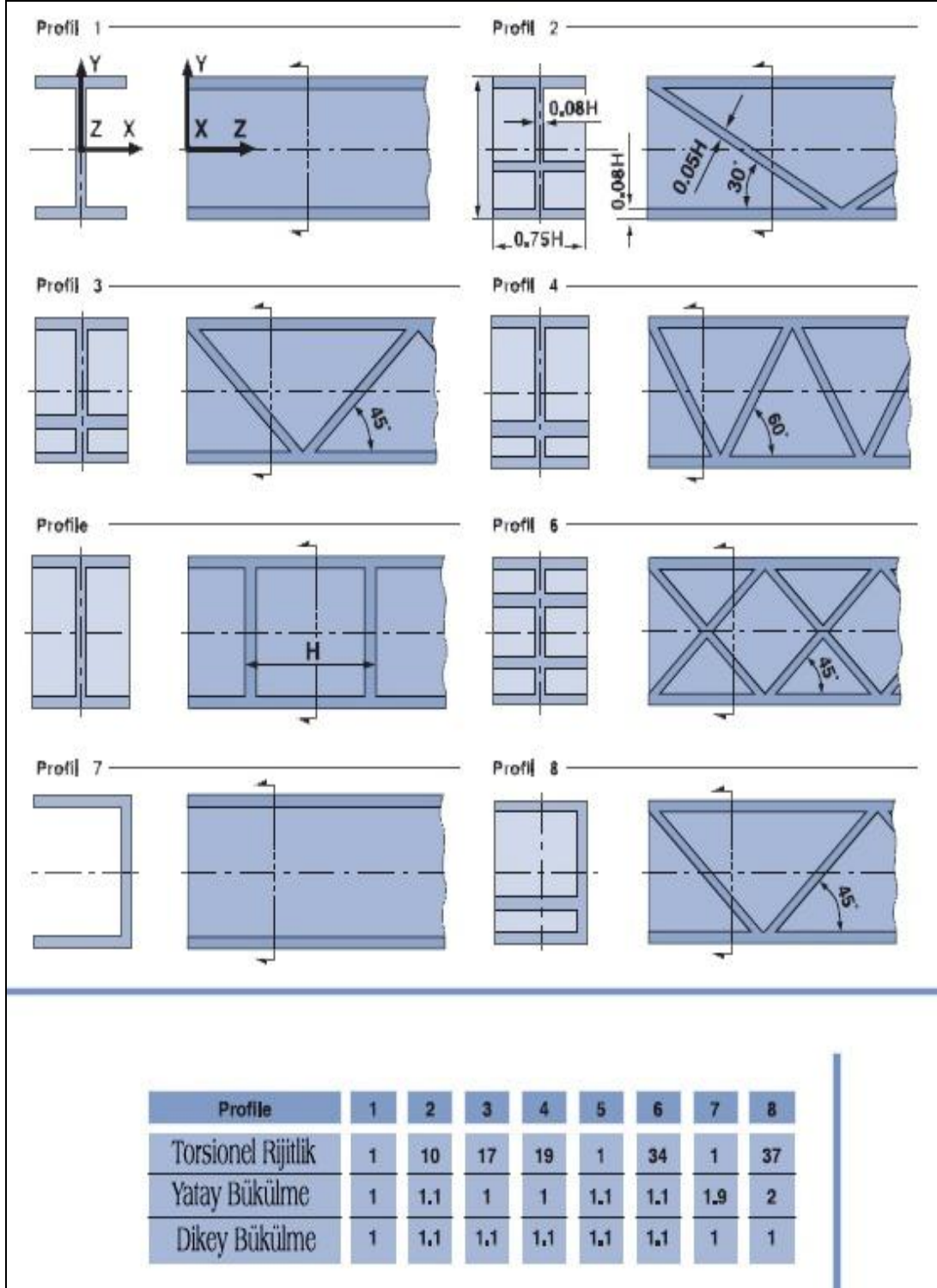
Şekil 3. 3 Tavsiye edilen feder tasarımı oransal ölçüleri [8]

Çizelge 3. 7 Farklı geometrilerde feder kullanımlarının etkileri [8]

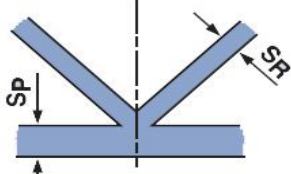
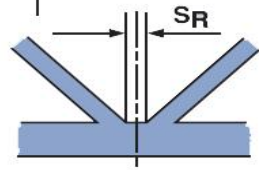
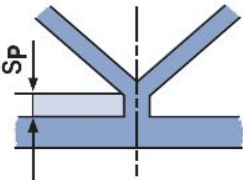


Ölçü	Senaryo 1	Senaryo 2	Senaryo 3	Senaryo 4	Senaryo 5	Senaryo 6
b (mm)	40	40	40	40	40	40
t (mm)	4	8	4	4	4	4
d (mm)	0	0	3	6	9	12
w (mm)	0	0	2	2	2	2
Alan mm ²	160	320	166	172	178	184
y (mm)	2	4	2,12	2,35	2,65	3,04
Atalet Momenti	213,3	1706,7	288,7	528,4	1018,4	1837,0
% Rijitlik Artışı	NA	700	35,3	147,7	377,4	761,1
% Ağırlık Artışı	NA	100	3,75	7,5	11,25	15

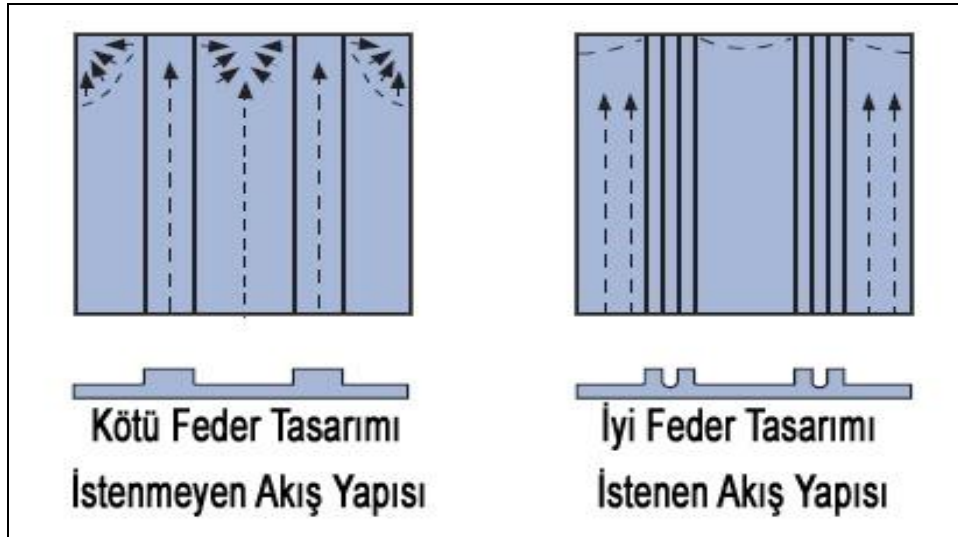
Çizelge 3. 8 Farklı geometriler için federlerin karşılaştırılması – 1 [8]



Çizelge 3 .9 Farklı geometriler için federlerin karşılaştırılması – 2 [8]

Varyantlar	Rijitlik %	Stres Dayanımı %
	100	100
	65	80
	60	82

$Sr/Sp = 0.69$

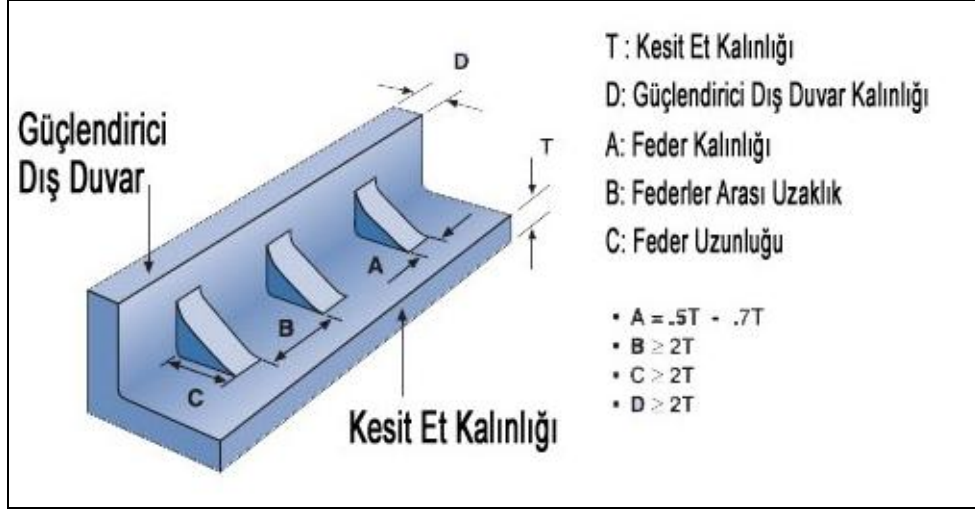


Şekil 3 4 Feder Yapıları İçin Erimiş Plastik Akış Yapısı [8]

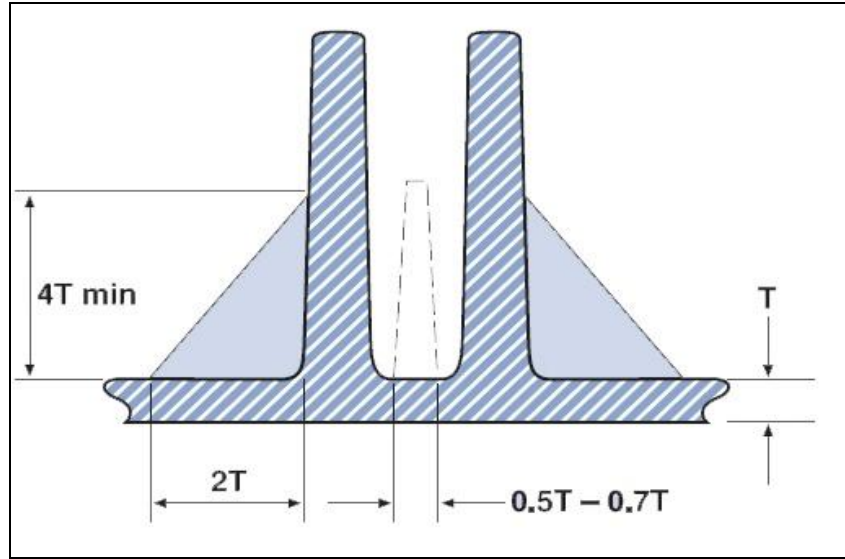
3.2.4 Gussetlar (Feder Destekleri)

Gussetlar federlerin alt kümesi olarak değerlendirilebilir ve feder tasarımı için geçerli tüm kurallar gussetlar için de geçerlidir. Gussetlar köşeleri, yan duvarları ve bossları kuvvetlendirmek için kullanılırlar.

İdeal gusset yüksekliğinin bağlı olduğu boss ya da federin yüksekliğinin %95 ini geçmemesi önerilir. Aşağıdaki resimlerde ideal gusset tasarımı et kalınlığına oranlı olarak verilmiştir.



Şekil 3. 5 Oransal feder tasarım ölçüleri [8]



Şekil 3. 6 Oransal gusset tasarımı [8]

3.2.5 Bosslar

Bosslar plastik tasarımda çoğunlukla montaj ya da bağlantı noktası olarak görev yaparlar. Bu nedenle de iyi bir boss tasarımı, iyi bir görüntü ve yeterli mukavemet ve en çok da fonksiyon açısından önem taşır.

Boss tasarımında dikkat edilmesi gereken 2 ana nokta aşağıdaki gibi listelenebilir.

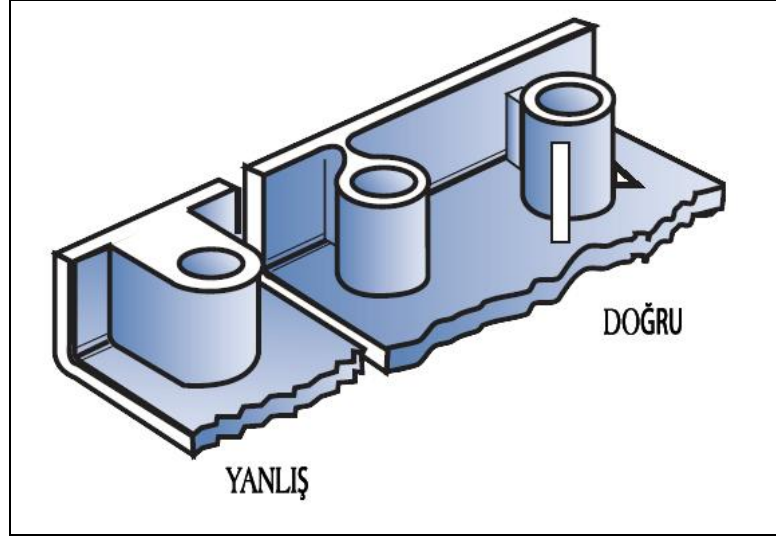
- Estetik problemlerin önüne geçebilmek için gereksiz et kalınlıkları kullanmamak.
- Eğer bosslar vidalı parçalara ya da insertlere yataklık edecekse, duvar kesitini kontrol altında tutmak (Gereğinden fazla et kalınlıklarınmeyen iist artık gerilmelere yol açar)

Boss tasarımı ile ilgili olarak ;

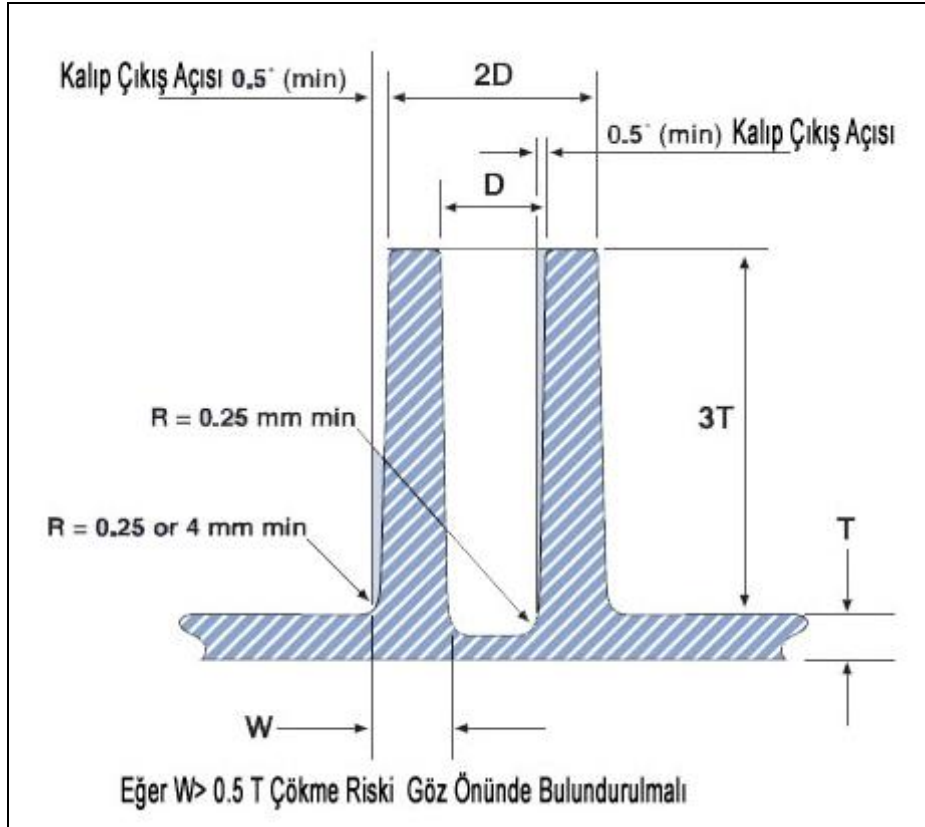
Nominal boss kalınlığı, et kalınlığının %75 inden az olmalıdır. %50 i geçen durumlarda ise çöküntü riskinin olduğu göz ardı edilmemelidir.

- Gerilmeleri iyileştirmek adına nominal et kalınlığının %25 i yada 0.4 mm radyus boss dibinde tavsiye edilir.
- Bossların kalıp çıkışını kolaylaştırmak adına minimum 0.5 derecelik bir çıkış açısı tavsiye edilir.
- Kalıbın erkeğinden gelen pini, nominal et kalınlığına penetre edecek şekilde uzun tutmak çöküntüleri engellemekte kullanılan diğer bir yöntemdir. Burada pin ucuna min. 0.25 mm lik bir radyus vermek, akış türbülanslarını engeller ve gerilmeleri minimumda tutar.
- Boss içine ise minimum 0.25 derecelik bir açı vermek kalıp çıkışını kolaylaştırması açısından tavsiye edilir.

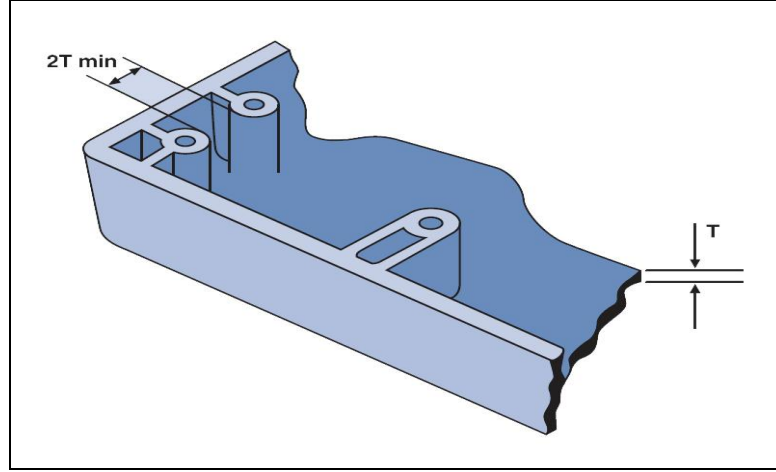
Bosslarda ihtiyaç duyulan mukavemet arttırımı, gusset kullanımı ya da bossu yan duvarlara bağlamak suretiyle sağlanabilir. Dış duvarlara yakın bosslar, duvardan minimum 3 mm. içeride konumlandırılmalıdırlar. Bu konumlama artık gerilmelerin azaltılması, yüzey hatalarının önlenmesi ve servis ömrünün uzaltılması açısından önemlidir. Bosslar arası boşluk, aksi bir zorunluluk yoksa, nominal et kalınlığının minimum 2 katı olmalıdır. Çok yakın yerleştirilen bosslar, soğuması zor alanlar yaratarak, kalitenin ve verimliliğin düşmesine yol açar.



Şekil 3. 7 Doğru boss tasarımı [8]



Şekil 3. 8 Oransal boss tasarımı [8]

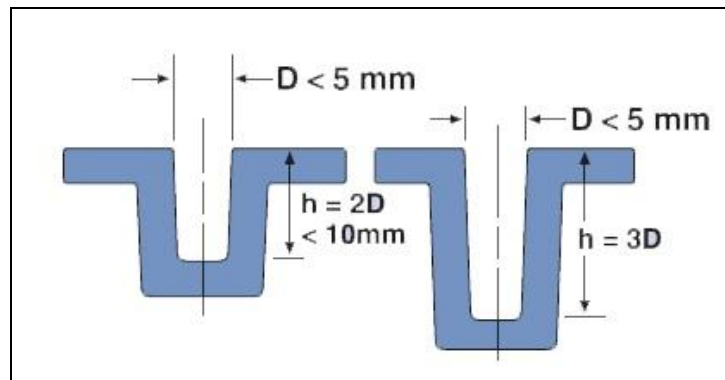


Şekil 3.9 Oransal boss yerleşimi [8]

3.2.6 Delikler

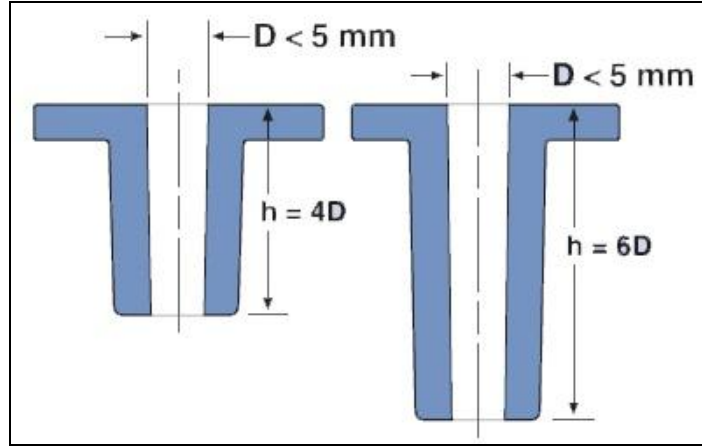
Plastik parça üzerindeki delikler ejektör pinleri ile çıkarılır. Boyuna delikler, bu ejektör pinlerinin iki taraftan desteklenebilmesinden dolayı, kör deliklere göre daha kolay imal edilir.

Kör delikler: Kör deliklerin kalıptan çıkarılması için kullanılan ejektör pinleri, kalıbın tek tarafından desteklenebilir. Bu yüzden pinlerin uzunluğu ya da deliklerin derinliği enjeksiyonda pinlerin dayanabildiği sapmaya bağlıdır. Genel bir kural olarak kör delikler için derinliğin, çapın 3 katını geçmemesi gerekliliği söylenebilir. Bu oran çapı 5 mm. den küçük delikler için 2 olarak alınması tavsiye edilebilir.

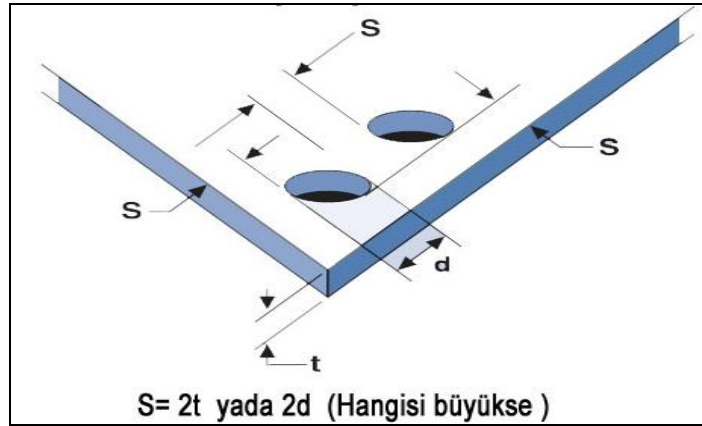


Şekil 3.10 Oransal kör delik ölçüleri [8]

Boyuna delikler: Boyuna deliklerde, pinler kalıbın diğer yarısı tarafından da desteklenebildiğinden, boyuna deliklerin derinliği kör deliklerin 2 katı kadar olabilir. Burada dikkat edilmesi gereken, dengeli bir basınç dağılımını bozmayacak şekilde iyi bir kalıp tasarımıdır.



Şekil 3. 11 Oransal boyuna delik ölçüleri [8]



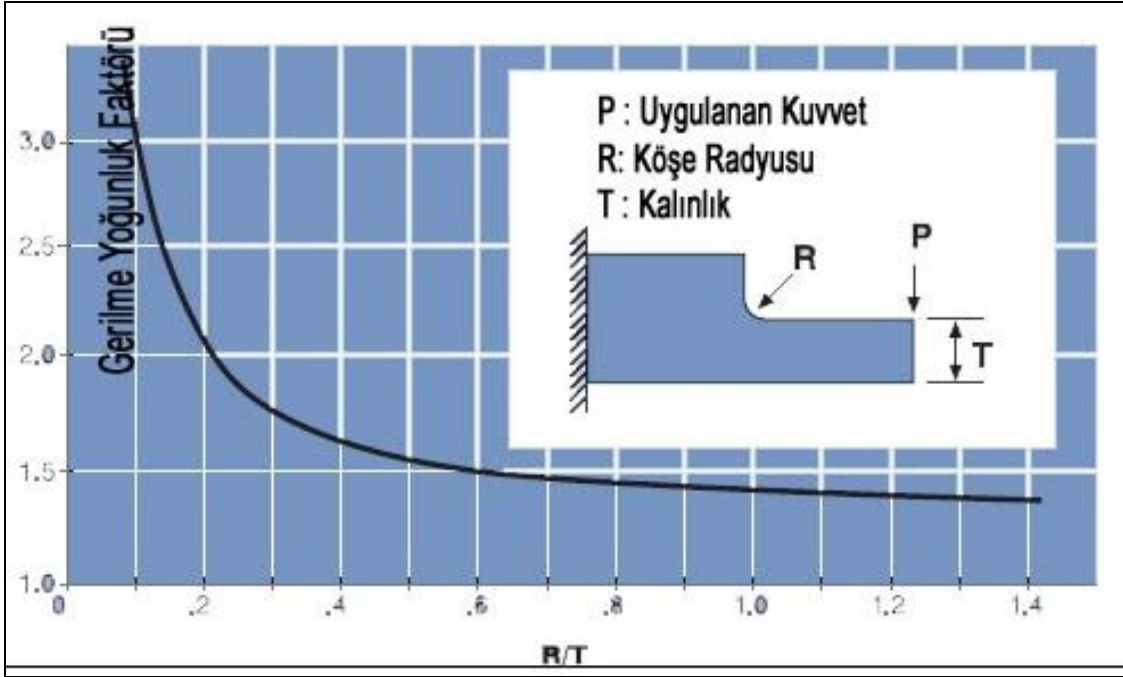
Şekil 3. 12 Oransal delik yerleşim ölçüleri [8]

3.2.7 Radyuslar

Plastik parçaların tasarımında keskin köşelerden kaçınılmalıdır. Et kalınlığının %25 ile % 60 arasında bir radyusun tüm köşelere, minimum 0.125 mm. radyusun da tüm keskin köşelere verilmesi tavsiye edilir. Bu aralık değerinin nasıl kullanılacağı parça fonksiyonuna göre değişmekle beraber, minimum 0.5 radyus değeri farklı uygulamalar için uygun bir değerdir.

Radyus kullanımı; homojen soğuma, daha az çarpılma, daha az akış direnci, daha iyi akış, daha iyi yüzey kalitesi, daha az parça gerilmesi ve daha fazla çentik dayanımı sağlar.

Şekil 3. 13 Et kalınlığına ve köşe radiusuna bağlı olarak gerilme yoğunluk faktörü [8]



3.2.8 Alt Boşaltmalar / Undercutler

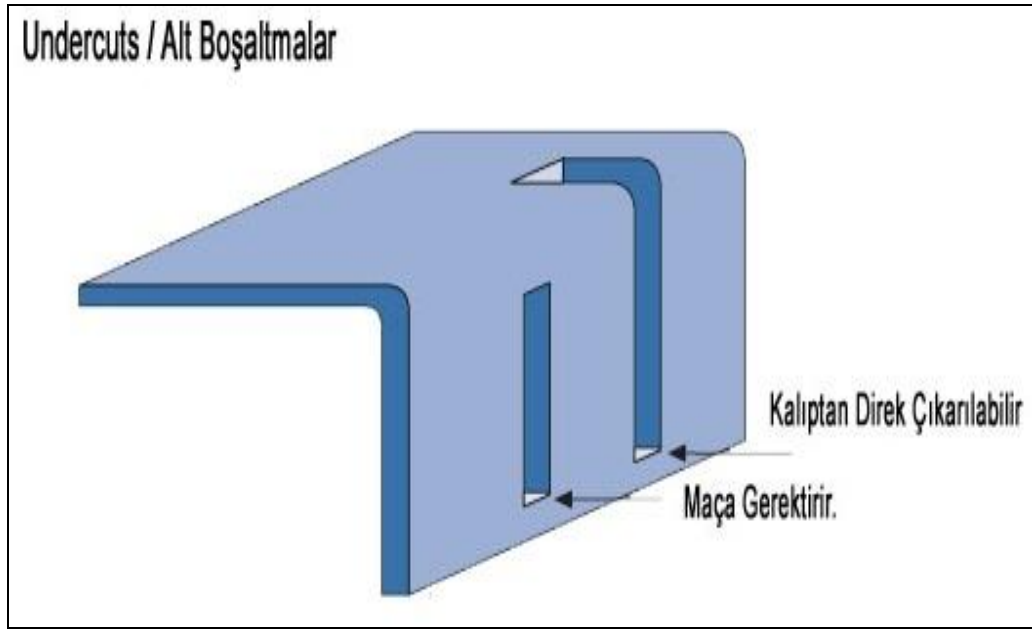
Kimi zaman parça geometrisi, çoğunlukla da parça fonksiyon ya da montaj zorunluluklarından dolayı tırnak, boss gibi unsurları kalıptan çıkarmak için kalıplar maçalı olması gerekir.

Bu tip unsurlarda mümkünse alt boşaltma (undercut) yapılarak, parça kalıptan maçasız da çıkarılabilir hale getirilebilir.

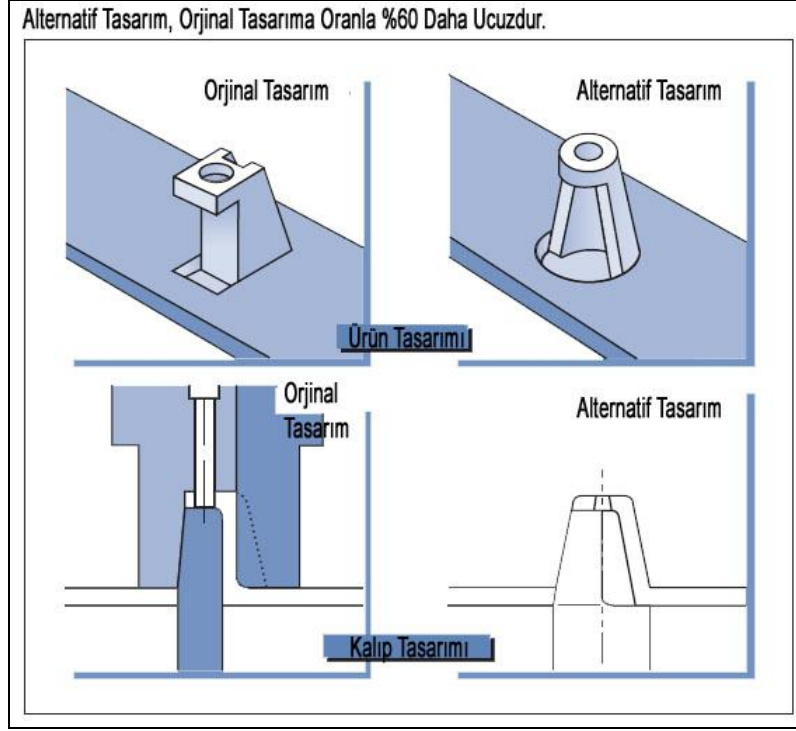
Parça geometrisinin çok karmaşık olduğu durumlarda, ideal bir çözüm bulunamayabilir. Böyle durumlarda, parçanın çıkarılması için bir şekilde hareket ettirilmesi gerekir. Bu tip hareketler:

- Saptırma (Deflection): Malzemeye ve undercut miktarına göre parçayı kalıptan çıkarırken saptırarak çıkarmak mümkün olabilir.
- Ek Parçalar (İnsertler): Parçayı kalıptan çıkarmak için insertler de kullanılabilir. İnsertlerin dezavantajı enjeksiyon döngü sürelerini uzatmasıdır.

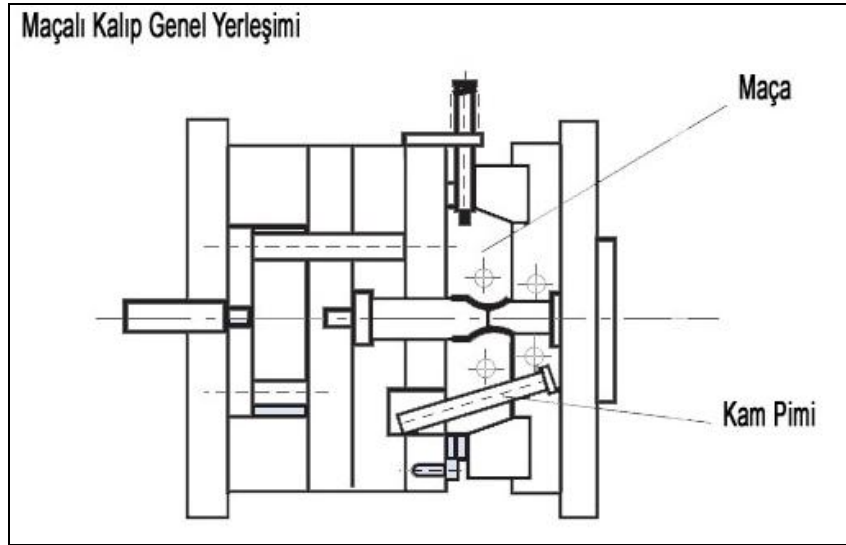
- Kam: Kam yada hidrolik/pnömatik silindir kullanımı parçanın kalıptan çıkarılması için kullanılabilir. Fakat bu tip ek sistem kullanımları kalıbı karmaşıklaştırır, maliyetini artırır ve kalıbın çalışması için ek bir kontrol ünitesi gerekir. Enjeksiyon döngü süresi de etkilenen bir diğer faktördür.
- Maça: Kalıba yerleştirilen açılı pin (çubuklar) ile parçayı kalıptan kalıbın açılışı esnasında çıkarmak da bir diğer yöntemdir.
- Kademeli Ayırma Çizgisi: Bu yöntem kalıbın karmaşıklaştırmasına rağmen mümkün ise en fazla tavsiye edilen yöntemdir.



Şekil 3. 14 Alt boşaltmalar -1 [8]



Şekil 3.15 Alt boşaltmalar – 2 [8]



Şekil 3. 16 Maçalı kalıp genel yerleşimi

3.2.9 Kalıpta Plastiğe Takılan Parçalar

Plastiğe kalıpta gömülen metal parçalar; bağlama ya da yük taşıma amaçlı kullanılmaktadırlar. Bu elemanlar çoğunlukla bakır, pirinç, çelik gibi malzemelerden

üretirler. Ekonomik olmalarına, maliyeti çok etkilememelerine rağmen, sadece mukavemeti arttırma, mesnetleme ve bağlama gereçleri ile kullanılmalıdır.

Parçaya takılan elamanların tasarımında dikkat edilmesi gereken noktalar şu şekilde sıralabilir:

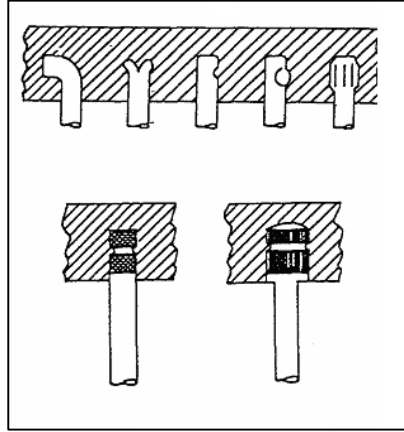
- Elemanların çevresine yeterli plastik et kalınlığı verilmelidir. Bu plastik malzemelere göre değişmektedir.

Aşağıdaki tabloda çelik bir eleman kullanıldığı takdirde, verilebilecek en az et kalınlığının insert çapının yüzde kaçı olması gerektiği listelenmektedir.

Çizelge 3. 10 İntert çapları

İntert Çapı (Çelik için)		
Malzeme	%* 1.5 mm - 12.5 mm	Yoğunluk
Asetal	50*İntert Çapı	30*İntert Çapı
Akrilik	75*İntert Çapı	60*İntert Çapı
Naylon 6/66	50*İntert Çapı	30*İntert Çapı
Polikarbonat	100*İntert Çapı	80*İntert Çapı
Polietilen	40*İntert Çapı	25*İntert Çapı
Polipropilen	50*İntert Çapı	25*İntert Çapı
Polistren	150*İntert Çapı	130*İntert Çapı

- Çok ince et kalınlıklı ve kırılğan insertlerin kırılması engellenmelidir. Enjeksiyon basıncı altında ezilebilirler yada zedelenebilirler.
- İntertler keskin köşe ihtiva etmemelidirler.
- Yerleştirmeler üzerindeki dişler, tırtıklar, girinti ve çıkıntılar malzeme akışına göre izin verecek şekilde olmalıdır. Ayrıca yerleştirmelerin parçadan çıktığı yerlerde düzgün bir yüzey sağlanmalıdır.
- Yerleştirmelerin tasarımı, dönmeyi veya çekip çıkmayı önleyecek şekilde yapılmalıdır.



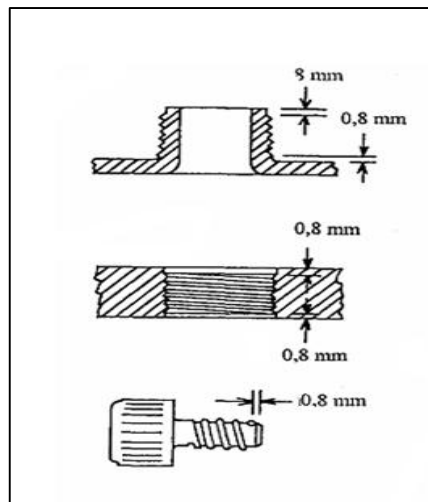
Şekil 3.17 Plastik kalıpta takılan parça geometrileri

3.2.10 İç ve Dış Dişler

Plastik tasarımda dikkat edilmesi gereken bir diğer unsur da vida dişleridir. Gerek iç gerekse dış dişler plastik parçalar üzerinde modern kalıplama teknikleri ile oluşturulabilir.

Dış dişlere sahip parçalar, dişlerin kalıp ayırma çizgisine gelecek şekilde işlenmesi ile kalıptan direk çıkabileceği gibi, redüktörlü kalıplarla, parçalar kalıptan döndürülerek de çıkabilir.

İç dişler ise diş açılmış maça ile oluşturulabilir. Kalıplama sonrası, maça vida sökülmesi gibi çevrilerek parçadan çıkartılır. İlk diş sıyırma yapacağından, bir parçaya diş açılacaksa başta ve sonda en az 0,8mm'lik boşluk bırakılmalıdır.



Şekil 3.18 Diş tasarımında boyutlar

3.2.11 Tolerans

Ürün tasarımı sırasında parçanın boyutları için verilecek toleransın tespiti bir hayli zordur ve göz önünde bulundurulması gereken pek çok faktör olmakla beraber temelde 2' ye ayrılabilir.

- Kalıplama yöntemi ile ilgili toleranslar
- Ürünün kullanımı/fonksiyonu ile ilgili toleranslar.

Toleranslar verilirken mutlaka gerçekçi ve olabildiğince geniş tutulmalıdır. Çeşitli termoplastiklere ait en sıkı ve tercih edilmesi gereken boyutsal toleranslar Çizelge 2.15 de verilmiştir.

Çizelge 3.11 Parça boyuna oranla toleranslar

Malzeme	Parçanın Boyu					
	25-100 mm.		100-300 mm.		> 300 mm.	
	Sıkı (\pm) mm	Tercih Edilecek	Sıkı (\pm) mm	Tercih Edilecek	Sıkı (\pm) mm	Tercih Edilecek
ABS 0.05		0.1	0.1	0.15-0.40		0.75
Asetal	0.07	0.15	0.12-0.25		0.80-1.75	
Polietilen	0.1	0.2	0.20-0.40		0.80-1.75	
Polipropilen	0.1	0.18	0.18-0.30		0.80-1.75	
Naylon 6/6	0.09	0.15	0.15	0.3	1	1.9

Çizelge 3. 12: Çekme payları ve yoğunluk bilgileri

Çeşitli Termoplastiklere Ait Çekme Payı ve Yoğunluk Bilgileri		
Malzeme	Çekme Payı	Yoğunluk
PC	0,0006	0,0012 gr/mm ³
PPT 20	0,0011	0,11123 gr/mm ³
PA6	0,005	0,00113 gr/mm ³
PP	0,014	0,00091 gr/mm ³
ABS	0,005	0,00102 gr/mm ³
PMMA	0,006	0,00115 gr/mm ³

3.3 İmalat Yöntemi / Kalıp Bilgisi Bölümü

Plastik Kalıplama Yöntemleri:

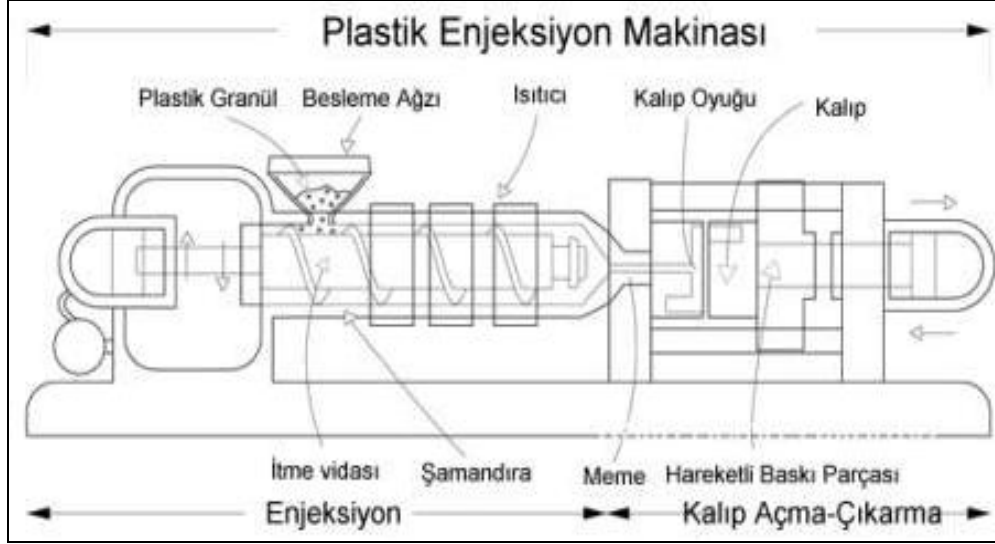
Ham plastiği işleyerek, yararlı, kullanılabilir bir şekle getirmek için, birçok kalıplama yöntemi uygulanır. Bu yöntemlerin hepsinin ortak yönü, ham plastiğin belirli sıcaklığa

kadar ısıtılarak yumuşatılması ve belli basınç altında şekillendirildikten sonra da soğutularak şeklinin korunmasıdır.

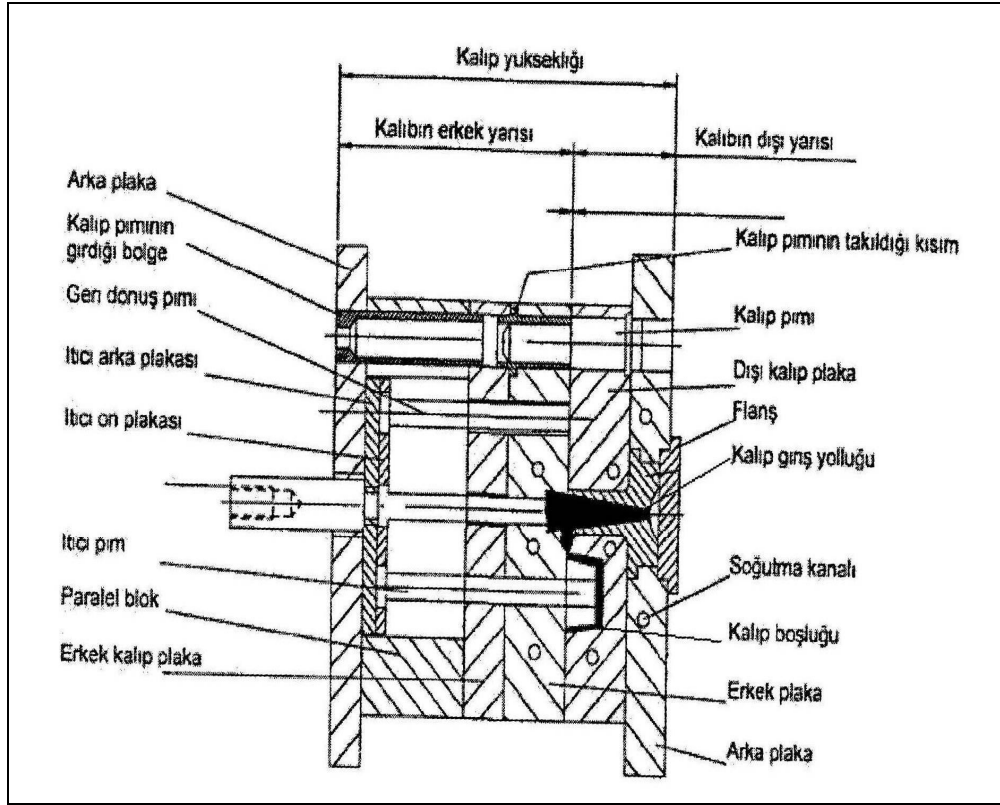
Yaygın plastik kalıplama yöntemleri şekildeki gibi sıralanabilir.

- Enjeksiyon Kalıplama
- Transfer Kalıplama
- Sıkıştırma Kalıplama
- Ekstrüzyon Kalıplama
- Haddeme Kalıplama
- şişirme Kalıplama
- Döndürmeli Kalıplama
- Soğuk Kalıplama
- Dökme Kalıplama
- Plastik Levhadan Kalıplama
- Vakumlu Kalıplam
- şişirme Kalıplama
- Sıkıştırma Kalıplama
- Mekanik Set Kalıplama
- Köpürtme Kalıplama
- Güçlendirme Kalıplama olarak sayılabilir.

Bu sıralanan yöntemlerden en yaygın olanı kuşkusuz “Plastik Enjeksiyon Kalıplama” yöntemidir.



Şekil 3.19 Enjeksiyon makinası bileşenleri

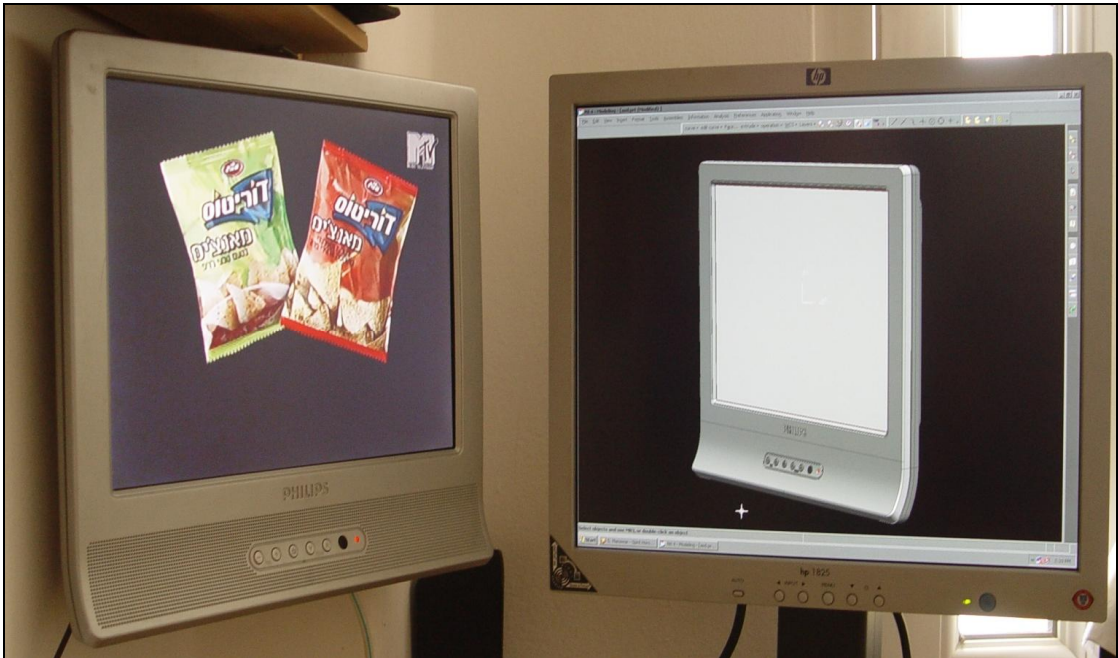


Şekil 3.20 Enjeksiyon kalıbı bileşenleri

BÖLÜM 4

LCD TV TASARIMI

Bu bölümde şu ana kadar anlatılan plastik tasarım kurallarına uygulama örneği olarak LCD TV tasarımı yapılacaktır. Şekil 3.1 de LCD nin üretilmiş numunesi ve katı modeli görülmektedir.



Şekil 4. 1 LCD TV ürün ve katı model resmi

4.1 Ürünün Tanımlanması

4.1.1 Girdi Bilgiler ve Ürün Tanımı

- Ürün 14'' (inç) yani 35 cm. ekran LCD TV olarak masaüstü, tezgahüstü kullanımı için uygun bir LCD TV olacaktır.
- Uzaktan kumandalı olacaktır.
- Geriye doğru 15° dereceye kadar yatabilir olacaktır.
- İçerisinde kullanılan elektronik komponentler ve yerleşimlerdeki elektronik kısıtlamalar komponent bilgileri ile birlikte aşağıda verilmiştir.
- Standart tasarım girdilerine ek olarak maliyet açısından televizyon olabildiğince az parçalı, parçalar olabildiğince hafif (düşük malzemeli) olacaktır.
- Duvara asılabilir nitelikte olacaktır.
- Duvara asılabilir niteliği kullanılmak istendiğinde; ayağı, teknik servis müdahalesine gerek kalmaksızın, son kullanıcı tarafından kolaylıkla çıkarılıp takılabilir olacaktır.
- Nakliye ve hammadde maliyetlerini de düşünülerek, ambalaj kutusunun da olabildiğince küçük boyutlarda olması gereklidir.
- Ürün üretim adedi 320.000 dir.
- Ürünün endüstriyel tasarımı Şekil 4.2 deki gibi olacaktır.



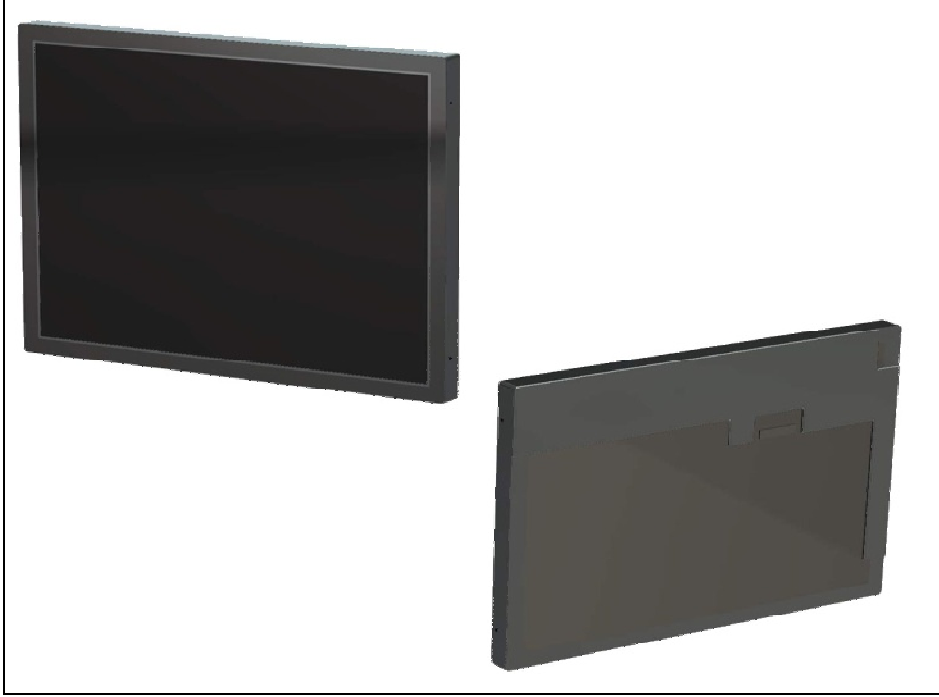
Şekil 3. 2 Endüstriyel tasarım genel görünüm

4.1.2 Kullanılacak Elektronik Bileşenler

4.1.2.1 LCD Display / LCD Ekran:

Kullanılacak ekrana ait görsel Şekil 4.3 de verilmiştir.

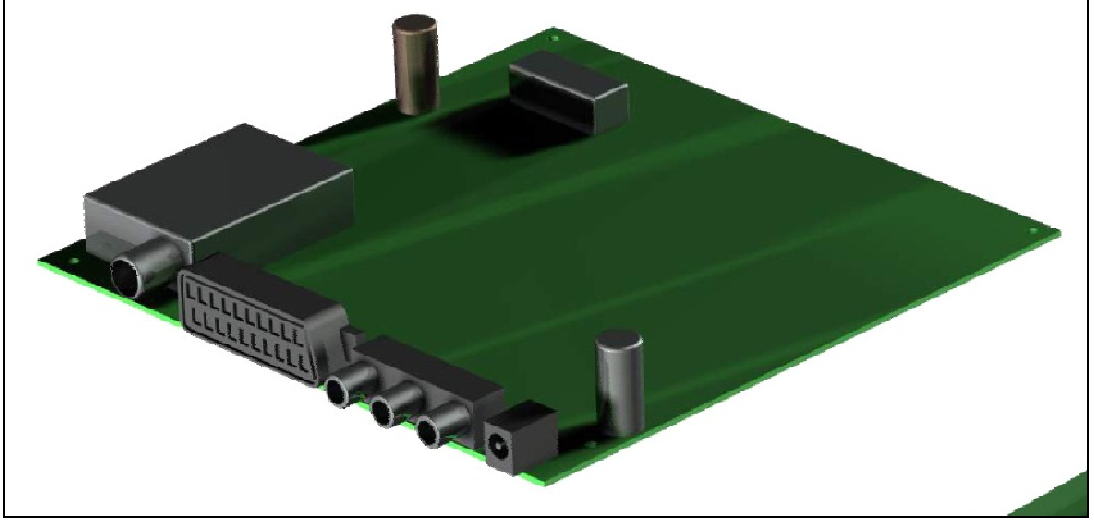
LCD ekran yurtdışından hazır alındığından parça üzerinde herhangi bir değişiklik yapma olanağı yoktur. Mekanik olarak ürün satın alındığı şekliyle kullanılacaktır.



Şekil 4. 3 LCD panel genel görünümü

4.1.2.2 Anakart/Mainboard:

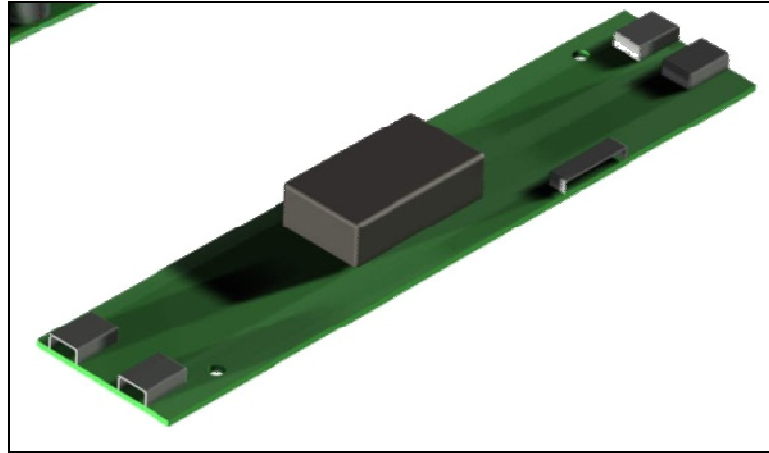
LCD TV içerisinde kullanılacak olan anakartın görseli Şekil 4. 4 de verilmiştir. Kart üzerinde gerekli olursa basit değişiklikler yapmak mümkündür.



Şekil 4. 4 Anakart genel görünümü

4.1.2.3 Backlight PCB

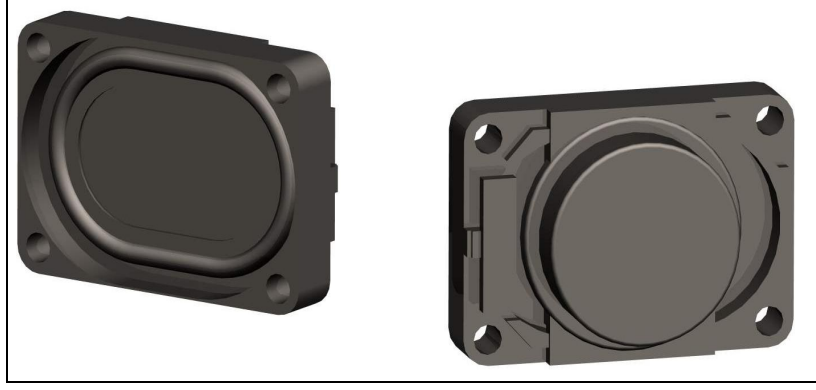
LCD TV içerisinde kullanılacak olan backlight PCB görseli Şekil 4. 5 de verilmiştir. Kart LCD ekran ile birlikte geldiğinden, kart üzerinde herhangi bir değişiklik yapmak mümkün değildir.



Şekil 4.5 Backlight PCB genel görünümü

4.1.2.4 Hoparlörler

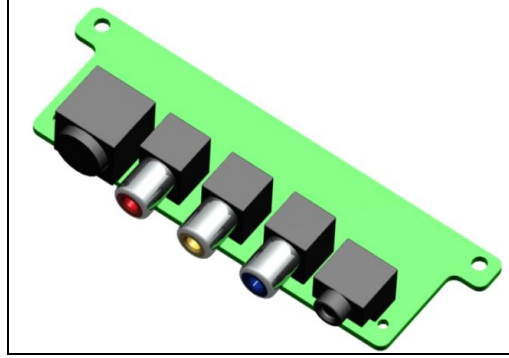
LCD TV içerisinde kullanılacak olan hoparlör görseli ve Şekil 4. 6 da verilmiştir. Mekanik olarak çok gerekli olması halinde başka bir hoparlör de kullanılabilir.



Şekil 4. 6 Hoparlör genel görünümü

4.1.2.5 Side AV PCB

LCD TV içerisinde kullanılacak olan Side AV PCB görseli Şekil 4. 7 de verilmiştir. Mekanik olarak gerekli olması halinde başka bir PCB de kullanılabilir.



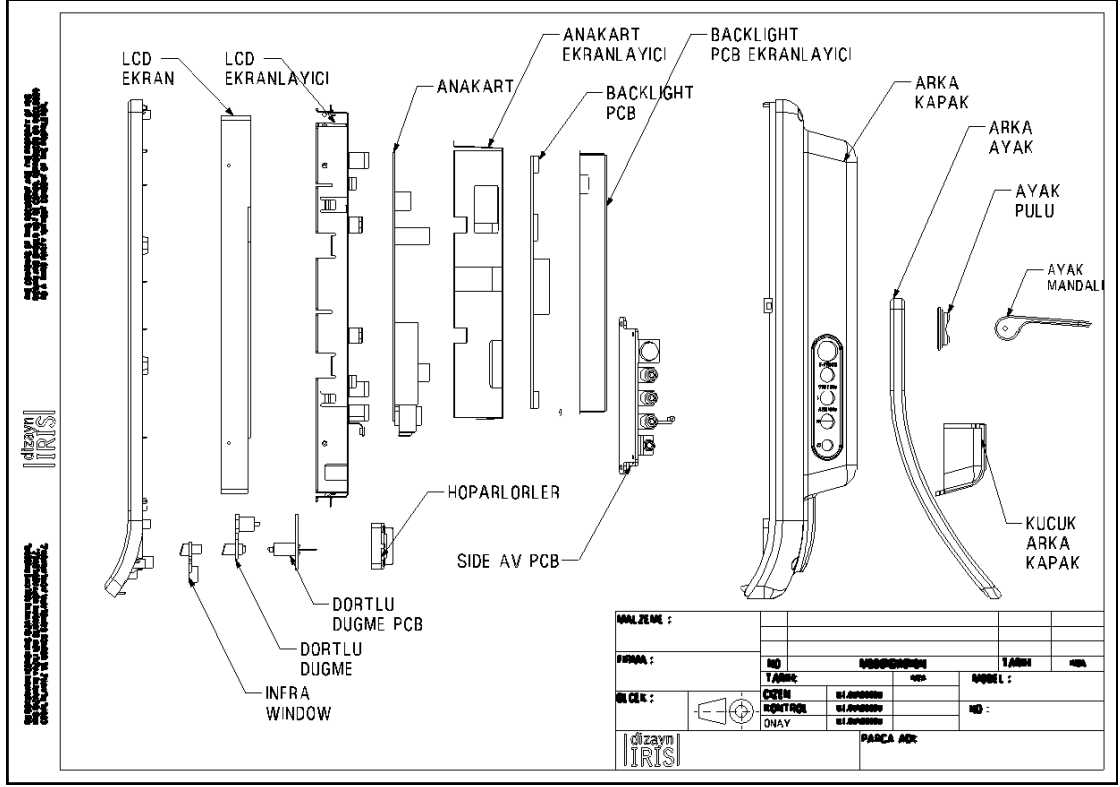
Şekil 4. 7 Side AV PCB genel görünümü

4.1.3 Yerleşim Ve Diğer Elektronik Kriterler:

Elektronik açıdan dikkat edilmesi gereken noktalar şu şekilde sıralabilir:

1. Ekran ile elektronik kartlar arası minimum mesafe 8 mm. olmalıdır.
2. Ekran ve her iki elektronik kart da metal bir çerçeve ile kalkanlanmalıdır.
3. İki kart arası mesafe 50 mm. den büyük olmamalıdır (Kablolama Gereksinimi)

Modelleme başlamadan önce ilk olarak kaba bir yerleşim planı yapmak, tasarımın ileriki aşamalarında hataları önleyecektir. Verilen kriterler ışığında; yerleşim ilk planda aşağıdaki gibi olmalıdır.



Şekil 4. 8 Genel yerleşim haritası

4.2 Modellemeye Başlamak

Bir kural olmasa da genel bir kabul olarak LCD TV tasarımın önden arkaya yani ön kabinden arka kapağa doğru yapmak daha doğru olacaktır. Bu nedenle modellemeye ve tasarıma ön kapaktan başlanmıştır.

Şekil 4. 8 de öngörülen yerleşim planına sadık kalacak şekilde, öncelikle ön kapağın (kabin) modelleme ve sonrasındaki tasarım aşamaları ve ilgili resimler aşağıda verilmiştir.

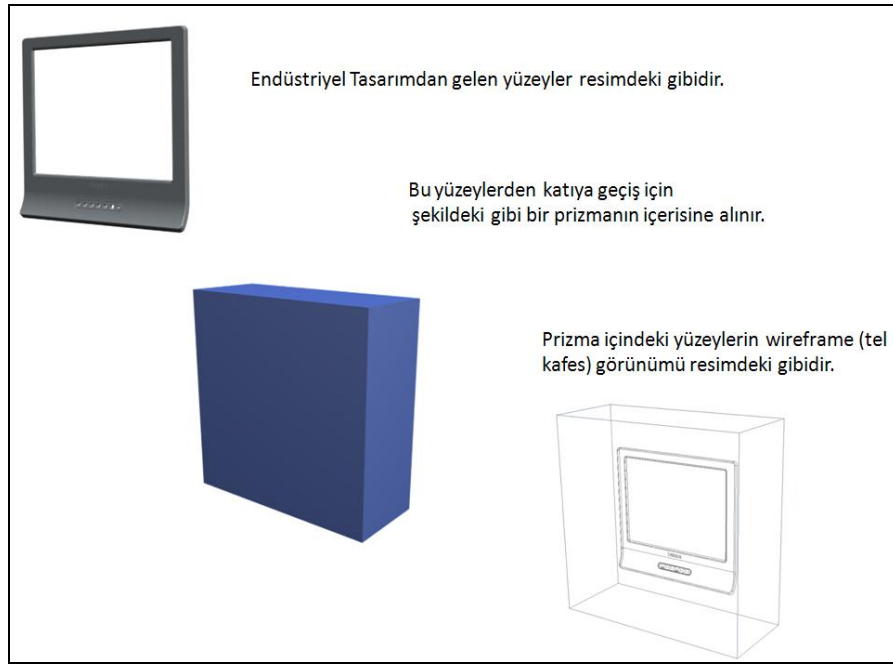
4.2.1 Endüstriyel Tasarımdan Mekanik Tasarıma Geçiş

Endüstriyel tasarım için gelen 3-D dosyanın format (IGES dan UG ye) çevriminden kaynaklanan hataları düzeltmek ve yüzeylerde daha sonra sorun yaşamamak adına, yüzeyleri tekrar oluşturmak gereklidir. Söz konusu yüzeylerin oluşturulması uzun ve detaylı Curve ve Surface işlemleri gerektirmektedir. Polimer malzemeler ile tasarım konusunun dışında kaldığından bu detaylara tez içerisinde yer verilmemiştir. Bu

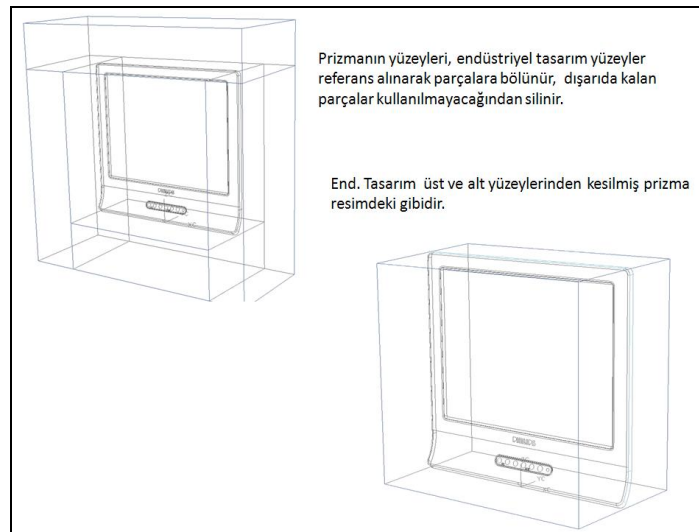
dönüşüm kullanılan yazılıma göre farklılık gösterebilir. Tez boyunca sözü geçen tasarım aşamaları Unigraphics isimli yazılımla yapılmıştır.

Bu yüzeylerin tekrar oluşturulması için yapılan işlemler adım aynı zamanda ürünün endüstriyel tasarımı hakkında daha detaylı bilgi edinilmesini de sağlamaktadır.

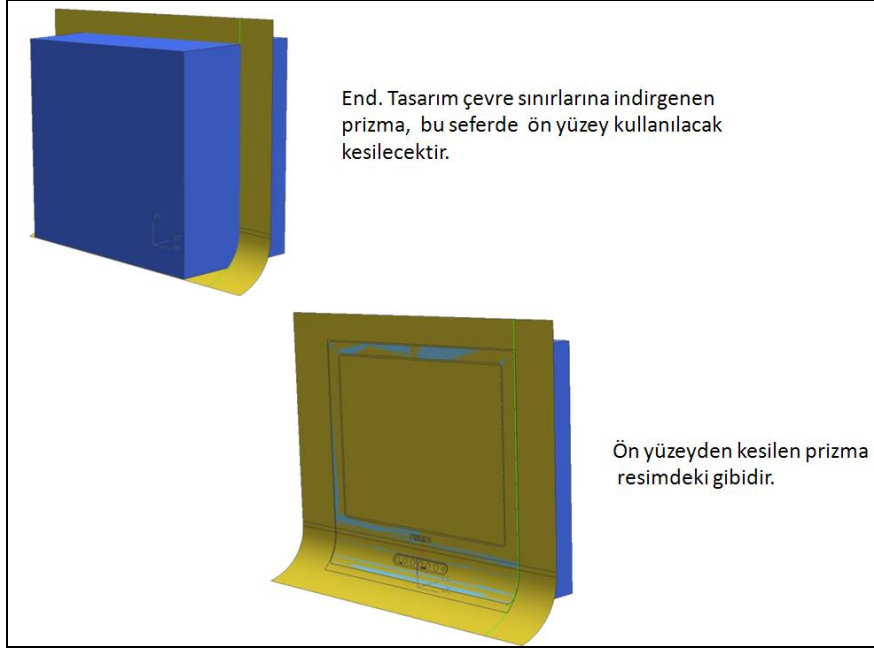
Aşağıdaki resimlerde endüstriyel tasarımdan mekanik tasarıma geçiş anlatılmaktadır. Şekil 4. 9, Şekil 4. 10 ve Şekil 4. 11 de yüzey modelden katı modele geçişin başlangıç aşamaları gösterilmiştir.



Şekil 4. 9 Endüstriyel tasarım yüzeyleri

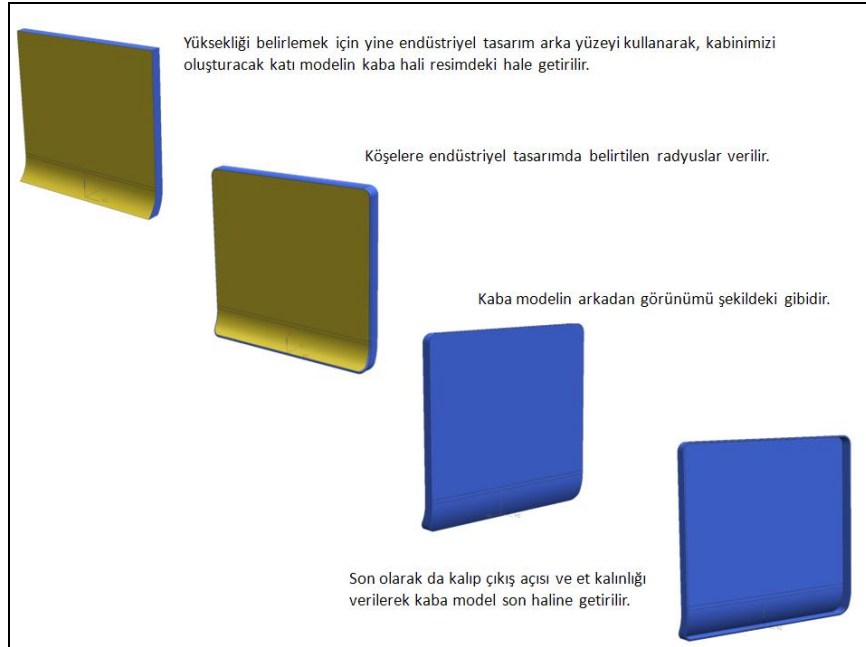


Şekil 4. 10 Kabin kaba modellenmesi / Ham katı modelin oluşturulması



Şekil 4. 11 Ham kabin katisinin oluşturulması

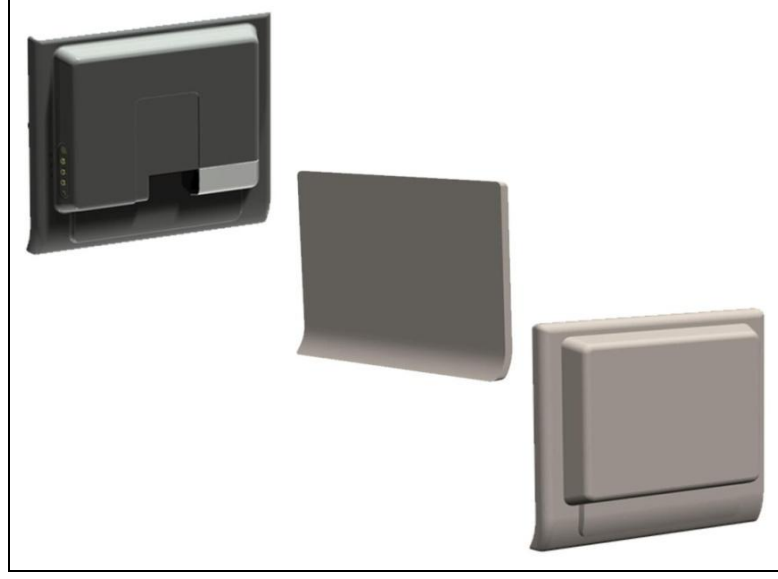
Yüzeylerin ana şeklinin elde edilmesini takiben, endüstriyel tasarımdan gelen kenar yarıçap/pahları gibi görsel unsurlar da katı modele işlenilerek ham katı model elde edilmiştir.



Şekil 4. 12 Son haline getirilmiş kabin kaba modeli

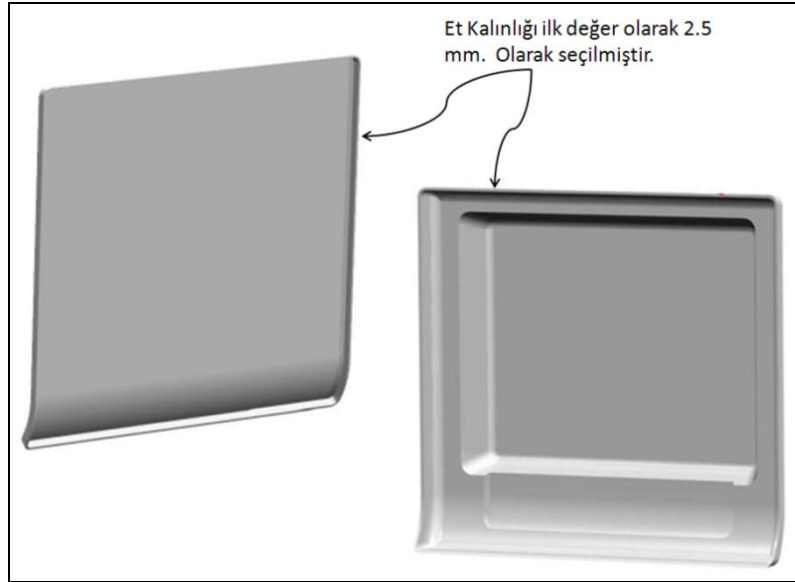
Arka kapak, arka ayak ve mekanizma parçaları da tıpkı kabin için detaylı açıklanan şekilde yüzeylerden kaba katı modellere çevrilerek ilk aşama tamamlanmış olur.

Benzer şekilde elde edilen arka kapak ham katı modeli de Şekil 4. 13 de görülmektedir.



Şekil 4. 13 arka kapak ham katı modeli genel görünümü

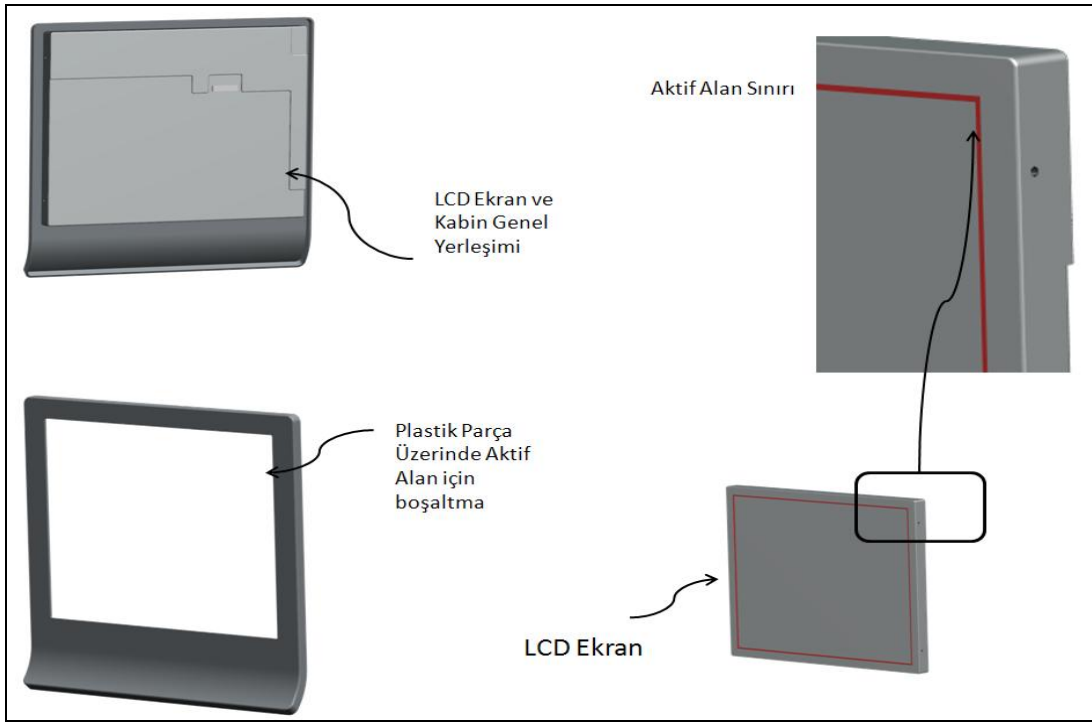
Ham katı modellerin elde edilmesinden sonra, tasarıma et kalınlıklarının belirlenmesi ile devam edilir. Burada et kalınlığı ön değer olarak 2,5 mm. olarak alınmıştır. 2.5 mm. et kalınlıklı kabin ve arka kapak ham geometrileri Şekil 4. 14 da verilmiştir.



Şekil 4. 14 Et kalınlığı verilmiş kaba katı model

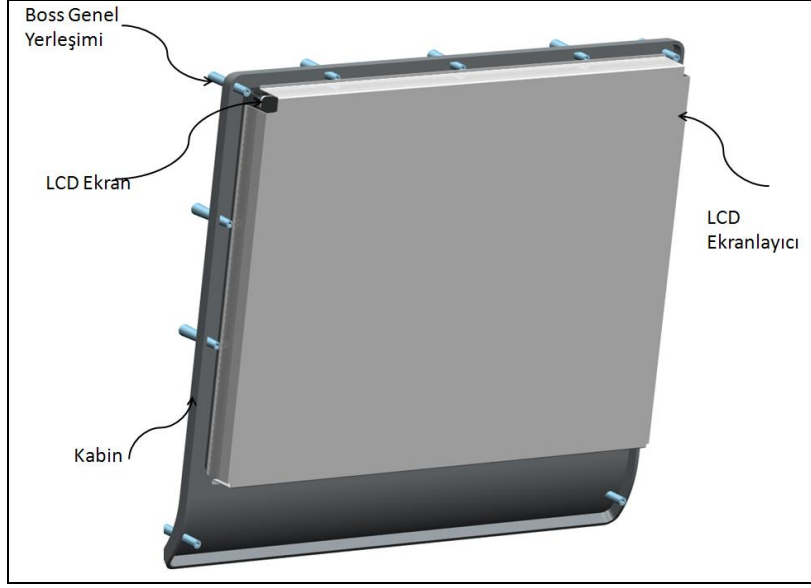
başlanmıştır. Bu aşamada yapılan yerleşimler genel olarak çok detaylı olmayıp, tüm işlemler değiştirilebilir/iptal edilebilir şekildedir.

Bir televizyon için en önemli yüzey sürekli baktığımız ön yüzeydir. Görüntünün izlendiği pencereyi ele alarak; yukarıdaki paragrafta sözü edilen söz konusu pencerenin kabinde açılması ile başlayalım. Bu pencerenin ölçüleri, LCD panelin teknik resminden aktif alan ölçüsü referans alınarak belirlenir. Bu ölçüler aktif alan ölçülerine (-) 0.5 / (-) 0.7 mm olacak şekilde olması, aktif alanı sarmalayan metalin dışardan görünme ihtimalini ortadan kaldırır. Böylelikle hem görünüm bozulmaz, hem de olası bir hata karşısında, böylesine pahalı kalıplar çöpe atılmış olmaz. Şekil 4. 16 de söz konusu pencere açıldıktan sonraki katı model görülmektedir.



Şekil 4. 16 Kabin üzerinde ekran boşaltmasının açılması

Ön yerleşim yapısının kurulması, et kalınlığının belirlenmesini ve ön pencerenin açılmasını takiben, diğer bileşenlerin de bağlanabilmesi için eşit aralıklarla bosslar çepeçevre Şekil 4. 17 deki gibi yerleştirilmiştir. Bu bossların boyları, çapları ve yerleşimleri tasarımın ileriki aşamalarında ihtiyaç olması durumunda rahatlıkla değiştirilebilecektir.



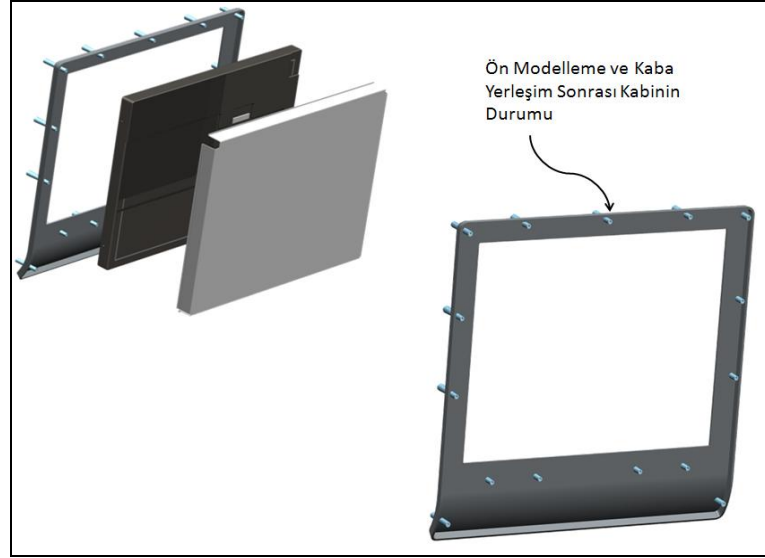
Şekil 4. 17 Ana bileşenler genel görünümü

Ana bileşenlerin yerleşimleri ve montaj için bağlantı yapısı (bosslar) belirlendikten sonra artık kabinin ve etkileşim de olduğu diğer parçaların tasarım detaylarına girilebilir. Bu parçalarından birisi de ana ekranlayıcıdır. Ana ekranlayıcı sac malzemeden imal edilecek olup soğutma, elektronik kalkanlama ve bağlantı parçası olarak işlev görecektir. Tasarımın detaylarına girilmediği bu aşamada, ana ekranlayıcı LCD ekranı çepeçevre saran 1. mm kalınlıklı sac malzemeden içi boş bir dikdörtgen prizma olarak düşünülmüştür.



Şekil 4. 18 Ana ekranlayıcı ham katı modeli

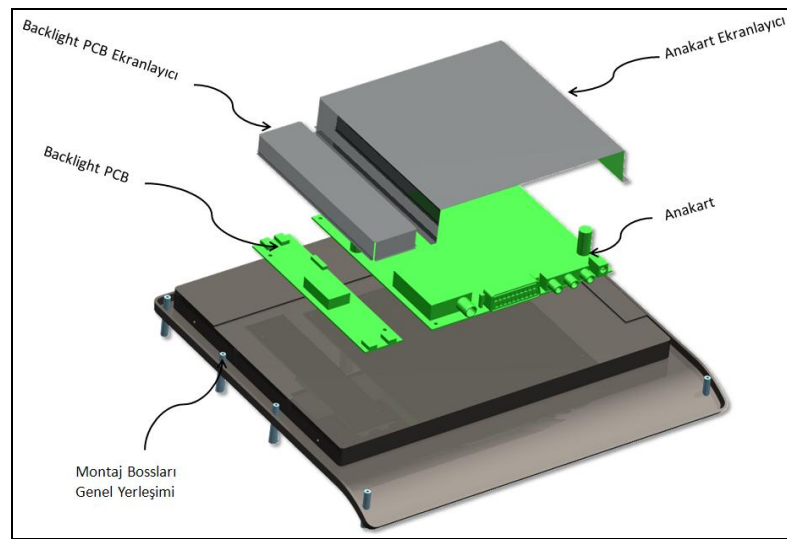
Şekil 4. 18 de de görüldüğü üzere başlangıç detayı olarak sac parçanın köşeleri, parçanın imalatının sıvama kalıbı ile yapılmaması için boşaltılmıştır.



Şekil 4. 19 Yapılan işlemler sonrası kabin genel görünümü

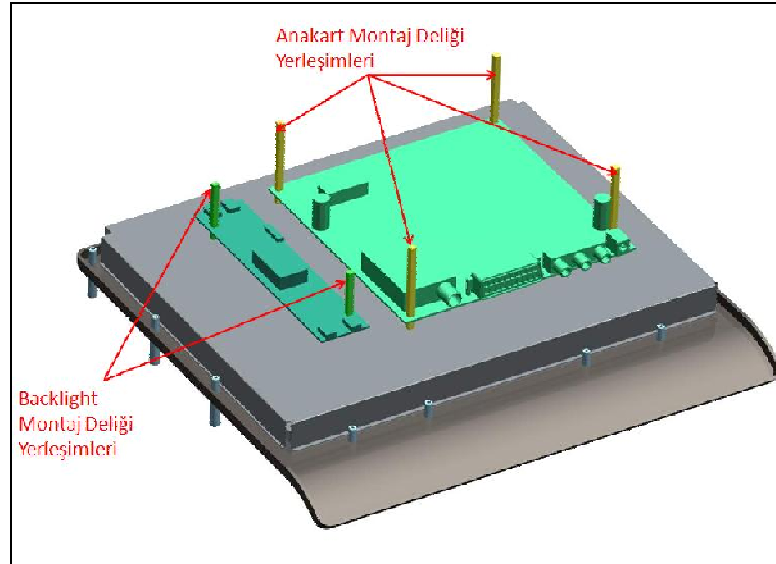
4.3.2 Elektronik Kartların Yerleştirilmesi

Şekil 4. 8 deki ana yerleşim planı uyarınca, anakart, backlight PCB ve bunların ekranlayıcısının katı modelleri de montaj dosyasına Şekil 4. 20 deki gibi eklenir/yerleştirilir.

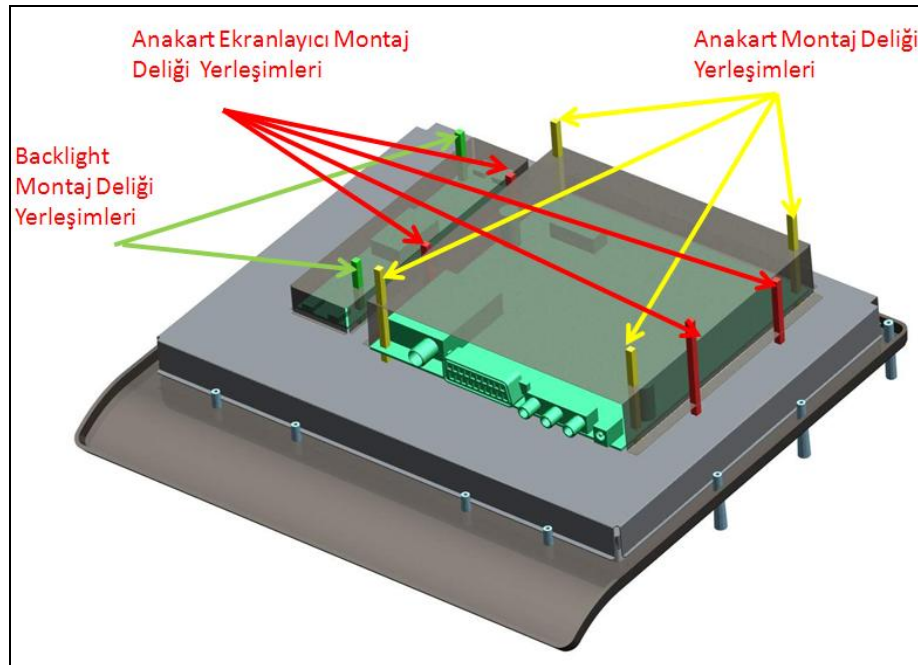


Şekil 4. 20 Yerleşimi belirlenecek elektronik kartlar ve ekranlayıcılarının genel görünümü

Yerleşimler belirlendikten sonra, bileşenleri bu yerleşim düzeninde sabitlemek için vidalı bağlantı kullanılacaktır. PCB lerin vida delikleri, herbir PCB nin teknik resminde ayrı ayrı belirtilmiş ve katı modeller de bu ölçülere göre hazırlanmıştır. Vida deliklerini vurgulamak amacıyla deliklerin üzerine geçici Şekil 4. 21 deki prizmalar eklenmiştir.

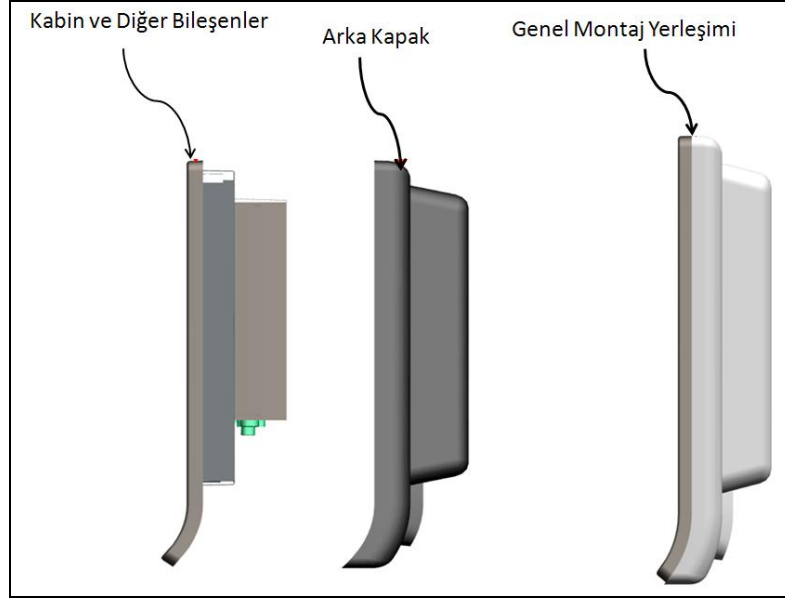


Şekil 4. 21 Elektronik kart montaj delik yerleşimleri

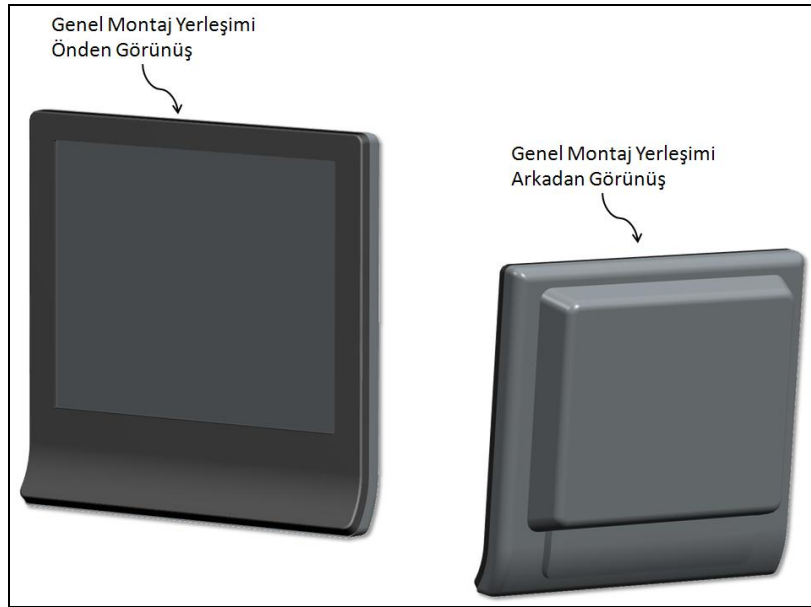


Şekil 4. 22 Elektronik kartlar ve ekranlayıcılarının montaj delik yerleşimleri

Elektronik kartlarda yapıldığı gibi ekranlayıcıların da vida delikleri şekildeki gibi vurgulanmıştır. Bu işaretlemenin nedeni, montaj delik yerleşimlerinin parça geometrilerini doğrudan etkilemesidir. Şimdiye kadar yapılan işlemler sonrası gelinen noktada televizyonumuzun genel görüntüsü Şekil 4. 23 ve Şekil 4. 24 de gösterildiği gibidir.



Şekil 4. 23 Genel görünüm (yandan)



Şekil 4. 24 Ön ve arkadan genel görünüm

Arka kapağa geçilmeden önce kabine montaj edilecek son parçalar dörtlü düğme grubu ve hoparlörlerdir.



Şekil 4. 25 Yerleşim öncesi dörtlü düğme ve hoparlörler

Düğme grubu ve hoparlörlerin ön yerleşimi Şekil 4. 26 da gösterilmiştir. Burada hoparlör hazır alındığından, ölçüleri ürün şartnamesinden alınmış, katı model bu ölçüler uyarınca hazırlanmıştır. Düğme yüzeyleri ve ölçüleri ise endüstriyel tasarımdan gelmektedir.



Şekil 4. 26 Düğme ve hoparlörler ön yerleşimi

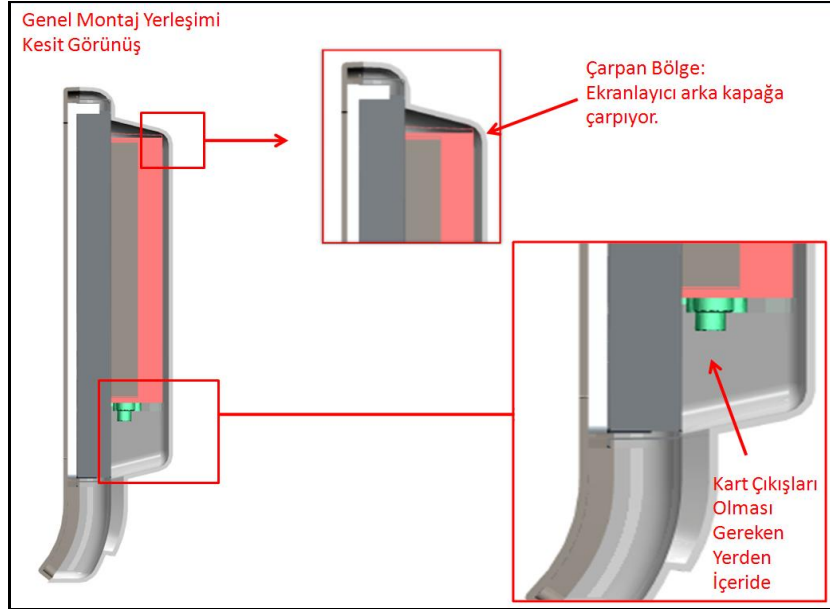
Tasarımın geri kalan kısmının doğruluğu, bu aşamanın doğru olmasına bağlıdır. Bu nedenle, şu ana kadar ki ön yerleşim işlemlerimizi, kontrol ederek nihai yerleşim noktalarını belirlemek gerekir. Bu kontrol sırasında dikkat edilmesi gereken noktalar:

- Parçaların birbirine çarpıması
- Parçalar arasındaki boşluk/toleransların yeterli olması
- Kartların kendi arasındaki uzaklıklarının öntanımlı (bkz. Sayfa 59) değerleri aşmaması
- Montajı olumsuz etkileyecek aksi bir durumun olmaması şeklinde sıralanabilir.

Bu noktaları tek tek değerlendirecek olursak;

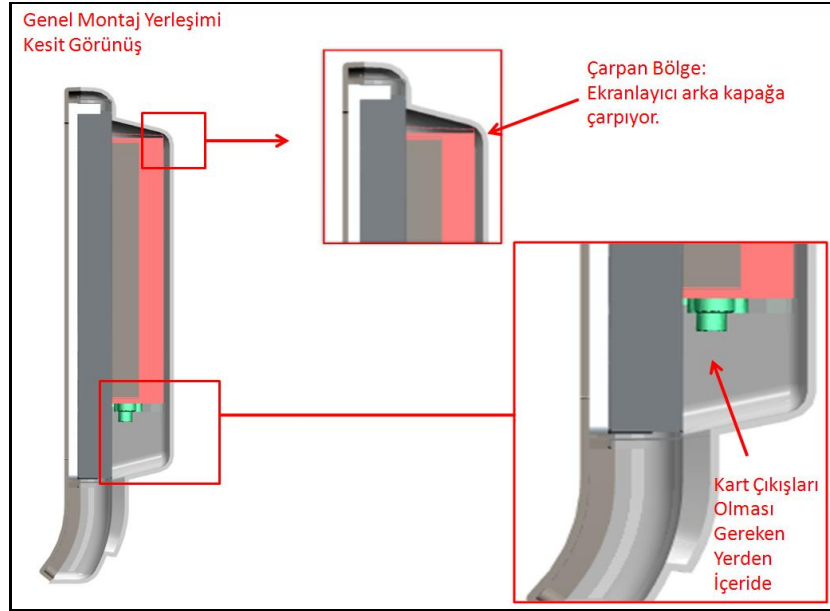
- Parçalar arası mesafe kontrol edilmiş, aşağıdaki sorunla karşılaşmıştır.
- Parçalar arasındaki boşluk/ toleranslar kontrol edilmiş sorun görülmemiştir.
- Kartların kendi aralarındaki ve LCD panele olan mesafeleri kontrol edilmiş ve sorun görülmemiştir.
- Montajı olumsuz etkileyecek bir sorun olup olmadığı kontrol edilmiş, aşağıdaki açıklanan sorunla karşılaşmıştır.

Yukarıda, ilk madde de sözü edilen parçaların birbirine çarpması kontrol edildiğinde, montajın kesitinde, anakart ekranlayıcının arka kapağa çarptığı ve kart çıkışlarının da olması gereken yerde olmadığı görülmüştür.



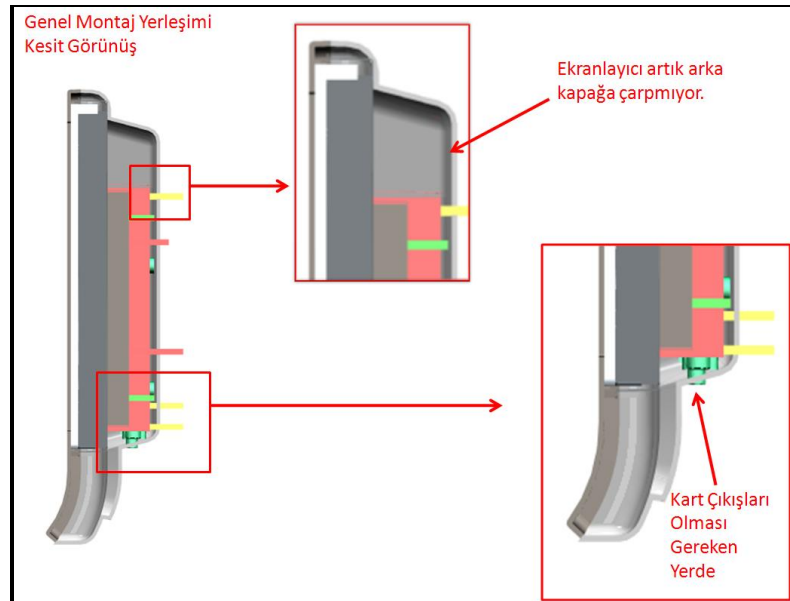
Şekil 4. 27 Anakart yerleşimi / kesit 1

Kart çıkışlarını doğru yere almak için, anakart ve ekranlayıcı düşey yönde aşağı doğru taşınarak sorun ortadan kaldırılır. Fakat anakart ekranlayıcı halen arka kapağa çarpmaktadır.



Şekil 4. 28 Anakart yerleşimi / kesit 2

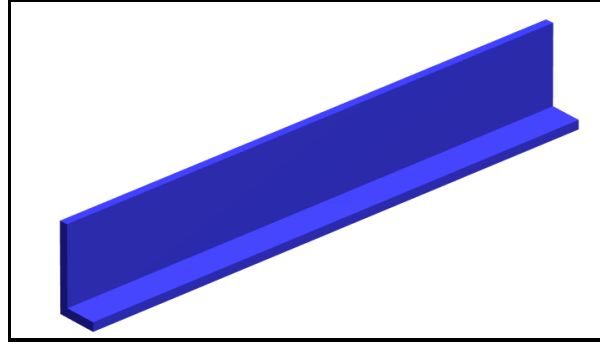
Bu nedenle anakart ve ekranlayıcısı LCD panele yakınlaştırılabilir. Burada anakartın alt yüzeyindeki lehim ayaklarının çarpmayacağı şekilde (min. 2 mm. boşluk olmalıdır) anakart LCD panele yaklaştırıldıktan sonra, çarpmanın ortadan kalkması için gereken kalan kısım ise anakart ekranlayıcının anakarta yakınlaştırılması ile sağlanacaktır.



Şekil 4. 29 Anakart yerleşimi / kesit 3

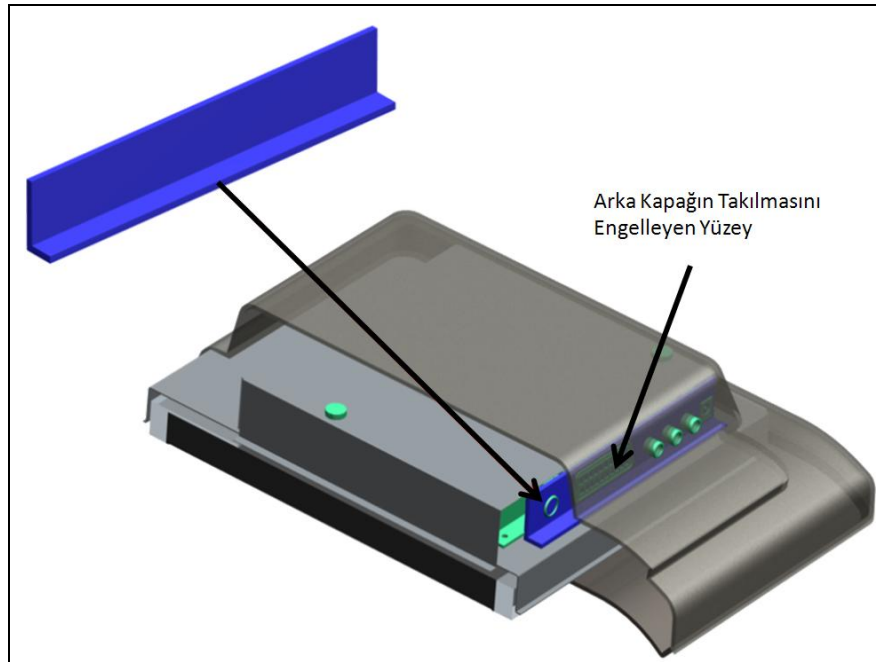
Yine sayfa 53’de 4. maddede belirtilen, montajı olumsuz etkileyeceği belirlenen sorun ise şu şekildedir.

Anakart çıkışlarının arka kapaktan çıkabilmesi ve arka kapağın sorunsuz yerine takılabilmesi için boşaltma yapmak gereklidir. Fakat endüstriyel tasarımdan gelen geometri gereği, mevcut durumda arka kapak yerine takılamaz. Bu nedenle burada ek bir parça tasarlamak ve arka kapağı bu parçanın yardımıyla yerine takmak gerekliliği doğmuştur. Bu parçaya ‘Çıkış Paneli’ denilecektir. Çıkış Paneli parçamızın kaba şekli şekil 4.30’ da görüldüğu gibidir.

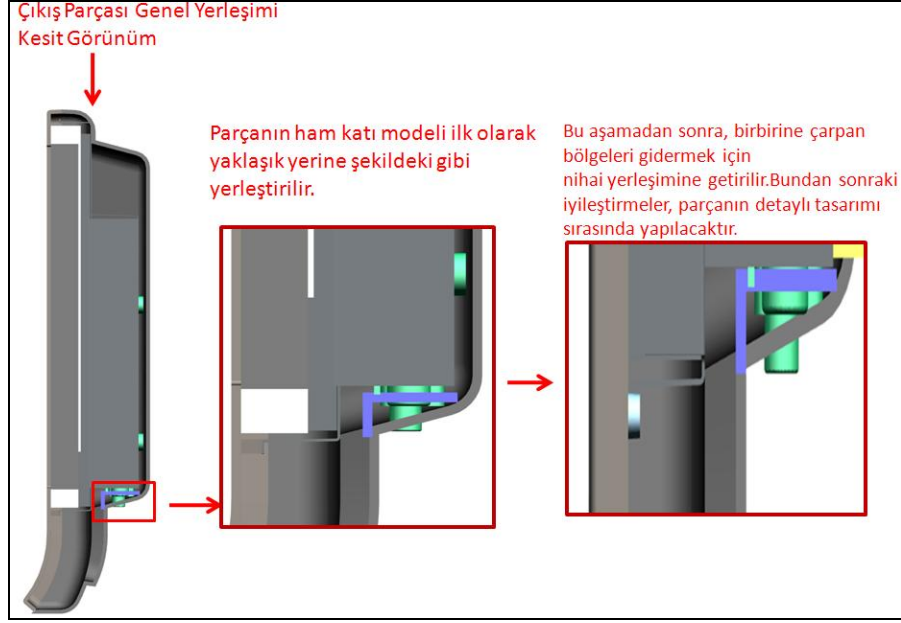


şekil 4.30 Çıkış paneli ham katı modeli

Parçanın yerleşimi ise şekil 4.31’de gösterilmiştir.



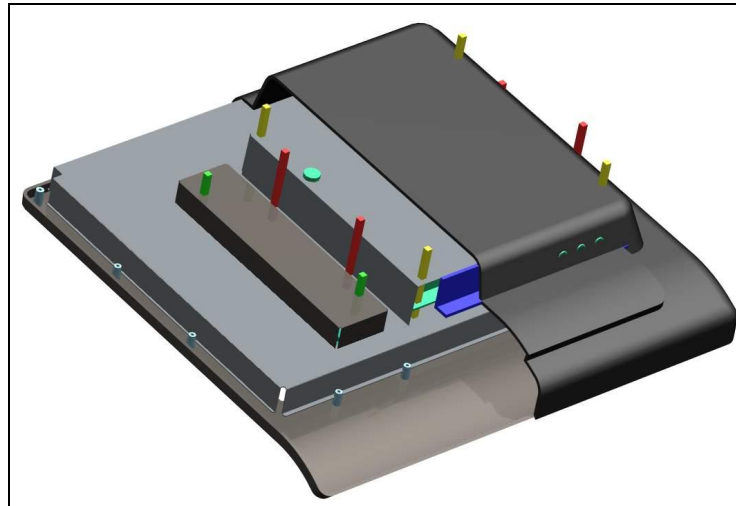
şekil 4. 31 Çıkış paneli ön yerleşimi



Şekil 4. 32 Çıkış paneli yerleşimi / kesit 1

Bir sonraki aşamaya geçmeden önce yapılanlar gözden geçirmek gerekirse:

- Kaba modellemeler tamamlanmış
- Parçalar arası mesafeler belirlenmiş
- Parçaların yerleşim ön yerleşimleri yapılmış
- Ve tüm bu aşamalar kontrol edilerek, parçaların nihai yerleşim noktaları belirlenmiştir.



Şekil 4. 33 Kart yerleşimleri genel görünüm

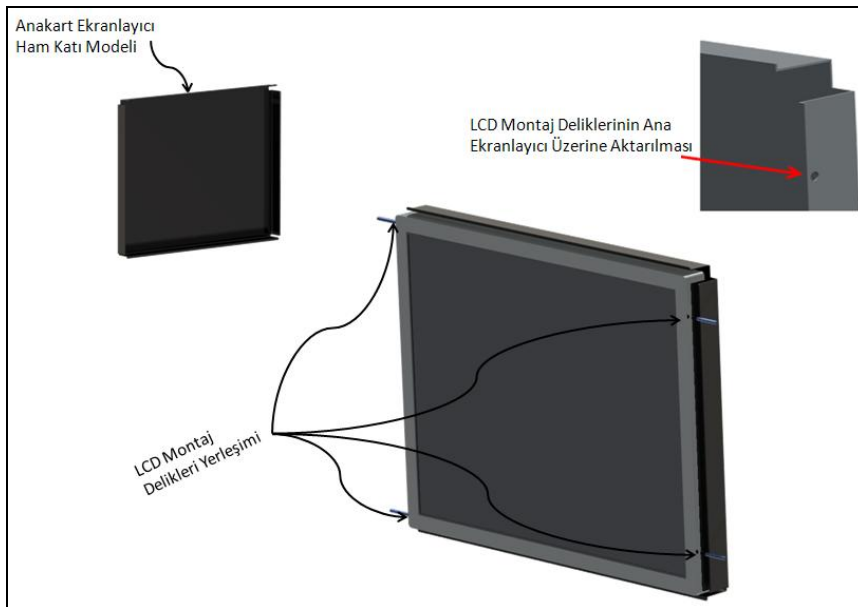
Böylelikle LCD TV tasarımı parça geometrilerinin detaylandırılabilceği bir noktaya gelmiştir.

4.4 Detaylı Parça Tasarımları

Tüm parçaların yerleşimleri ve genel ebatları belirlendiğinden, parçaların detaylı tasarımlarına geçilebilir. Parçalar geometrileri belirlenirken, birbirleri ile etkileşimleri olan parçalar birlikte tasarlanarak, parçaların birbirine uyumu kontrol altında tutulacak böylelikle de hata payı azaltılacaktır.

4.4.1 Kabin / Ana Ekranlayıcı Detaylı Tasarımı:

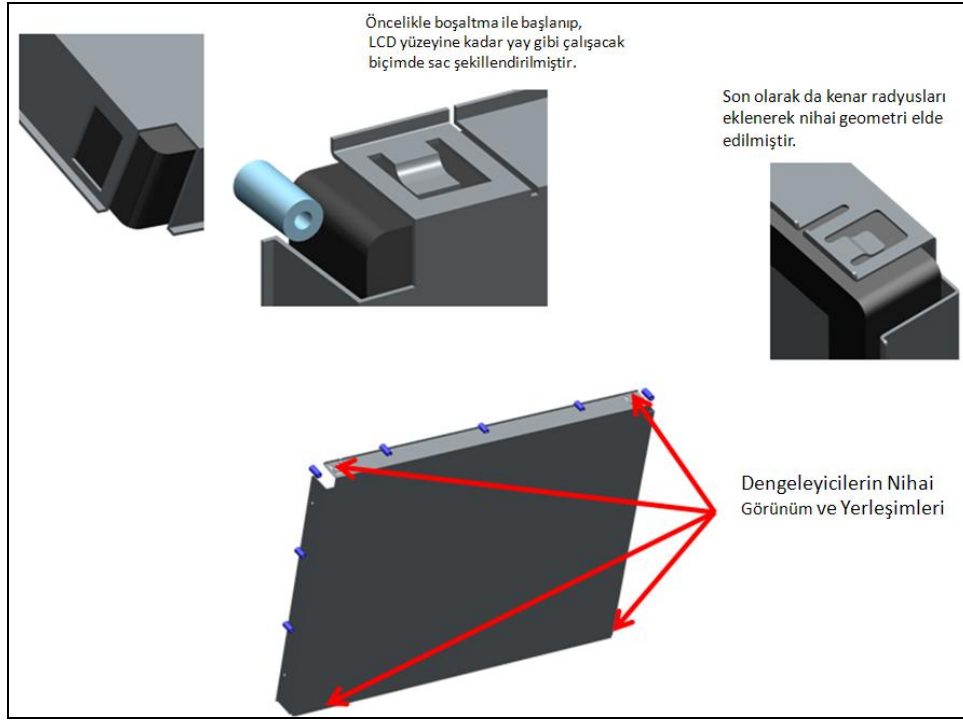
İlk olarak LCD panel sabitlenelecektir. LCD montaj delikleri, panelin yan yüzeyinde olduğundan, direk kabine sabitlemek için uygun değildir. Bu parça hazır satın alındığından ve üzerinde değişiklik yapılamayacağından, LCD öncelikle ana ekranlayıcıya, ana ekranlayıcı da kabine sabitlenecektir.



Şekil 4. 34 LCD montaj delikleri

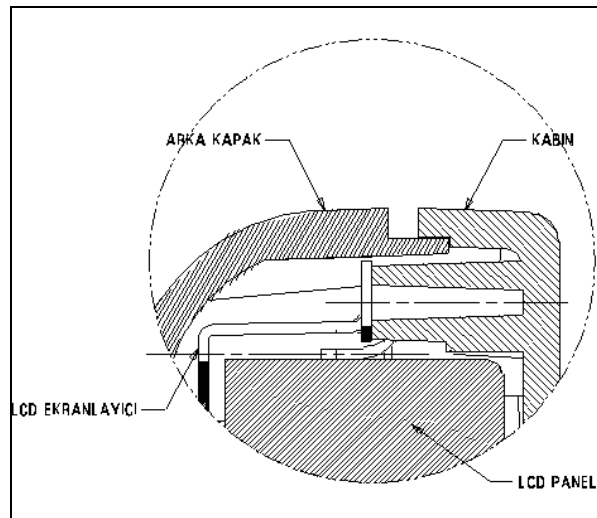
LCD üzerindeki delikler M3 (Metrik 3) olduğundan LCD ekranlayıcıya da çapı 3.5 mm. olan 4 adet delik açılmıştır. Bu ekranlayıcı içerisinde başka marka LCD panellerin de kullanılabilmesine olanak sağlaması için, paneller takıldığında merkezleyen denge ayakları da Şekil 4. 35 de görüldüğü üzere tasarıma eklenmiştir. Dengeleyiciler, LCD

ekranlayıcının yatay kenarlarının köşelerine yerleştirilerek, dengeli, homojen bir baskı yapması sağlanmıştır.

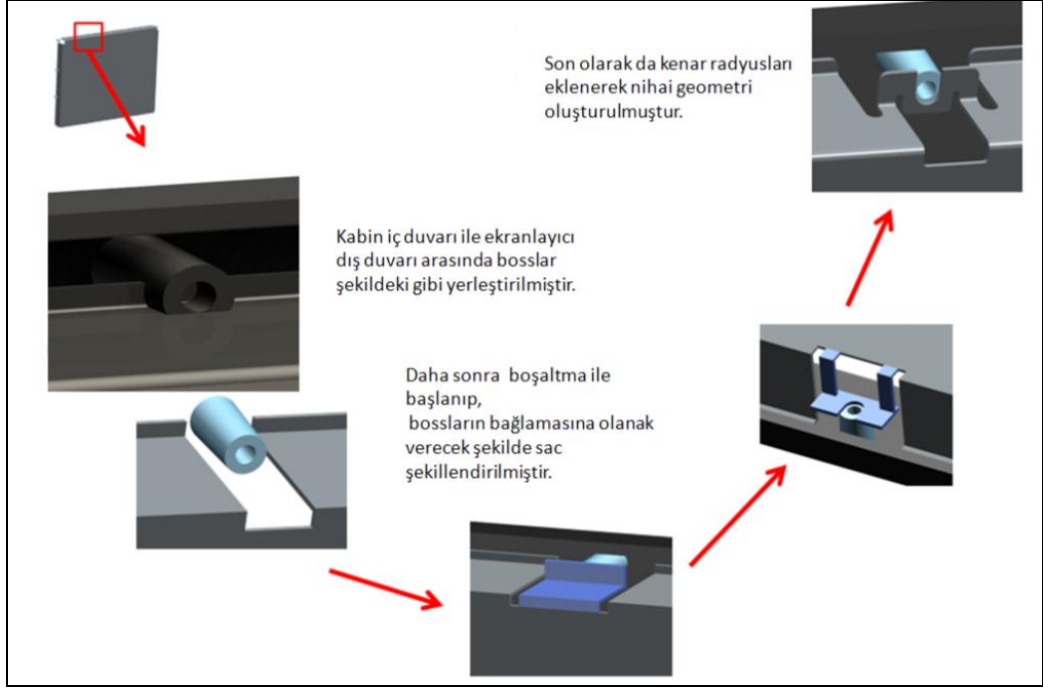


Şekil 4. 35 Panel dengeleyicilerinin tasarımı ve modellenmesi

LCD paneli ekranlayıcısına bağladıktan sonra, sıra bu iki bileşeni, kabine bağlamaya gelmiştir. LCD TV lerin göreceli en ağır parçası paneller olduğundan, panel ve ekranlayıcısı, daha önceden yerleşimlerini kabaca belirlediğimiz bosslara Şekil 4. 37' de gösterilen ayaklar ile bağlanmıştır.



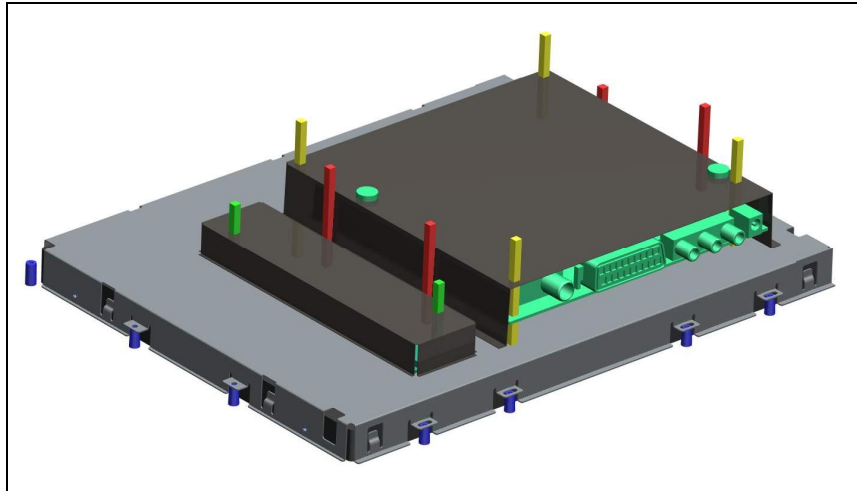
Şekil 4. 36 Ana ekranlayıcı montaj ayakları kesit resmi



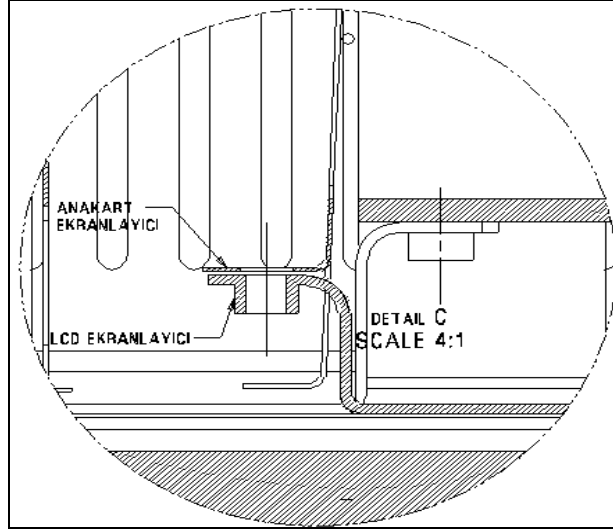
Şekil 4. 37 Ana ekranlayıcı montaj ayakları tasarımı

LCD ekranlayıcıyı kabine bağlayan ayakların modellenmesi ise Şekil 4. 37' de gösterilmiştir.

Son olarak PCB ler ve ekranlayıcılarının da LCD ekranlayıcıya bağlanması için (daha önce vurgulanan montaj delik yerleşimlerine uygun şekilde) montaj ayakları eklenir.



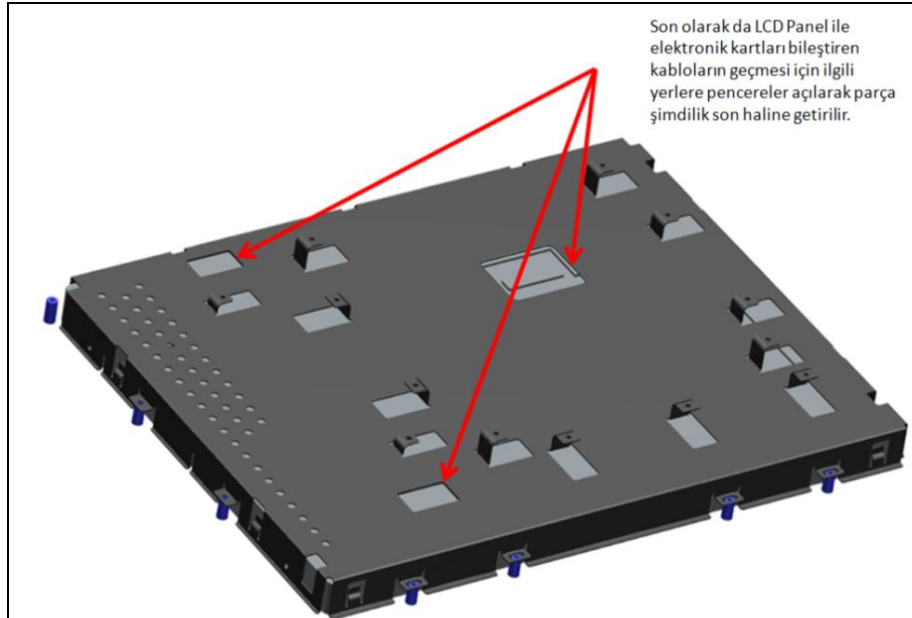
Şekil 4. 38 Kart montaj ayakları yerleşimi



Şekil 3. 49 Montaj ayakları teknik resmi / kesit görünüşü

Şekil 4. 39' da görüldüğü üzere, montaj ayak delikleri, montaj kolaylığı olması için sıvama yapılmış ve içerisine dış açılmıştır.

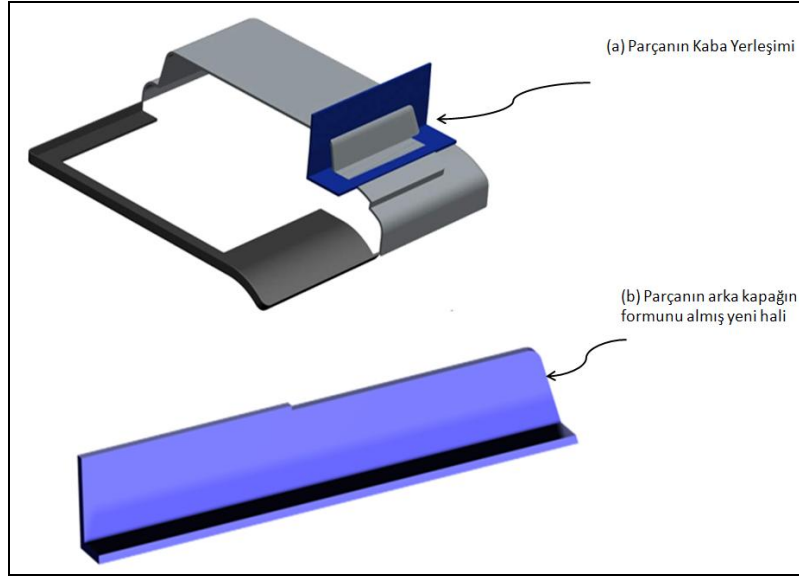
Son olarak LCD ekranlayıcı üzerine bağlanan LCD panel, anakart ve backlight PCB parçalarının elektronik olarak birbirine bağlanması için takılan kabloların geçebilmesine olanak veren pencereler, parça üzerine açılarak parça şimdilik son haline getirilmiştir.



Şekil 4. 40 Kablo çıkış deliklerinin genel görünümü

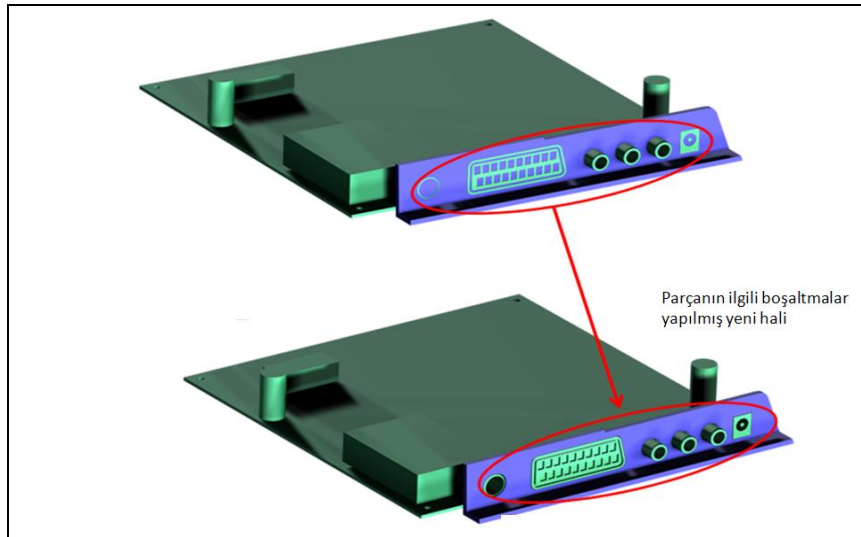
4.4.2 Çıkış Paneli Tasarımı

Parçanın kaba yerleşimi belirlendikten sonra (bkz. Şekil 4. 41), dış sınırlarını belirlemek amacıyla arka kapağa çarptığı yüzeylerden kestirerek, hem arka kapağın formunu yakalamış, hem de boşluksuz bir birleşim sağlamış olur. Bu şekilde elde edilen parça geometrisi Şekil 4. 41de verilmiştir.



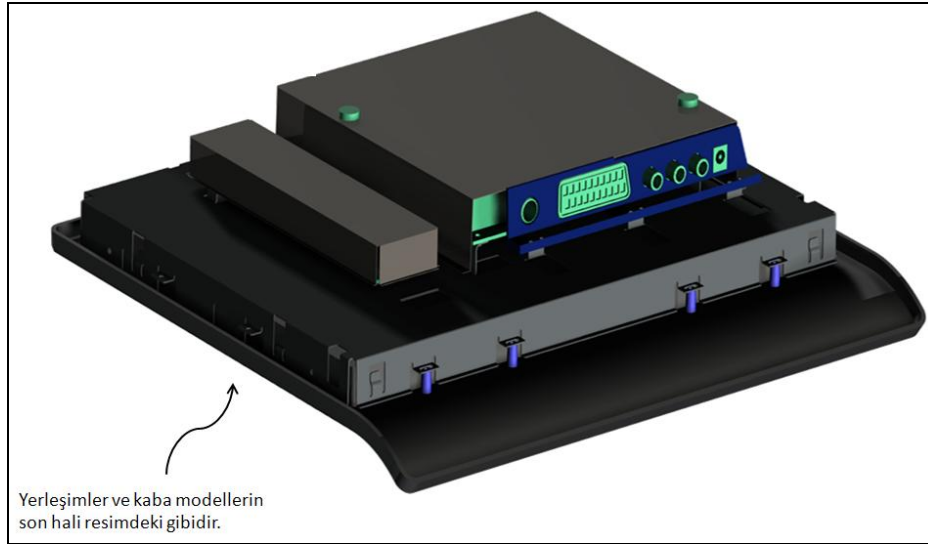
Şekil 4. 41 Çıkış paneli dış kontörlerinin belirlenmesi

Son olarak parçanın anakart elektronik çıkışları ile çakıştığı bölgeler boşaltılarak parça şimdilik son haline getirilmiş olur.



Şekil 4. 42 Çıkış paneli anakart boşaltmaları

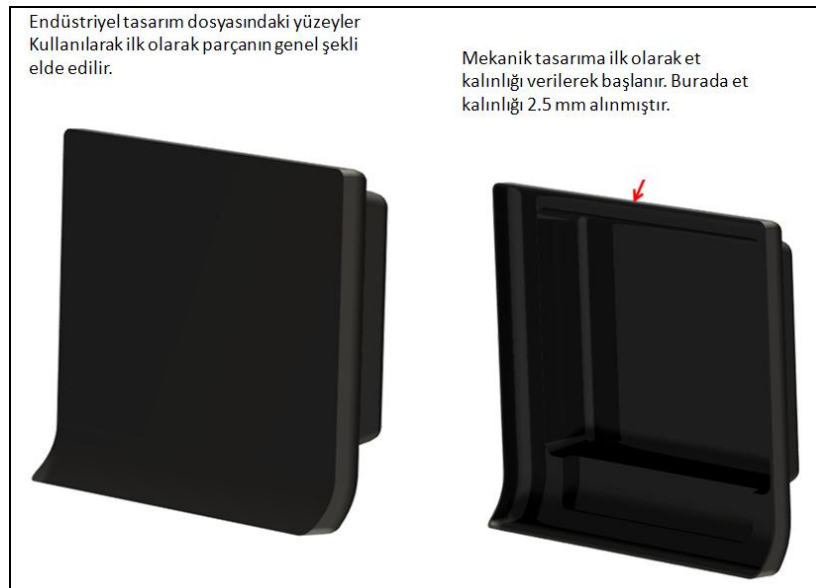
Parça, yapılan işlemler ile montaj delikleri hariç son halini almıştır. Söz konusu yerleşimler ise en son aşamada, arka kapak geometrisi de detaylandırıldığında yapılacaktır.



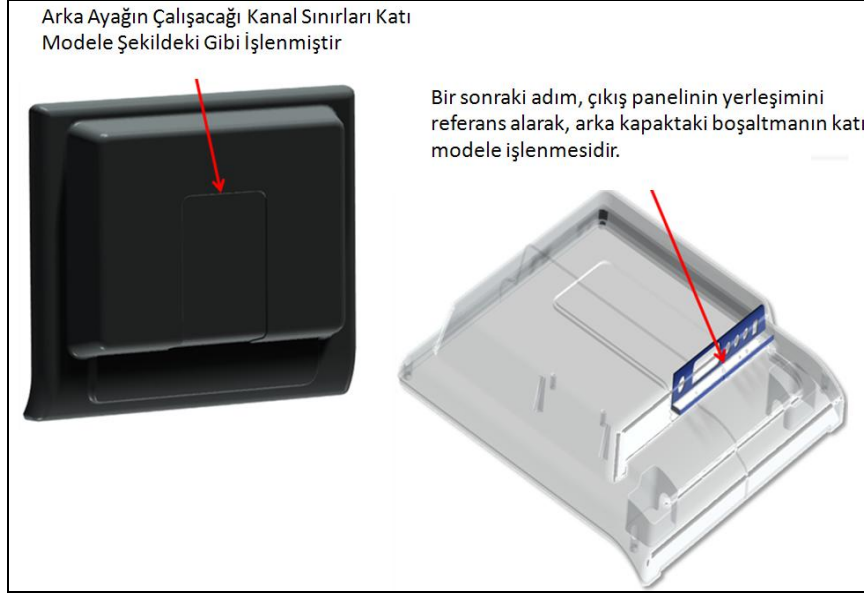
Şekil 4. 43 Yerleşimler sonrası genel görünüm

4.4.3 Arka kapağın Detaylı Tasarımı

Arka kapak için Şekil 4. 44 de gösterilen ham katıyı elde etmiş ve 2.5 mm. et kalınlığı vererek mekanik tasarımın ilk adımını atmıştık. Şimdi ise arka kapak etkileşimde olduğu diğer bileşenlerle birlikte detaylandırılacaktır.



Şekil 4. 44 Arka kapak kaba modeli



Şekil 4. 46 Arka kapakta çıkış paneli bölgesi tasarımı



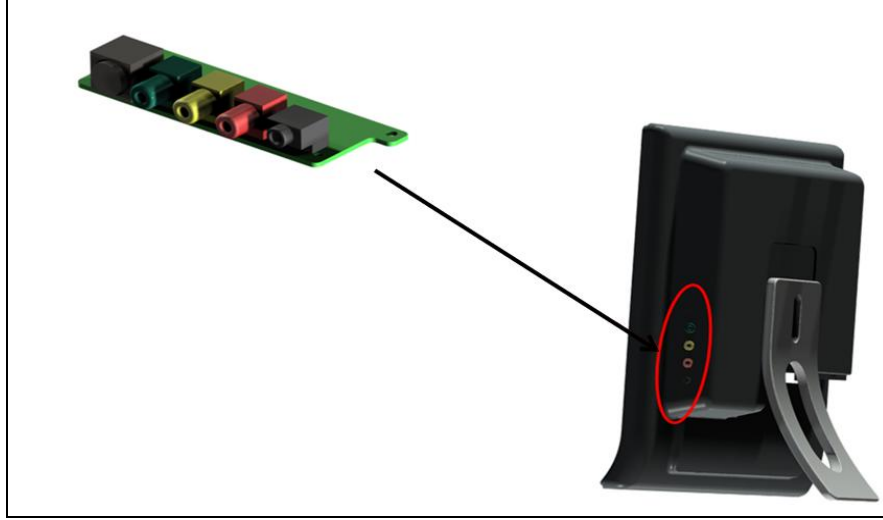
Şekil 4. 47 Yapılan işlemler sonrası genel görünüm

4.4.4 Side AV Tutucu Tasarımı

Arka kapakla etkileşim içerisinde olan bir diğer parça Side AV PCB dir. Bu elektronik kart televizyona dışardan bağlantı yapılabilmesi için kullanılmaktadır. Bu nedenle endüstriyel tasarım ve ergonomi açısından son kullanıcının kolayca erişebileceği bir

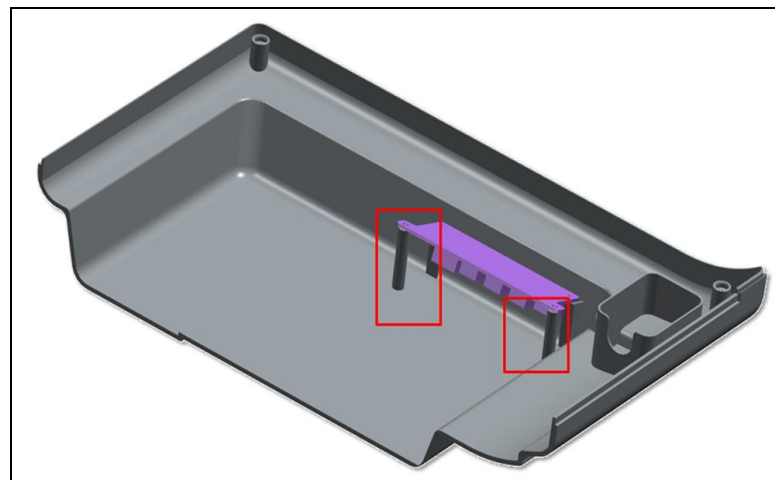
yerde olmalıdır. Mekanik açıdan ise kullanıcıların, söz konusu bağlantıları yaparken, olası zorlamalarına karşın, yerinden çıkmayacak şekilde rijit bağlanmalıdır.

Parçanın estetik görünümü Şekil 4. 48 de gösterildiği gibi olacaktır.



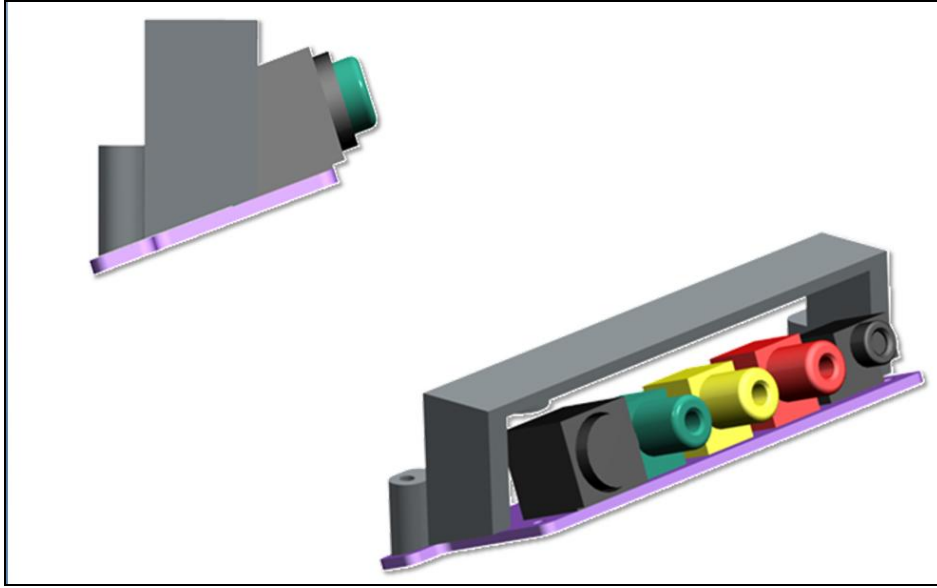
Şekil 4. 48 Side AV genel yerleşimi

Side AV PCB nin yerine rijit bir şekilde sabitlenmesi için ilk akla gelen direk olarak bosslarla vidalı bağlantı olmasına rağmen, direk boss ile bağlantıda Şekil 4 .49 de görüldüğü gibi boss boylarının çok uzun olması gerekir. Boss boyunun " 3 x Et Kalınlığı" nı aşmaması tavsiye edildiğinden, bu boyda boss kullanımı hem et kalınlığından dolayı arka yüzeyde çökme izi yapar, hem kalıptan çıkması oldukça zordur, hem de dışardan devreye bastırıldığında kolaylıkla eğrilir. Bu nedenle PCB arka kapağa yardımcı bir parça ile bağlanacaktır.



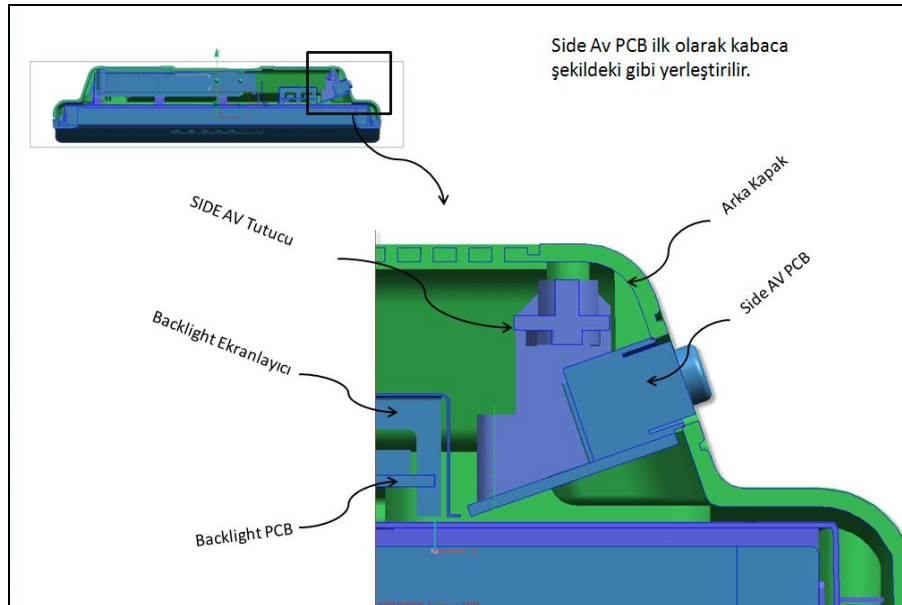
Şekil 4. 49 Side AV PCB nin Direk Bağlanması Sonucu Oluşan Uygunsuz Tasarım

Yardımcı parça PCB'yi Şekil 4. 50' deki gibi çepeçevre saran bir tutucu olacaktır ve bu parçaya "Side AV Tutucusu" denecektir.



Şekil 4. 50 Side AV tutucu ham katı model görünümü

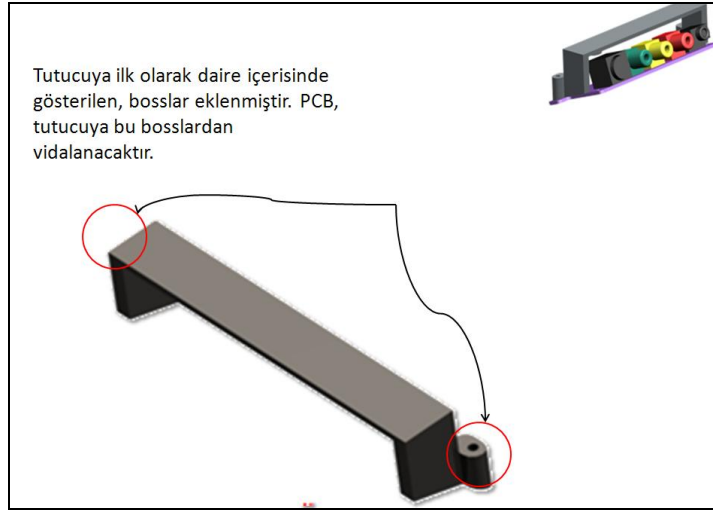
Tutucusu ile beraber Side AV PCB nin mekanik yerleşime ait kesit görünüm ise Şekil 4. 51' de verilmiştir.



Şekil 4. 51 Side AV PCB ve tutucusunun genel yerleşim kesit görünümü

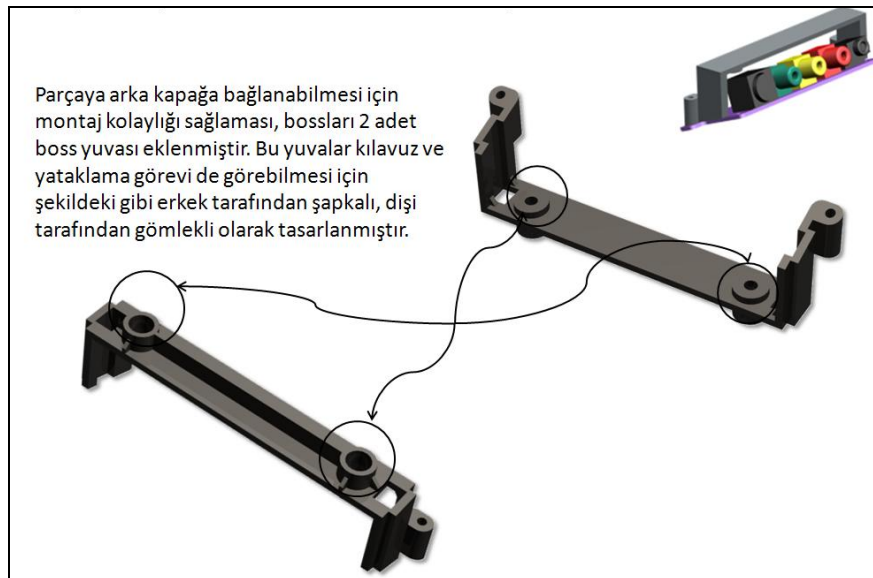
Tutucu tasarımı, boss boyunu kısaltmak adına, PCB nin tutucuya, tutucunun da arka kapağa bağlanacağı şekilde yapılacaktır. Bu nedenle ilk olarak tutucuya PCB nin bağlanacağı bosslar eklenecektir. Bu bölgede hacim anlamında yeterli boşluk

olmadığından, plastik tasarım kurallarına aykırı geometride bosslar eklenmiştir. Bu bosslar, kalıp çıkışlarında bağlı bulunduğu yüzeylerde çöküntü oluşturabilir. Fakat parçanın görsel olmaması sebebiyle bu çöküntüler önem taşımamaktadır.



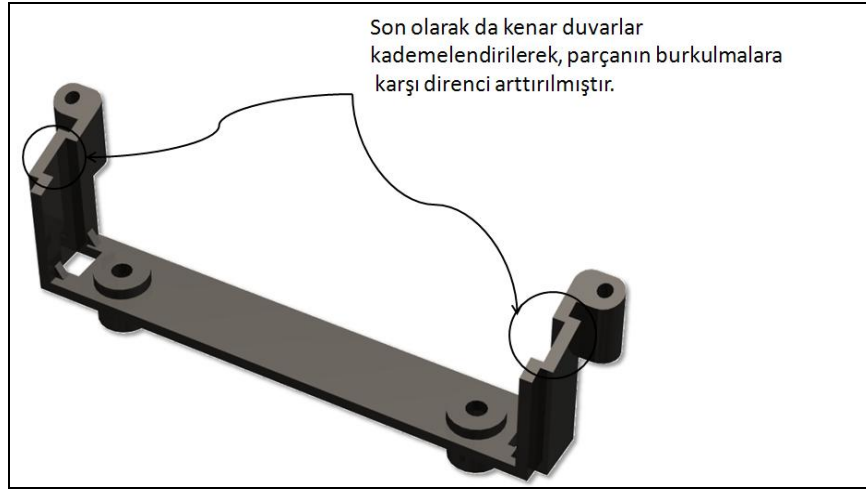
Şekil 4. 52 Side AV PCB tutucu bossları tasarımı

PCB yi tutucuya bağladıktan sonra sıra de tutucuyu arka kapağa bağlamak için gerekli bossları eklemeye gelmiştir. Bu bosslar da parçanın yerce müsait olan ara yüzeyine, birbirinden en uzak olacak şekilde yerleştirilmiştir. Bu uzaklık parça yerine takıldığında rijit ve dengeli bir şekilde kalabilmesi için önemlidir ve bu nedenle de parça geometrisinin izin verdiği maksimum uzaklık kullanılmıştır.

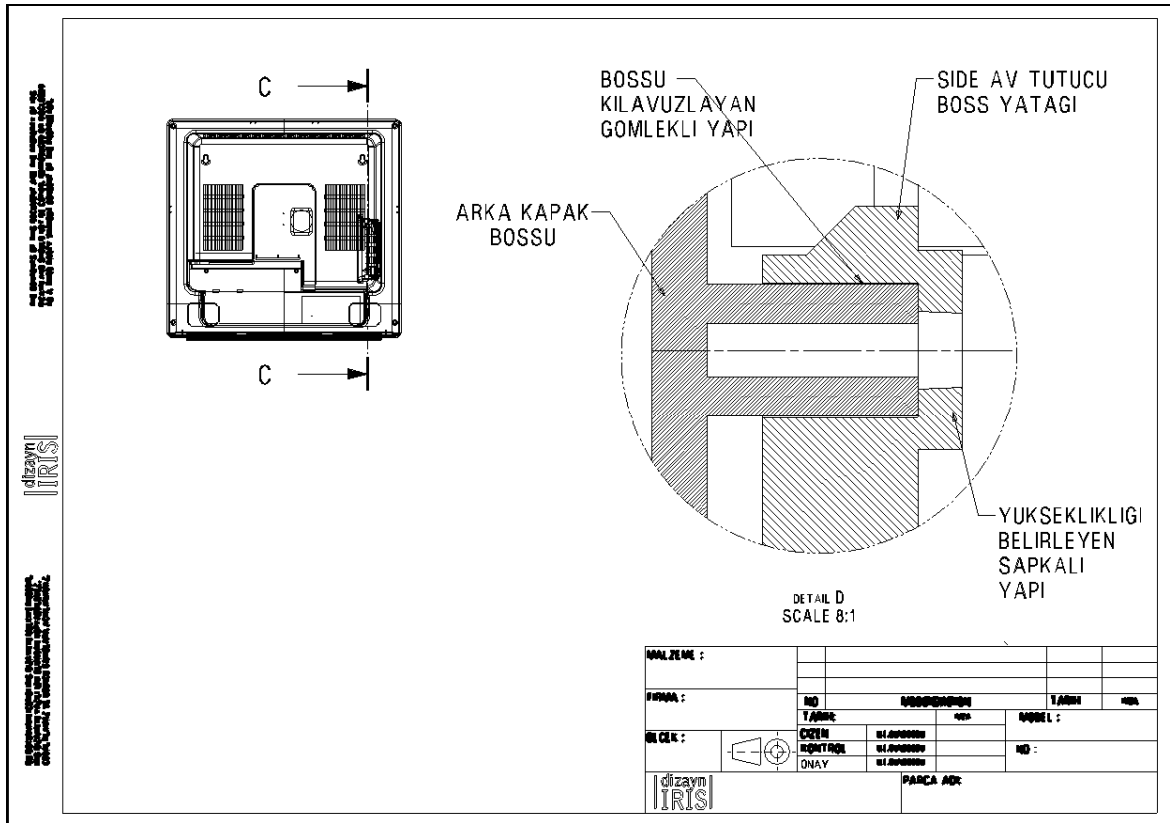


Şekil 4. 53 Side AV PCB montaj deliklerinin tasarımı

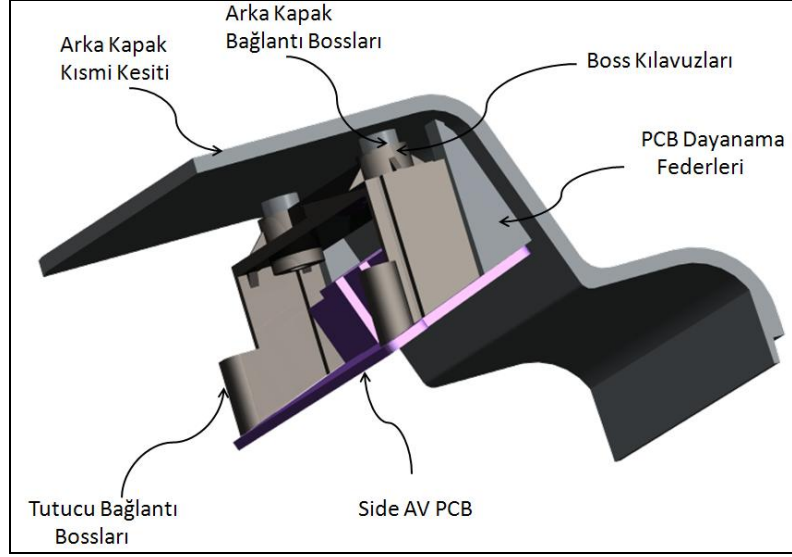
Parçanın rijitliğini arttırmak amacıyla, yan askılar et kalınlığının yarısı kadar bir yükseklik verilerek kademelendirilmiş, böylelikle kesit direnci arttırılmıştır ve parça nihai şeklini almıştır.



Şekil 4. 54 Side AV tutucu genel görünümü

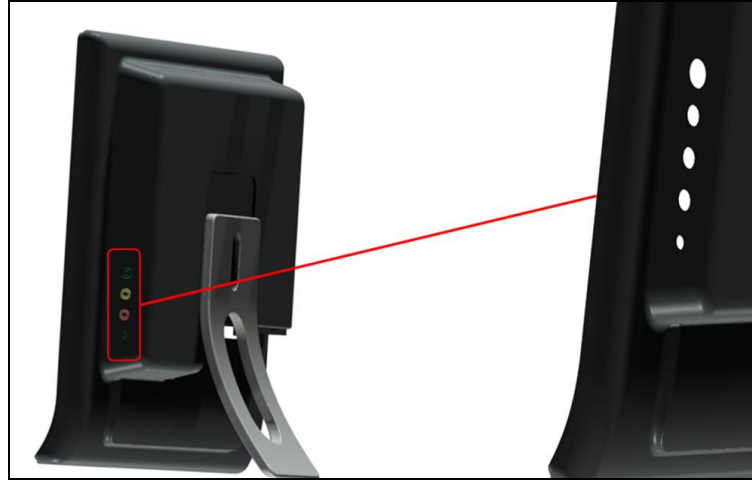


Şekil 4. 55 Arka kapak- Side AV tutucu montaj kesit görünümü



Şekil 4. 58 Yapılan değişiklikler sonrası genel kesit görünümü

PCB yerleştirildikten sonra arka kapak dış yüzeyinde gerekli boşaltmalar Şekil 4. 59' deki gibi yapılmıştır.



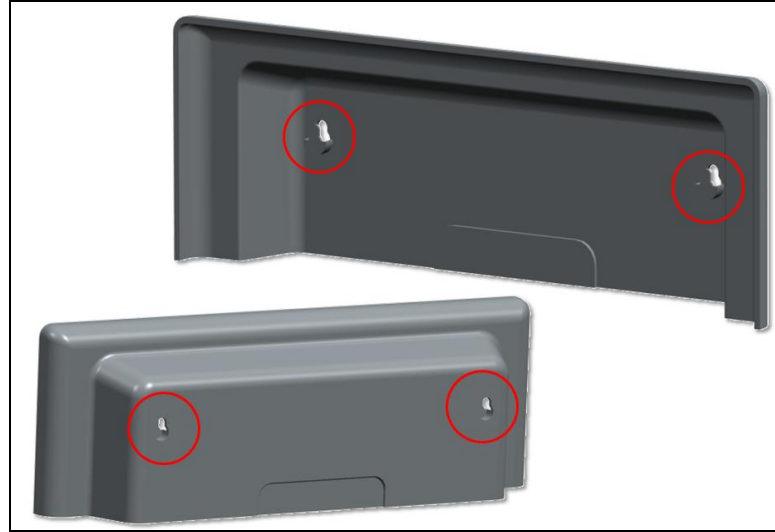
Şekil 4. 59 Arka kapak dış yüzeyinde Side AV PCB için yapılan boşaltmalar

Kullanıcıyı bilgilendirici elektronik çıkış isimleri de yüzeye Şekil 4. 60' deki gibi işlenir. Bu tip yazılar için 0.3 mm. derinlik idealdir.



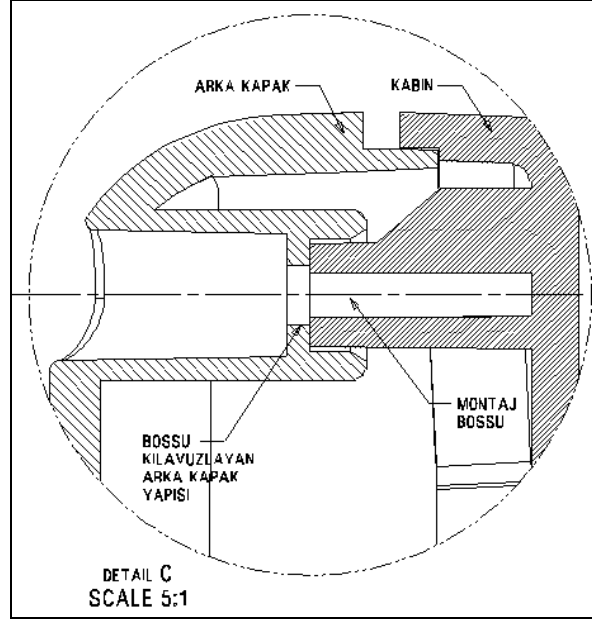
Şekil 4. 60 Elektronik giriş isimlerinin eklenmesi

Televizyonun duvara asılabilmesi için gerekli taşıma delikleri (armutlar) Şekil 4. 61' deki gibi arka kapağa işlenir. Armut ölçüleri genelde tüm televizyonlarda aynı olup, geometri kesiti Şekil 4. 62'de verilmiştir.



Şekil 3. 61 Duvar askı deliklerinin yerleşimi

Bir sonraki aşama ise kabin ile arka kapağın montajını sağlayacak bossların tasarımıdır. Kabine eklenen bosslar 2.9 x 9.5 mm. lik plastik vidasına göre ölçülendirilmiştir. 2.9 vida için ideal boss iç çapı 2.4 mm ve dış çapı da $2,4 + Et$ kalınlığı yani $2,4 + 2,5 = 4,9$ mm dir. (yaklaşık eşit 5mm. dir). Arka kapağa ise bu bossları kılavuzlayacak şekilde dişi bosslar eklenmiştir. Bosslar ve montaj detayları ise Şekil 4.62' de verilmiştir.



Şekil 4.62 Kabin-arka kapak montaj bossları / kesit görünümü

Sıradaki aşama havalandırma deliklerinin tasarımıdır.



Şekil 4.63 Havalandırma delikleri

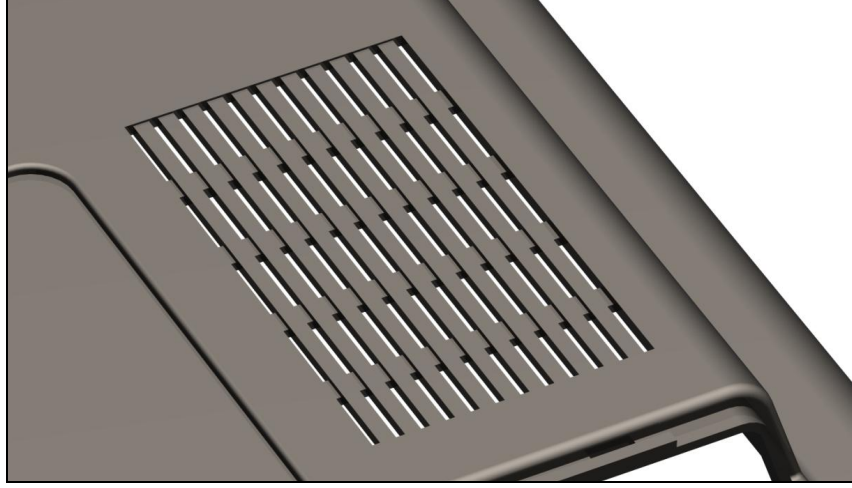


Şekil 4.64 Havalandırma delikleri genel görünümü (önden)

Havalandırma kanalları, arka kapağın iç yüzeyinden Şekil 4.64'deki gibi görünecektir. Havalandırma kanalları boyunca enine geçen şeritlerin iki görevi vardır.

- Kanalların boyunu sınırlandırmak: Kanalların boyu ile ilgili bir sınır olmamasına rağmen genişlikleri ile ilgili tek kıstas madeni 1 Euro (ya da 1 YTL) paraların geçememesidir. Buna rağmen çok uzun kanallar, resimde görülen enine şeritler olmaksızın, kalıpta dolmama sorunları yaratır.
- Kalıbın bu bölgesinde, erimiş plastiğin akışını kolaylaştırmak: Yukarıda belirtildiği gibi bu kanallar hem boyda mukavemet kazandırır, hem de yerel bir yolluk gibi davranarak, plastiğin kalıptaki kanal boşluklarına dolmasına olanak sağlar.

Havalandırma deliklerinin görünür yüzeyden görünüşleri de Şekil 4.65'de verilmiştir. Bu yüzey son kullanıcı tarafından görüleceğinden estetik önemi vardır ve yüzey hataları kabul edilebilir değildir.

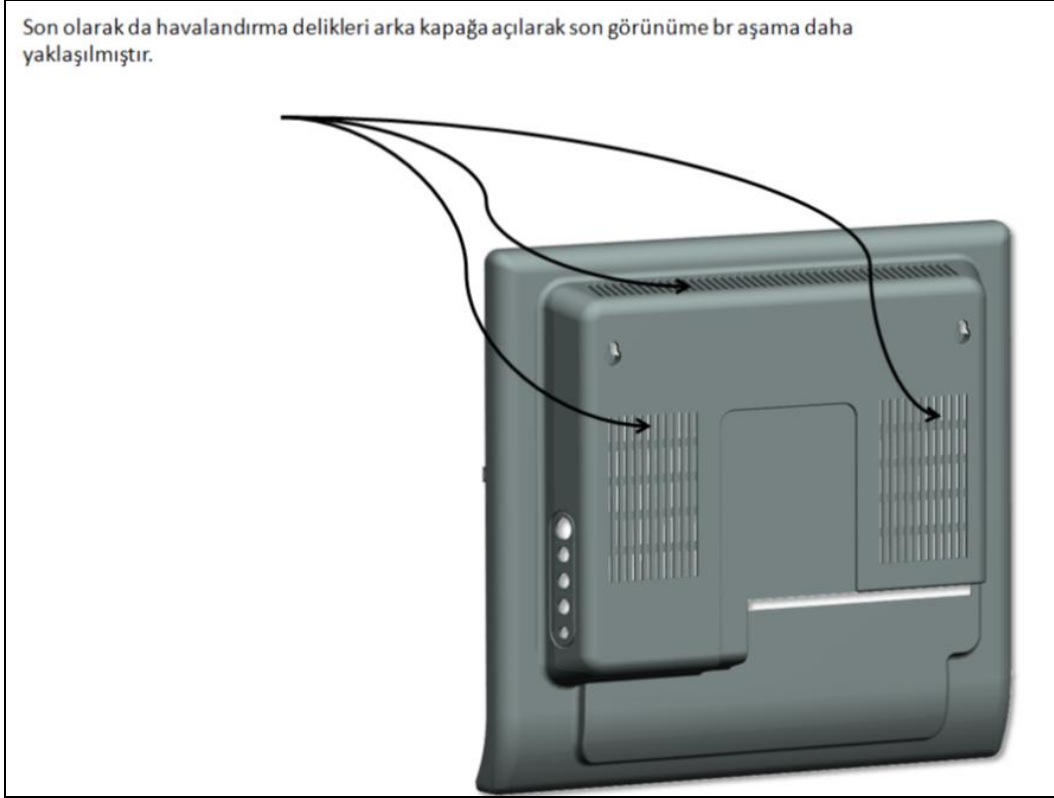


Şekil 4.65 Havalandırma delikleri genel görünümü (arkadan)

Burada delikler yüzeyden 0.5 mm. düşük bir düzlemde modellenmiştir. Bunun sebebi kanal diplerinde oluşabilecek olası akış izlerini gizlemektir. Bu izler kalıbın göreceli soğuk olan erkek kısmına çarpan sıcak erimiş plastiğin anlık olarak soğumasından dolayı oluşur.



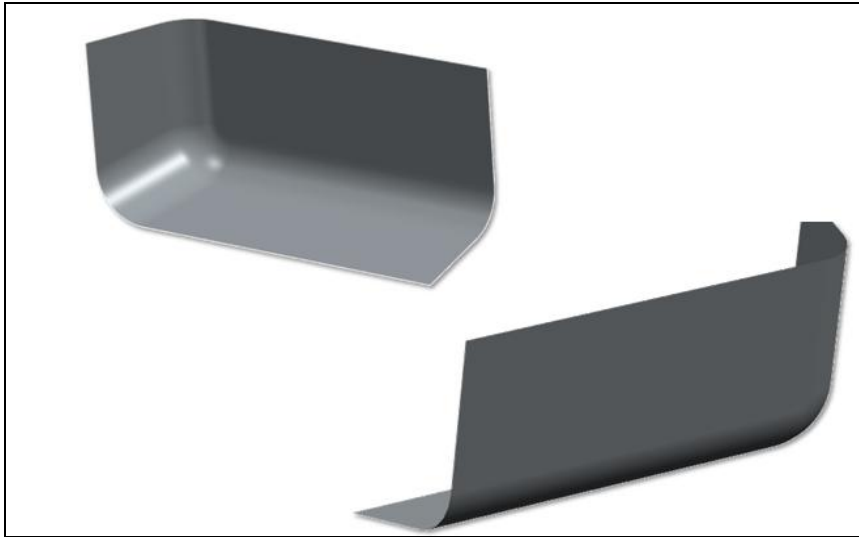
Şekil 4.66 Üst havalandırma delikleri genel görünümü



Şekil 4.67 Yapılan değişiklikler sonrası genel görünüm

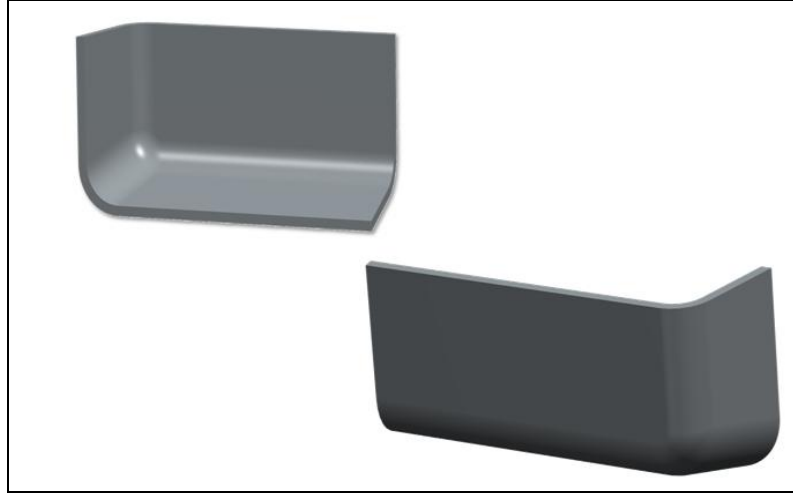
4.4.5 Küçük Kapak Detaylı Tasarımı

Endüstriyel tasarım dosyasında, küçük arka kapak Şekil 4.68'deki gibi görünmektedir.



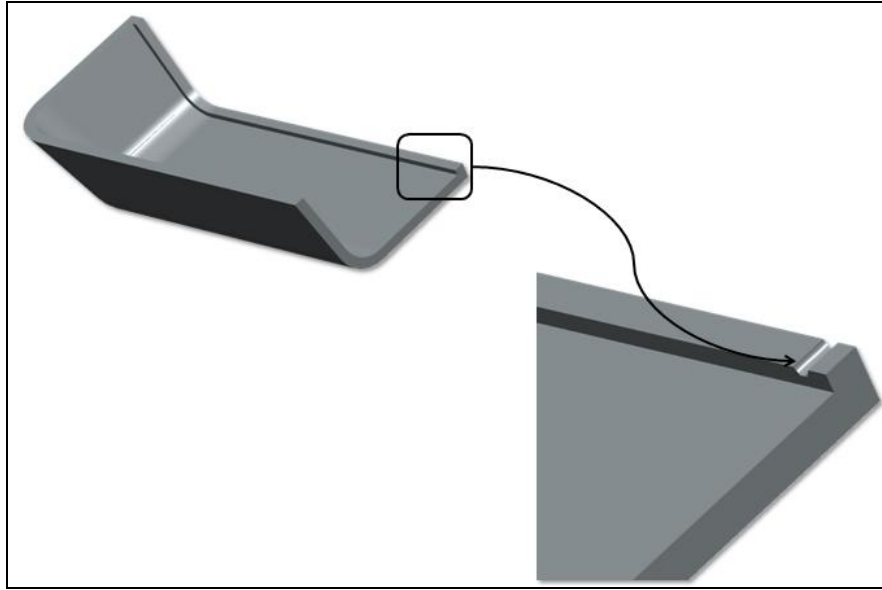
Şekil 4.68 Küçük arka kapak endüstriyel tasarım yüzeyleri

Daha önce anlatılan yüzeyden katı modele geçiş aşamalarının tamamlanmasından sonra, kapağa et kalınlığı verilerek mekanik tasarıma başlanır.



Şekil 4.69 Küçük kapak ham katısı- et kalınlığı 2.5 mm.

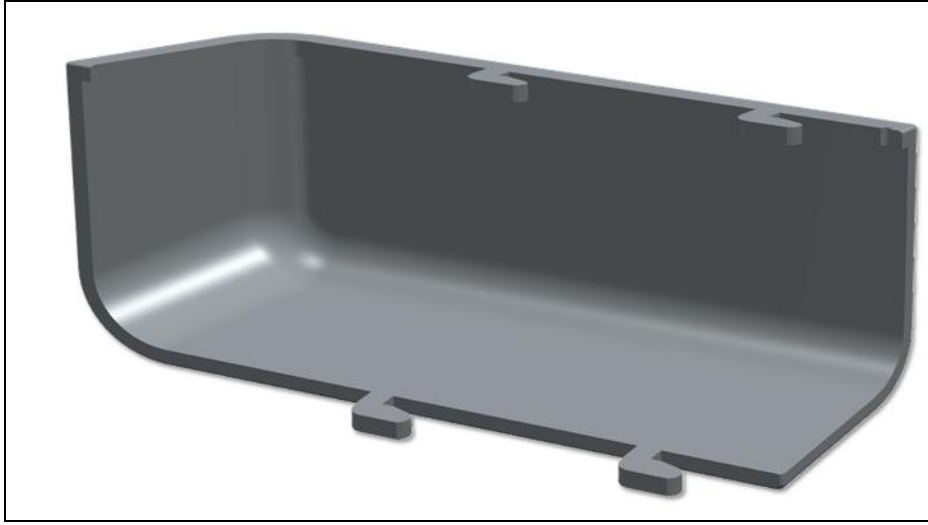
Et kalınlığını takiben, Şekil 4.70' de görülen feder, kapak yerine takılırken kılavuz görevi görmesi için tasarıma eklenir. Federin uç kısmına ise, kapak yerine takıldıktan sonra, kendiliğinden çıkmasını engellemek, fakat kullanıcıya istediği zaman kapağı çıkarmasına da olanak sağlayacak şekilde bir boşaltma yapılır. Arka kapağa da bu boşaltmanın eşleniği yapılarak, tırnak gibi çalışması sağlanacaktır.



Şekil 4.70 Kılavuz feder eklenmesi

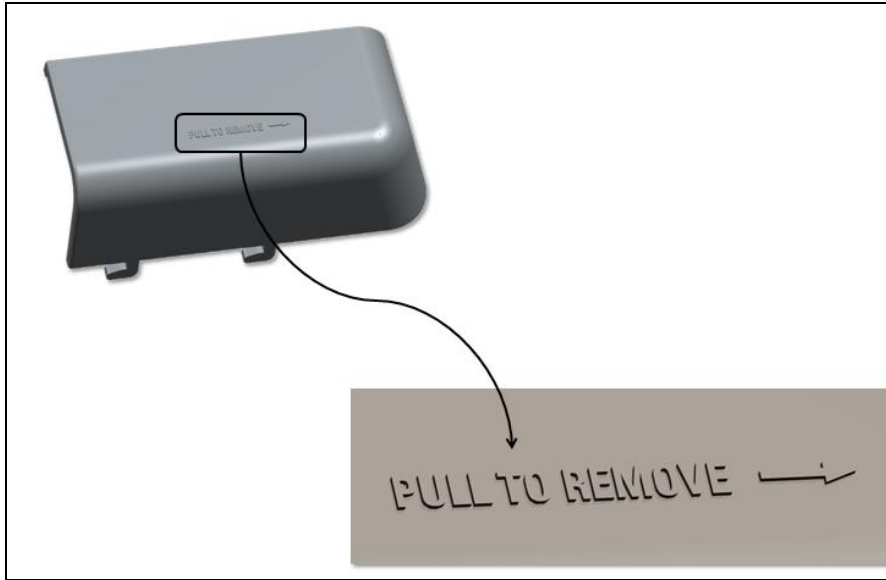
Bir önceki adımda eklenen feder ve boşaltma kapağın yatay yönde hareketini kontrol etmemizi sağlamaktadır. Fakat kapağın geriye doğru (sayfa düzlemine dik) hareketi henüz kontrol altında değildir. Bu sebeple aşağıda Şekil 4.71 de görülen 4 adet tırnak

tasarıma eklenmiştir. Arka kapağa da bu tırnakların çalışacağı ufak pencereler açılacaktır. (bkz. Şekil 4.75)



Şekil 4.71 Tırnakların eklenmesi

Son olarak kapağın kullanıcı tarafından görünür yüzeyine, kapağı nasıl açacağını açıklayan bir ibare eklenir (bkz. Şekil 4.72). Böylelikle küçük arka kapağın mekanik tasarımı tamamlanmış olur.



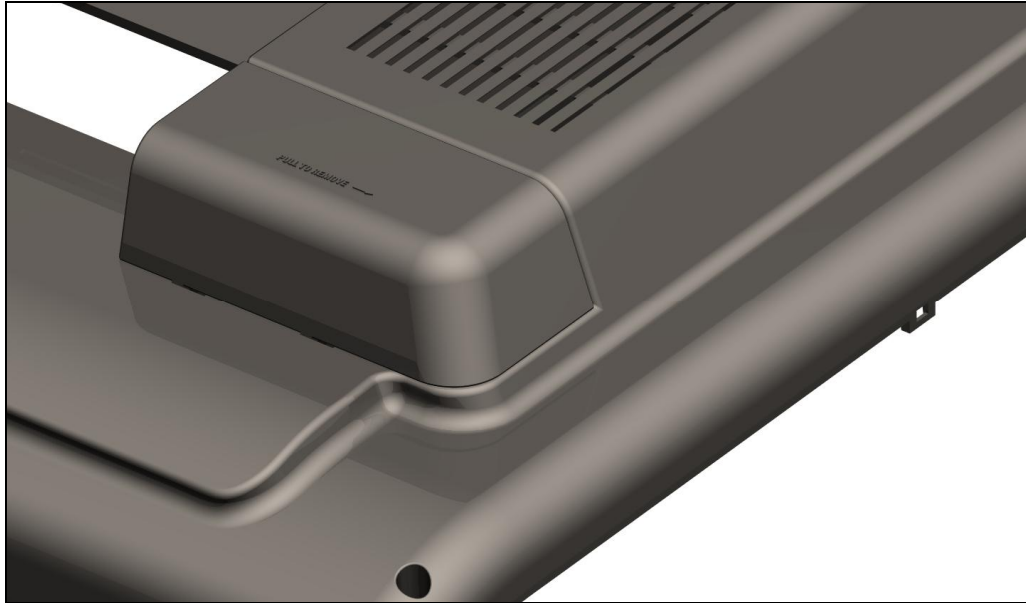
Şekil 4.72 Arka kapak yazılarının eklenmesi

Küçük kapağın nihai mekanik tasarımı Şekil 4.73 da gösterilmiştir.



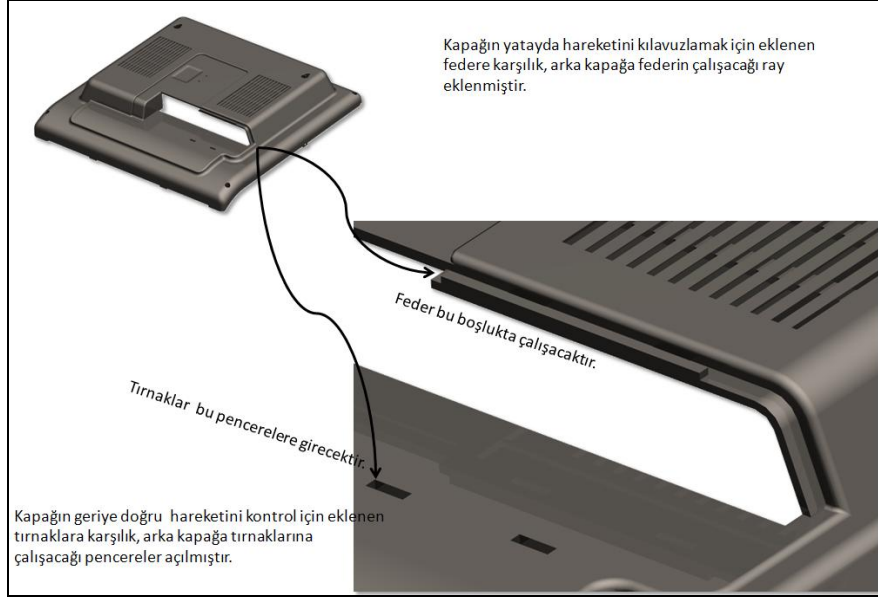
Şekil 4.73: Küçük arka kapak nihai tasarım genel görünümü

Bu aşamada ise arka kapakta gerekli tasarım değişiklikleri yapılacaktır. Kapak yerine takıldığında Şekil 4.74'deki gibi görünecektir.



Şekil 4.74: Küçük kapak genel görünümü

Arka kapakta kapağın yerine oturması ve çalışması için yapılan değişiklikler ise Şekil 4.75'de verilmiştir.



Şekil 4.75 Arka kapakta küçük arka kapaktan dolayı yapılan değişiklikler

Yapılan değişikliklerden sonra arka kapağın son durumu Şekil 4.76 da görülmektedir.



Şekil 4.76 Yapılan değişiklikler sonrası genel görünüm

Küçük kapak takılı konumdayken arka kapak ile birlikte önden Şekil 4.77 daki gibi görünecektir.



Şekil 4.77 Küçük kapak montaj önden görünüm

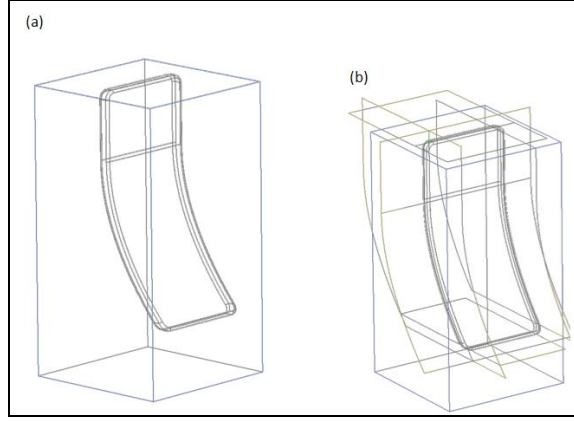
4.4.6 Arka Ayağın Detaylı Tasarımı

Tasarlanacak arka ayağın endüstriyel tasarımdan gelen yüzeyleri Şekil 4.78 deki gibidir. Televizyonun arkasında da aşağıdaki gibi duracaktır ve televizyonun arkaya 15° yatmasına izin verecek şekilde olacaktır.



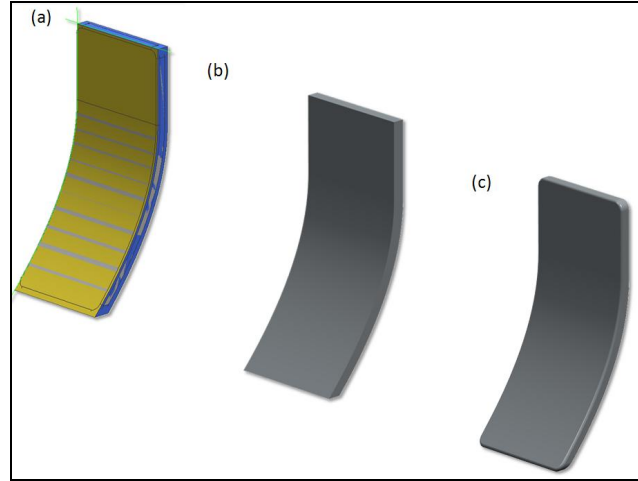
Şekil 4.78 Arka ayak endüstriyel tasarım genel görünümü

Endüstriyel tasarımdan mekanik tasarıma geçiş aşamaları aşağıda resimlerle anlatılmıştır. Endüstriyel tasarımdan gelen yüzeylerden katıya geçmek için, yüzeyler şekildeki gibi bir prizma içerisine alınır. Daha sonra yüzeyler şekildeki gibi genişletilerek, prizma bu yüzeylerden kesilir.(bkz. Şekil 4.79)



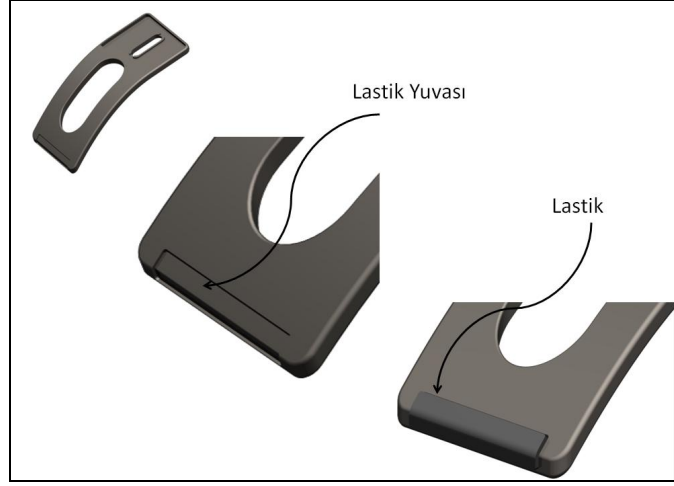
Şekil 4.79 Endüstriyel tasarımdan mekanik tasarıma geçiş

Yüzeylerden kesilen ilk katı Şekil 4.80 a ve b deki gibidir. Kenarlara hem görselliği hem de mekaniği tamamlamak adına ilgili radyuslar, yüzeyler üzerinden ölçülerek, katı modele aktarılarak görsel olarak tamamlanmış ilk ham katı elde edilir. (bkz.Şekil 4.80c)



Şekil 4.80 Arka ayak ham katı modeli

Sonraki aşama, Şekil 4.82 de görüleceği üzere arka ayağın hareketine olanak sağlayan boşaltmanın yapılmasıdır. Bu boşaltmanın uzunluğu, pencerenin 15° geriye yatabilmesine olanak sağlayacak şekilde hesaplanır. (bkz. Şekil 4.81)

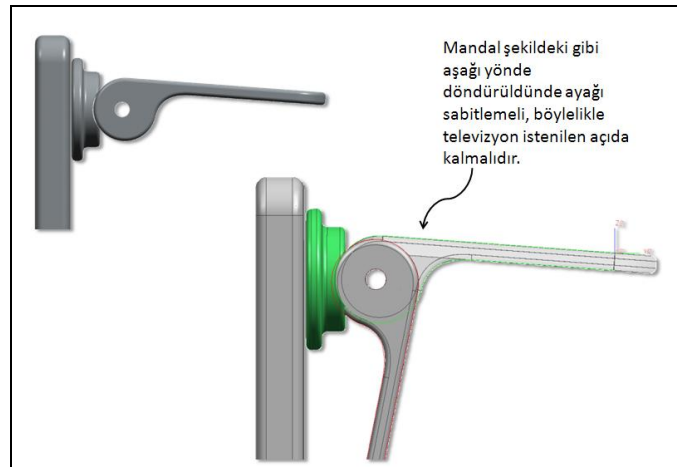


Şekil 4.83 Arka ayak lastik yuvası genel görünümü

Pul ve mandal da benzer şekilde kabaca modellendikten sonra Şekil 4. 84 deki gibi bir görünüm elde edilir.

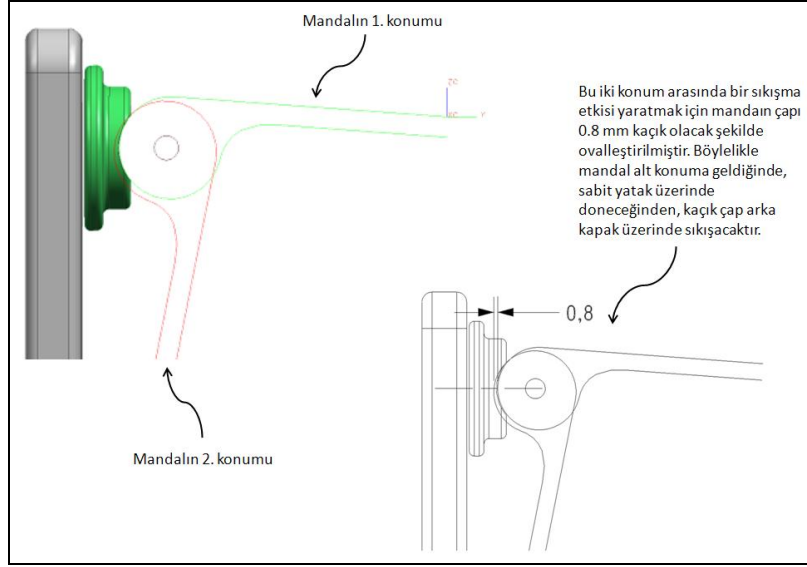


Şekil 4. 84 Arka ayak ve mekanizma bileşenleri genel görünümü



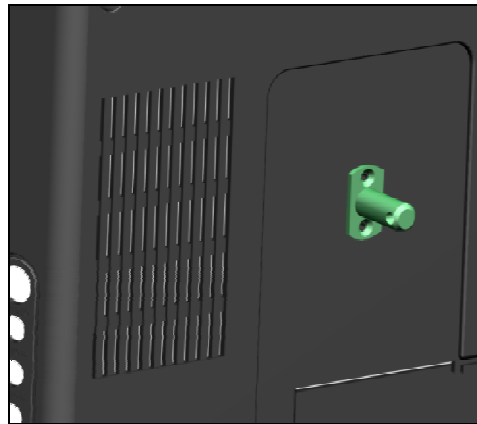
Şekil 4. 85 Mekanizma mandalı alt ve üst konumları

Bu iki konum arasında bir sıkışma etkisi yaratmak için mandalın çapı 0.8 mm kaçık olacak şekilde ovalleştirilmiştir. Böylelikle mandal alt konuma geldiğinde, sabit yatak üzerinde döneceğinden, kaçık çap arka kapak üzerinde sıkışacaktır.(bkz. Şekil 4. 85)



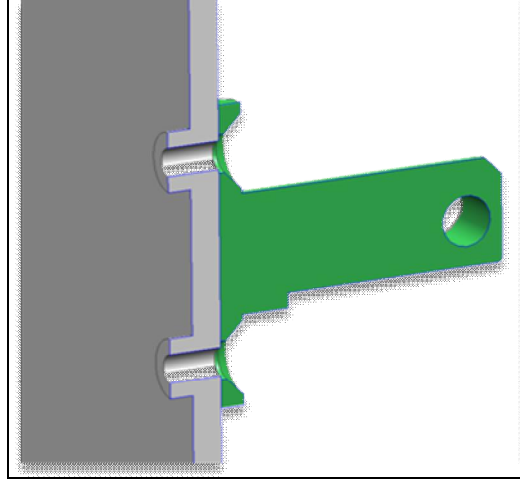
Şekil 4. 86 Mandal kaçıklığı

Ayak ve bileşenlerini arka kapağa sabitlemek içinse ayrı bir parça tasarımına ihtiyaç vardır. Söz konusu montaj işlemini yapmak üzere Şekil 4. 87 da yeşil renkte gösterilen sabitleyici yatak tasarlanır ve şekildeki gibi iki vida ile arka kapağa sabitlenir. Bu yatak görünür bir parça olmayıp, arka ayağın altında kalacağından, hiç bir estetik kaygı olmaksızın tamamen mekanik işlevi düşünülerek tasarlanmıştır. Parça geometri anlamında da oldukça basit olduğundan tasarım detaylarına girilmemiştir.



Şekil 4. 87 Arka ayak montaj yatağı genel görünümü

Yatağı arka kapağa bağlamak için iki adet boss arka kapağa eklenir. Bossların yalama olmaması için buradaki çap değeri oldukça dikkat belirlenmelidir. Burada 2.9 X 9.5 plastik vidası kullanıcağından bu vida için ideal çap değeri 2.4 mm. dir.



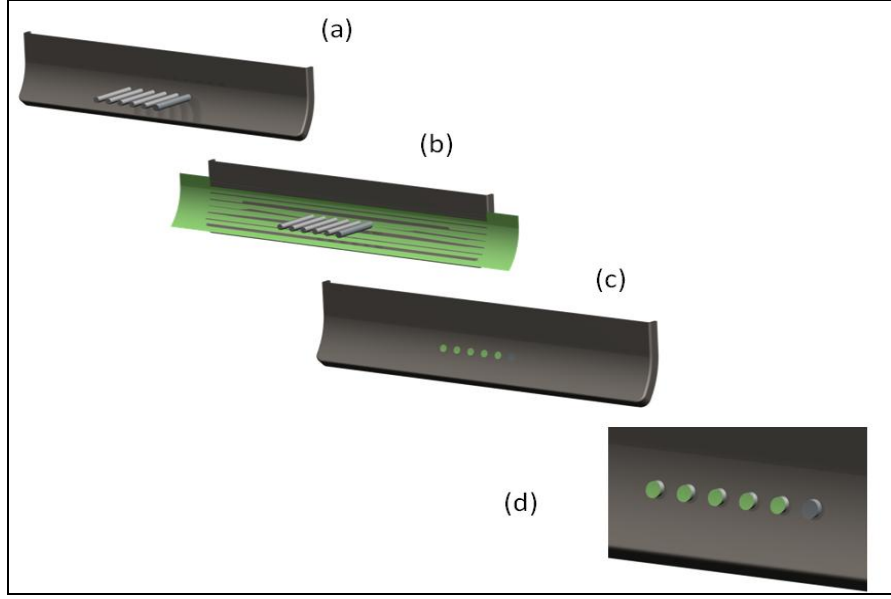
Şekil 4. 88 Arka ayak montaj yatağı kesit görünümü



Şekil 4. 89 Ayak ve mekanizma bileşenleri montaj görünümü

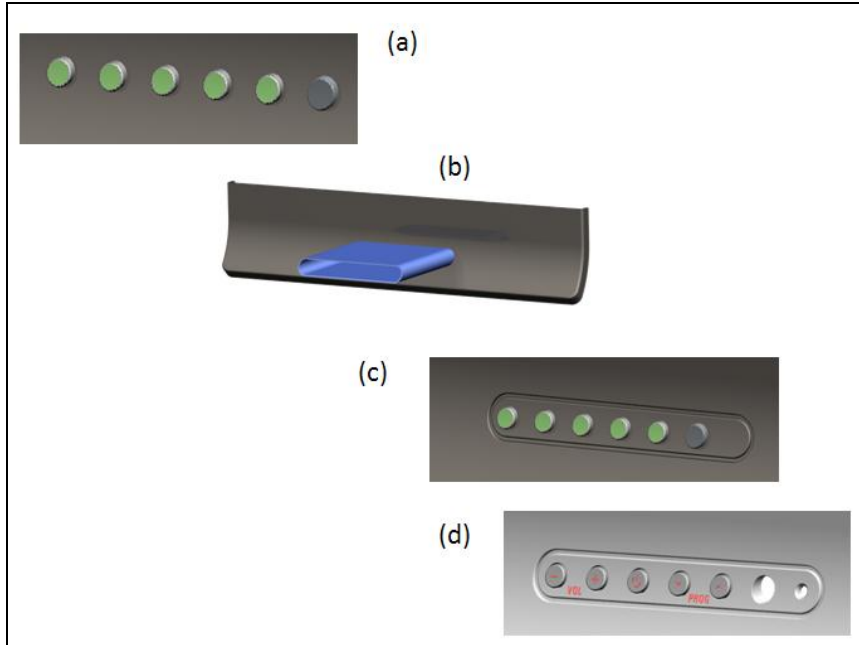
4.4.7 Dörtlü Düğme Tasarımı

Düğmelerin tasarımı için, ilk olarak endüstriyel tasarımdan gelen düğme çapları belirlenerek Şekil 4. 90 (a) daki gibi silindirler yerleştirilir. Daha sonra bu silindirler kabin yüzeyinden kesilirler. (bkz. Şekil 4. 90 b). Kabin yüzeyine sıfır oturan düğmeler, düğme anahtarlarının deplasmanından az olmamak kaydı ile uzatılır (bkz. Şekil 4. 90 c). Boyları ayarlanmış düğmelerin kaba son görünümü ise Şekil 4. 90 (d) de gösterilmiştir.



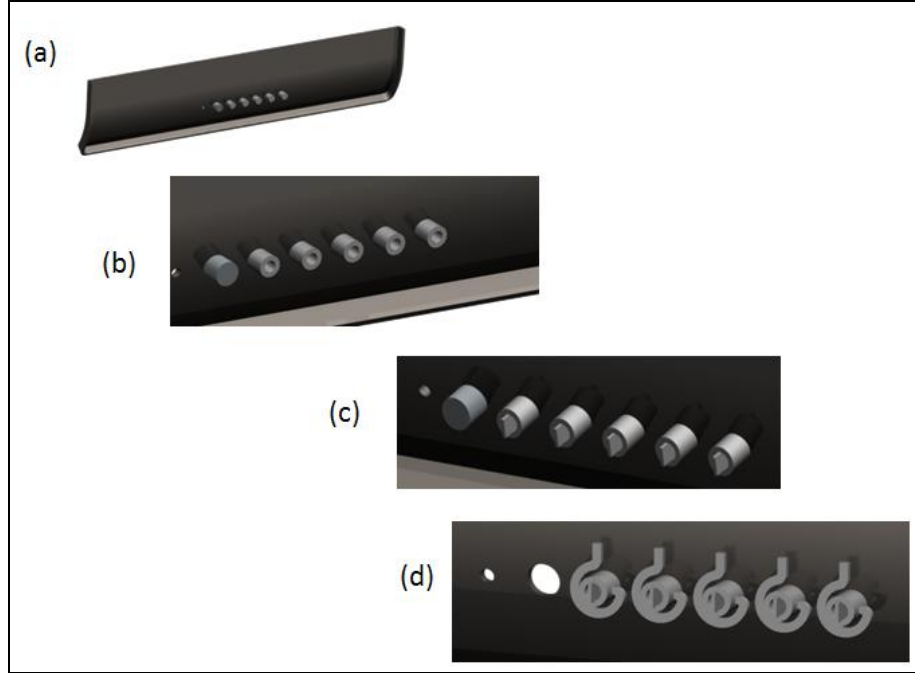
Şekil 4. 90 Düğme endüstriyel tasarımı / ham katıların elde edilmesi

Kenar radyusları da verilerek düğme ön yüzeyleri Şekil 4. 91 a daki gibi tamamlanmış olur. Düğmeleri çevreleyen kontürü belirlemek için yine endüstriyel tasarım verileri kullanılır (bkz. Şekil 4. 91 b). İlgili kontür veriler kullanılarak şekildeki gibi boşaltma yapılır (bkz. Şekil 4. 91 c). Son olarak da düğmelere ve kabine işlenmesi istenen yazılar Şekil 4. 91 d deki gibi modele işlenerek nihai görünüm elde edilmiş olur.



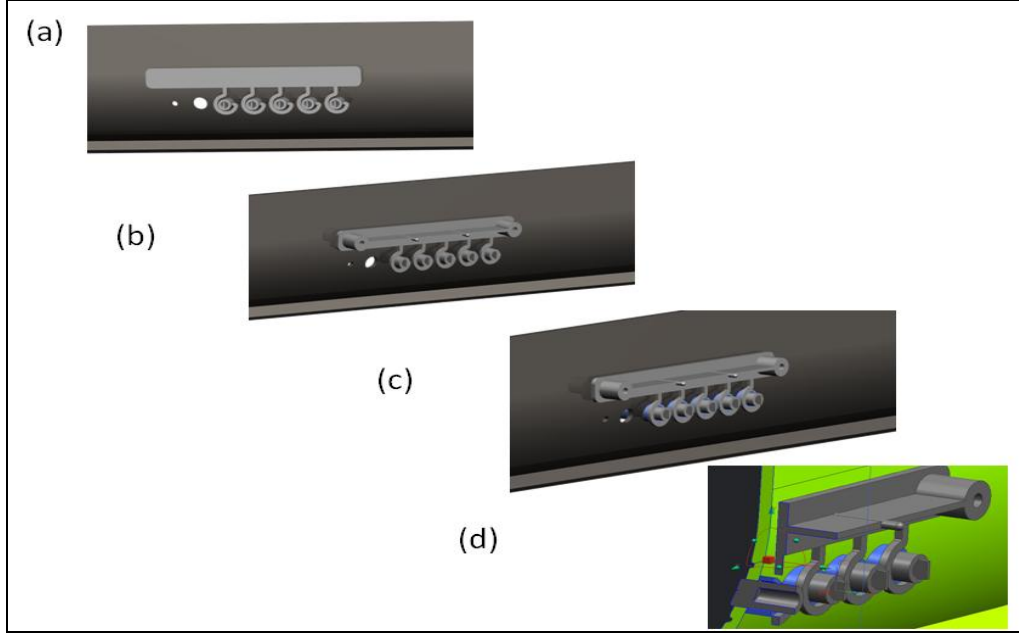
Şekil 4. 91 Düğme görsel unsurlarının katı modele eklenmesi

Düğmeler mevcut durumda arkadan Şekil 4. 92 a daki gibi görünmektedir. Et kalınlığını sabitlemek için düğme katı modellerinin içleri Şekil 4.92 b deki gibi boşaltılır. Düğme switchlerine kolaylıkla basabilmesi için Şekil 4. 92 c deki federler eklenir. Son olarak da yay gibi çalışarak fonksiyonunu tam olarak yerine getirebilmesi amacıyla, Şekil 4. 92 d deki eğrisel bağlantılar parça geometrisine eklenir.



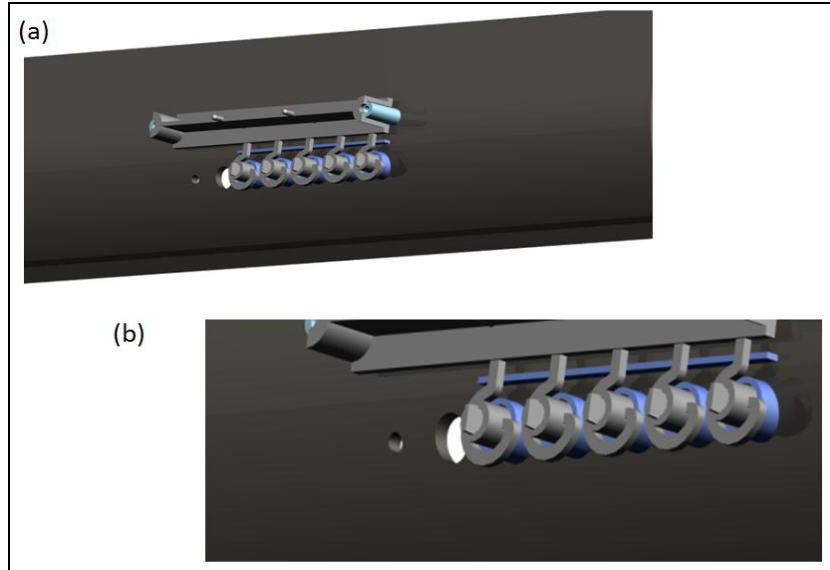
Şekil 4. 92 Düğme mekanik tasarımı

Hem kalıpcıya bir yolluk alanı bırakmak hem de düğmeleri birbirine bağlamak adına Şekil 4. 93 a daki gibi bir dikdörtgen blok tasarıma eklenir. Bu plakaya aynı zamanda düğmelerin kabine bağlanabilmesi için montaj bossları eklenir (bkz. Şekil 4. 93 b). Dengeli bir montaj ve kullanım için boss yerleşimleri dikdörtgen plakanın her ucuna gelecek şekilde belirlenmiştir. Plaka ince ve uzun olduğundan, kalıp çıkışı soğuma esnasında çarpılmasını engellemek amacıyla son olarak bir feder eklenerek, çarpılma dayanımı arttırılır. Böylelikle düğmelerin aynı hizada kalma olasılığı da artırılmış olur (bkz. Şekil 4. 93 c). Düğmemizin mevcut durumunun kesiti şekildeki gibidir. (bkz. Şekil 4. 93)



Şekil 4. 93 Düğme montaj mekaniğinin belirlenmesi

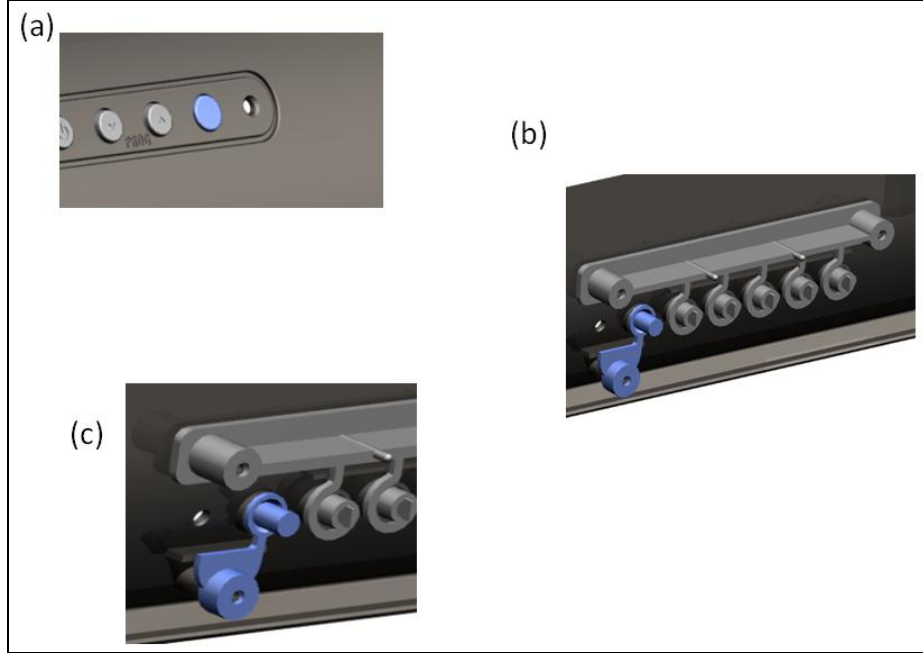
Düğmelerin aynı hizada kalmasını garantilemek için şekilde mavi renkle gösterilen feder, düğmelere ön yüzeyden hizalayıcı olarak eklenir. (bkz. Şekil 4. 94 a). Şekil 4. 94 b de ufak deliğe led, büyük deliğe ise infra alıcı gelecektir.



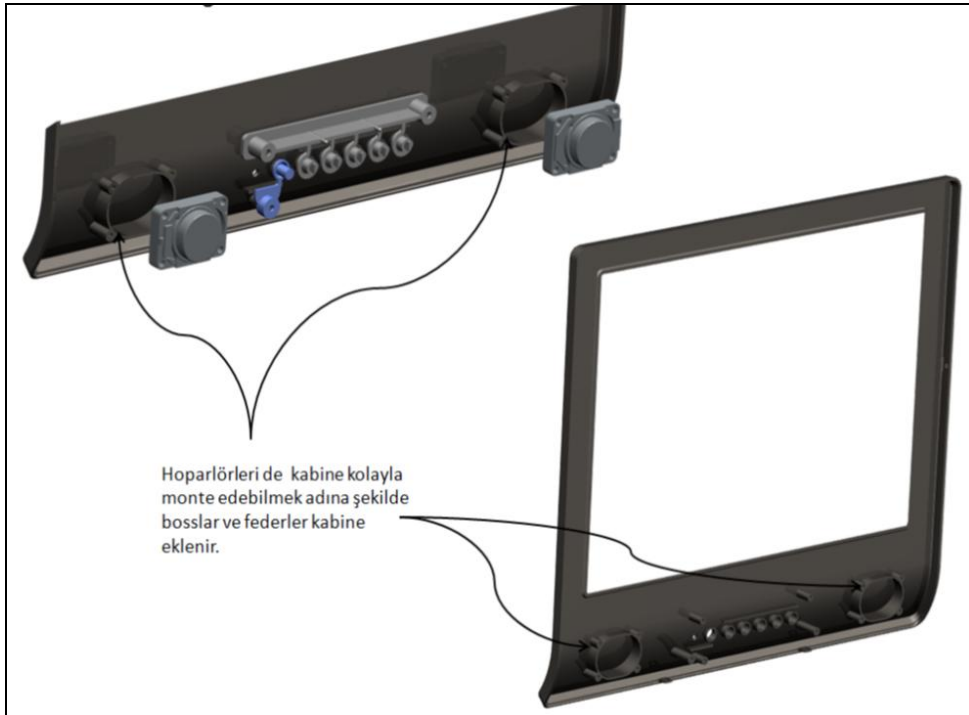
Şekil 4. 94 Mekanik tasarım sonrası genel görünüm

İnfra alıcısı uzaktan kumandadan gelen sinyalleri toplayarak, hemen arkasında bulunan sensöre iletacaktır. Bu nedenle gerek optik özellikleri gerekse şeffaflığı nedeniyle parça için uygun malzeme polikarbonattır. Polikarbonat söz konusu özellikleri ile endüstride geniş kullanımı olan, kolay bulunabilen bir malzemedir. Yapacağımız polikarbonat parça

önden Şekil 4. 95 (a) daki gibi görünecektir. Parçayı kabine bağlamak için tıpkı düğmelerdeki gibi bir boss ve hizalayıcı bir feder kabin tasarımına Şekil 4. 95 (b) de görüleceği üzere eklenir. Ufak deliğe gelecek olan led ise multibutton pcb'sine bağlanacaktır (bkz. Şekil 4. 95 (c)).



Şekil 4. 95 İnfra penceresi yerleşim ve genel görünümü



Şekil 4. 96 Hoparlör ve düğmelerin kabine montajı

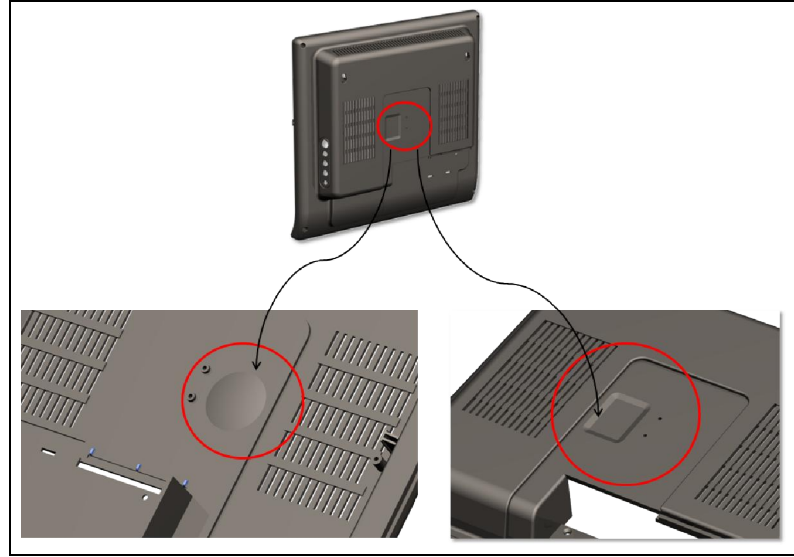
4.4.8 Tasarım Gözden Geçirme

Parça tasarımları sona erdikten sonra, hem olası hataları kontrol hem de gerekli parçalarda tasarım iyileştirmesi için geriye dönük bir gözden geçirme faydalı olacaktır.

4.4.8.1 Arka Kapak

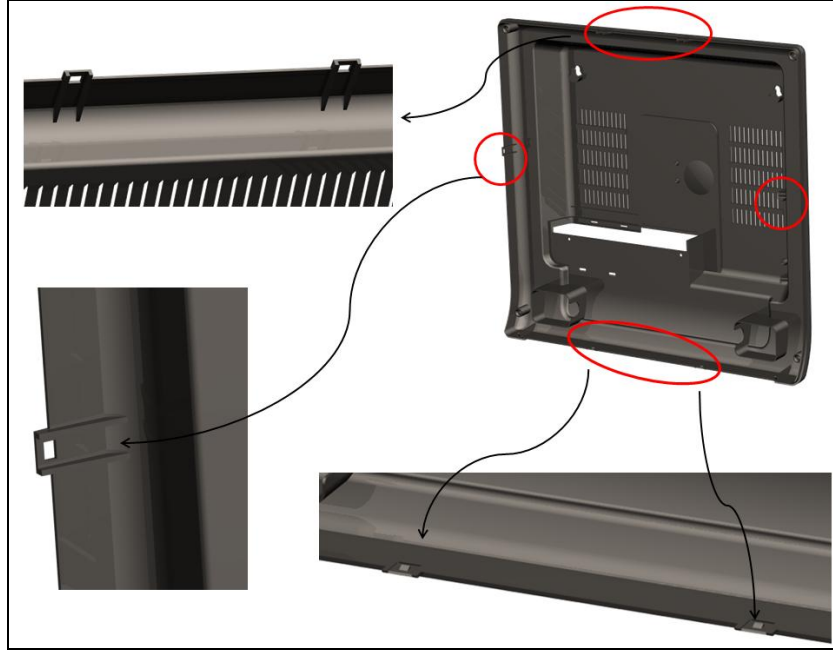
Arka kapakta yapılan iyileştirmeler şu şekildedir:

Arka kapağa ilk olarak, yolluk girişinde, malzeme akışını yumuşatması ve kalıp çıkışında yolluk izinini ayağın çalışmasını engellemesini önlemek için Şekil 4. 97 deki gömme pencere eklenmiştir. Yolluk artıkları/izleri genellikle malzemelerde maket bıçağı gibi kesici bir alet kullanılarak alınır. Kesici aletlerin kullanımı hem ek bir işçilik gerektirmekte, hem de olası yanlış kesimler yüzünden bozulan parça görünümleri, parçaların ıskartaya çıkmasına neden olmaktadır. Ek işçilikten kazanmak, olası ıskarta oranını düşürmek ve ayağına çalışmasını garantilemek adına bu pencere, ebatlarına oranla oldukça önemli bir fonksiyon üstlenmektedir.

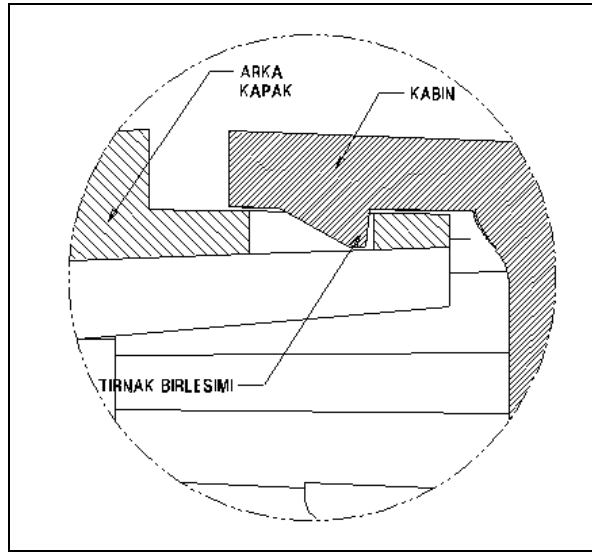


Şekil 4. 97 Arka kapak yolluk penceresinin tasarımı

Bir diğer tasarım iyileştirmesi; kabin ile arka kapağın montesini iyileştirmek (endüstriyel tasarımdan gelen boşluğun çepeçevre sabit kalmasını garantilemek) için kırmızı renk ile gösterilen bölgelere tırnak yuvaları eklenmesidir (bkz. Şekil 4. 98) . Kabin katısına da bunların eşlenikleri eklenmiştir. Tırnak birleşim kesiti ise Şekil 4. 99 de verilmiştir.

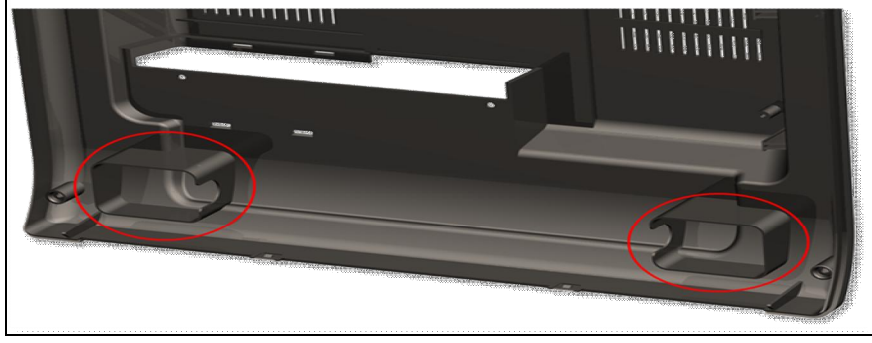


Şekil 4. 98 Kabin-arka kapak montaj tırnakları



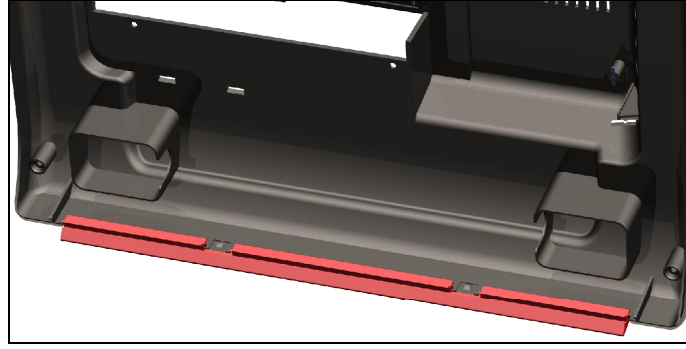
Şekil 4. 99 Kabin-Arka Kapak Montaj Tırnaklarının Teknik Resmi

Ayrıca arka kapağa, hoparlörlerden çıkan sesi yönlendirmesi için Şekil 4. 100 deki yuvalar eklenmiştir.



Şekil 4. 100 Hoparlör yuvalarının genel görünümü

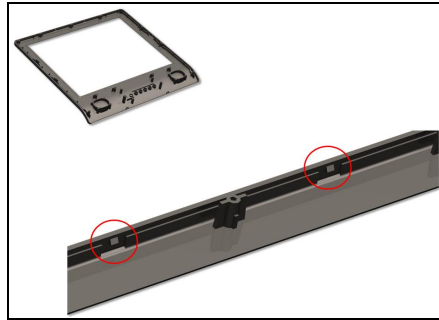
Yapılan gözden geçirme ile yapılan iyileştirmelerden birisi de Şekil 4. 101 de kırmızı renk ile gösterilen lastiğin (NBR malzemedeki ekstrüzyon) tasarıma eklenmesidir. Bu lastik parça, televizyonun oturduğu zemini çizmemesi için eklenmiş ve kabin ile arka kapak arasına sıkıştırılarak monte edilecek şekilde tasarlanmıştır.



Şekil43. 101 Taban lastiği genel görünümü

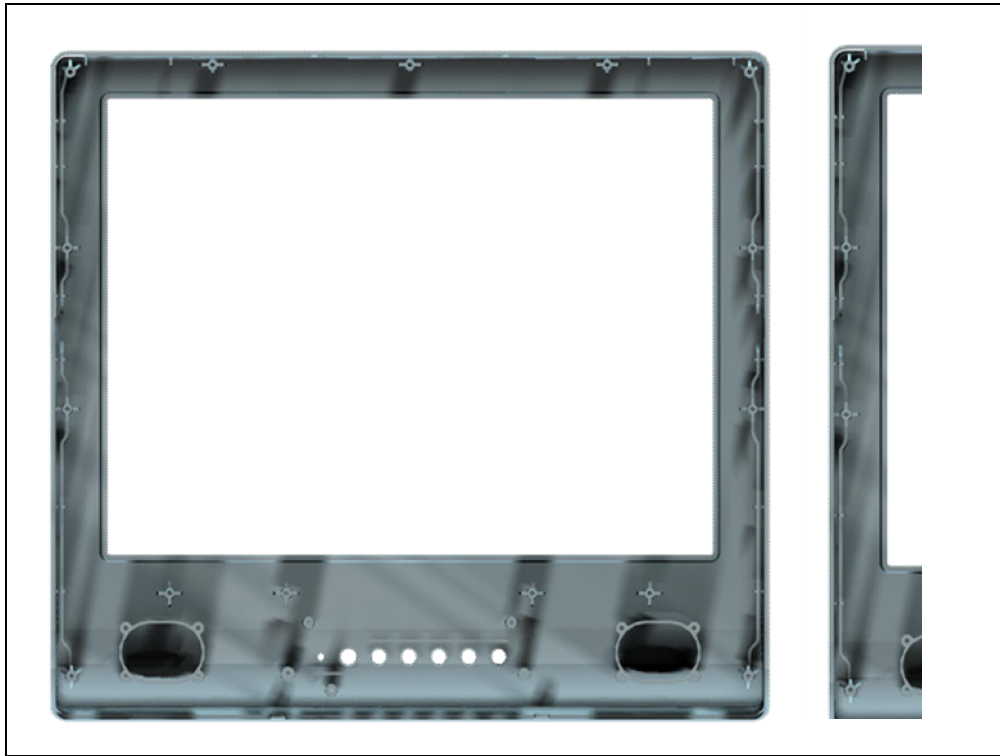
4.4.8.2 Kabin

Arka kapağa eklenen tırnak yuvalarına denk gelecek şekilde kabine de tırnaklar eklenmiştir.



Şekil 4. 102 Kabin-arka kapak montaj tırnaklarının kabin üzerindeki eşlenikleri

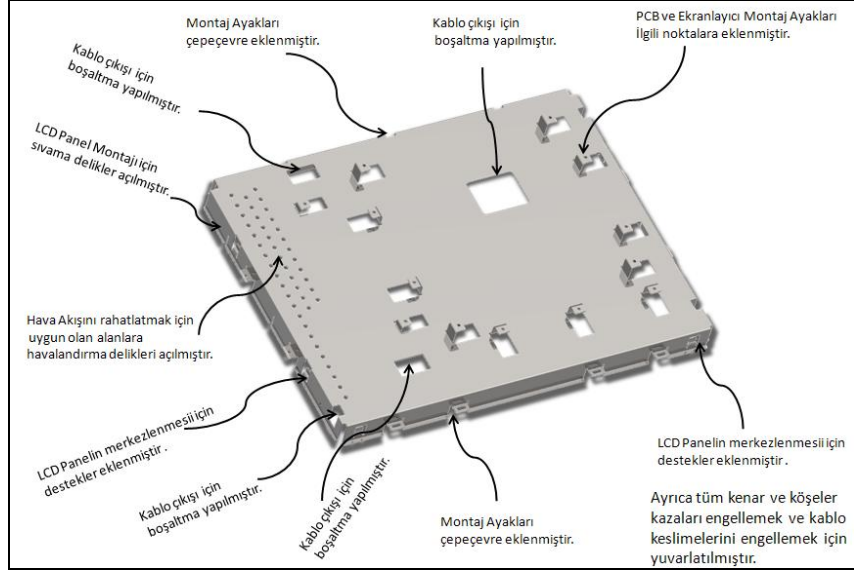
Son olarak kabine eklenen montaj bosslarını birleştiren ana federler boydan boya eklenerek, kabinin mukavemeti arttırılmış, kalıp çıkışı sonrası maruz kalabileceği bukulma zorlanmalarına karşı mukavemeti yükseltmiştir. Federlerin dip kalınlıkları ana et kalınlığı olan 2.5 mm de değerlendirilerek, 1.5 mm olarak belirlenmiştir. Kalıp açısına denkleme katıldığında, uygun et kalınlığı değeri 1.3 mm. başlayıp, kabin yüzeyi ile temas ettiği dip bölgede 1.5 mm. olacak şekilde modellenmiştir. Feder yükseklikleri, kalıp çıkışlarını zorlaştırmaması için 2.5 mm et kalınlığı için tabsiye edilen limit değeri "2.5 mm x 3= 7.5 mm. " den düşük tutulmuştur.



Şekil 4. 103 Kabin ana federleri genel görünümü

4.4.8.3 Ana Ekranlayıcı / (LCD Ekranlayıcı) :

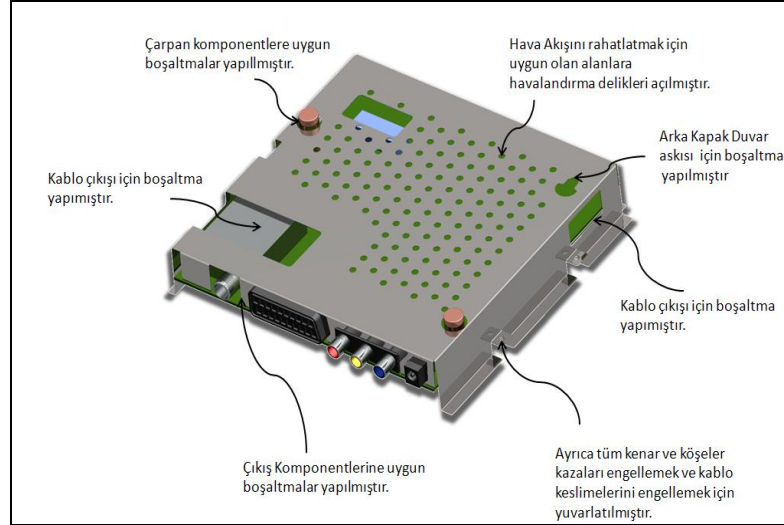
Ana ekranlayıcıda yapılan değişiklikler ve iyileştirmeler Şekil 3. 104 de verilmiştir.



Şekil 4. 104 Ana ekranlayıcı üzerinde yapılan değişiklikler

4.4.8.4 Anakart Ekranlayıcı

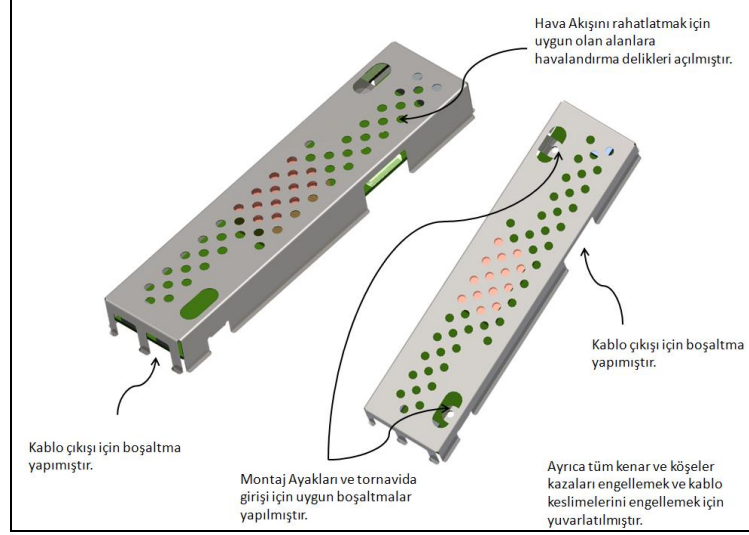
Ana ekranlayıcıda yapılan değişiklikler ve iyileştirmeler Şekil 3. 105 de verilmiştir.



Şekil 4. 105 Anakart ekranlayıcı üzerinde yapılan değişiklikler

4.4.8.5 Backlight Ekranlayıcı

Ana ekranlayıcıda yapılan değişiklikler ve iyileştirmeler Şekil 4. 106.de verilmiştir.



Şekil 4. 106 Backlight PCB ekranlayıcı üzerinde yapılan değişiklikler

KALIP AKIŞ ANALİZLERİ

Kalıp akış testi yazılımları, kalıplama yöntemi ile üretilecek parçaların, özellikle de polimer malzemeden parçaların kalıplama süreçlerinin simüle edebilebildiği yazılımlardır.

Tasarlanan parçalar, bu yazılımlar ile kalıpları üretilmeden önce incelenerek, kalıplama sonrası problem olabilecek noktaları belirlemek için kullanılırlar ve bu anlamda oldukça verimli ve maliyet açısından da oldukça kazançlıdırlar.

Ürün tasarım sürecinin son ve genelde de en pahalı halkası olan kalıp imalatı sürecinden önce böyle bir kontrol olanağı, olası hataları belirlemek açısından mühendisler için ayrı önem taşır. Bu nedenle, kalıplama öncesi LCD televizyonumuzun parçalarının akış analizleri ile nihai bir kontrol yapılmış ve aşağıda raporlanmıştır.

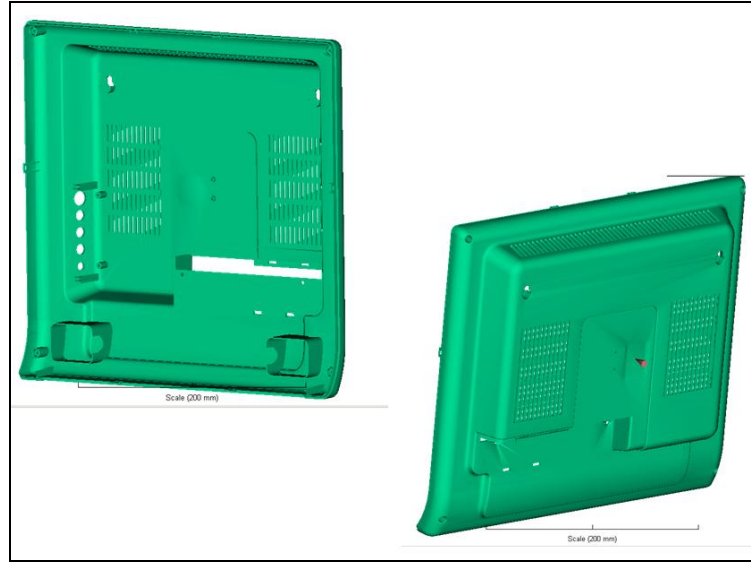
Analizler ile ilgili olarak belirtilmesi gereken son bir nokta da kalıp çekmesi oranları ile ilgilidir. Kalıp akış analizi yapılacak parçaların, enjeksiyon kalıplarının nihai tasarımı bu tezin konusu dışında olduğundan, % 0,3 civarlarında olan plastik çekme oranları verilmemiştir. En büyük uzunluğun 300 mm. civarında olduğu parça boyutları için $300 \times 0.003 = 0,03$ mm. hata payı kabul edilir olarak baştan kabul edilmiştir.

5.1 Arka Kapak Akış Analizi

Arka Kapağın kalıp akış analizine, malzemenin belirlenmesi ile başlanacaktır. Arka kalıp için ticari adı Lexan olan ABS+PC karışımı olan bir malzeme kullanılacaktır. Bu malzeme analiz programının malzeme kütüphanesinde mevcut olan yaygın kullanımlı bir malzemedir. Lexan malzeme seçildiğinde, Lexan kullanımı için tavsiye edilen kalıp sıcaklığı, malzeme sıcaklığı gibi enjeksiyon şartları gibi default/atanmış değerler

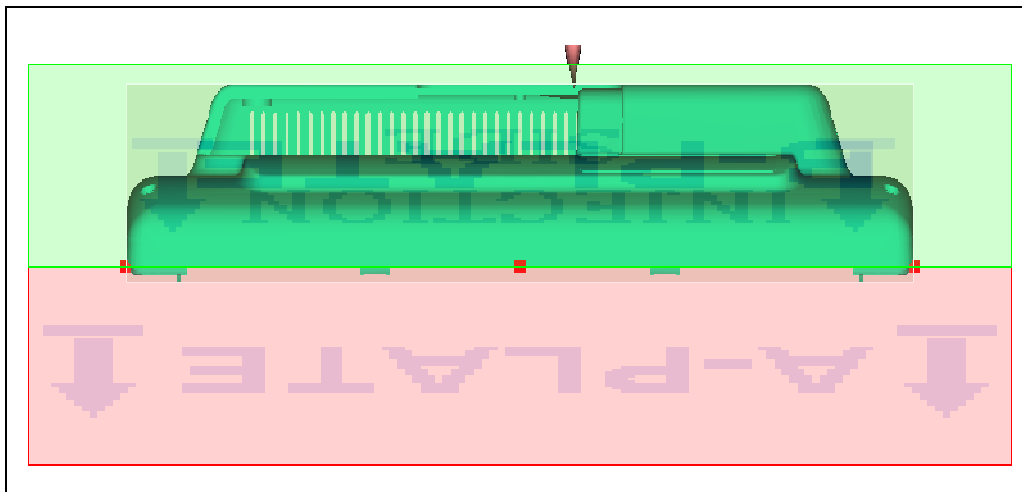
yazılımın kütüphanesinden otomatik olarak gelir. Analiz için bu tavsiye edilen standart değerler kullanılacaktır. İstenildiğinde program üzerinden bu değerler değiştirilebilir.

Sonraki adım enjeksiyon girişi (yolluk) yer, adet ve geometrilerinin belirlenmesidir. Yerleşim Şekil 5.1' de ve geometrileri detayları EK_2 Kalıp Akış Analiz Raporlarında verilmiştir.



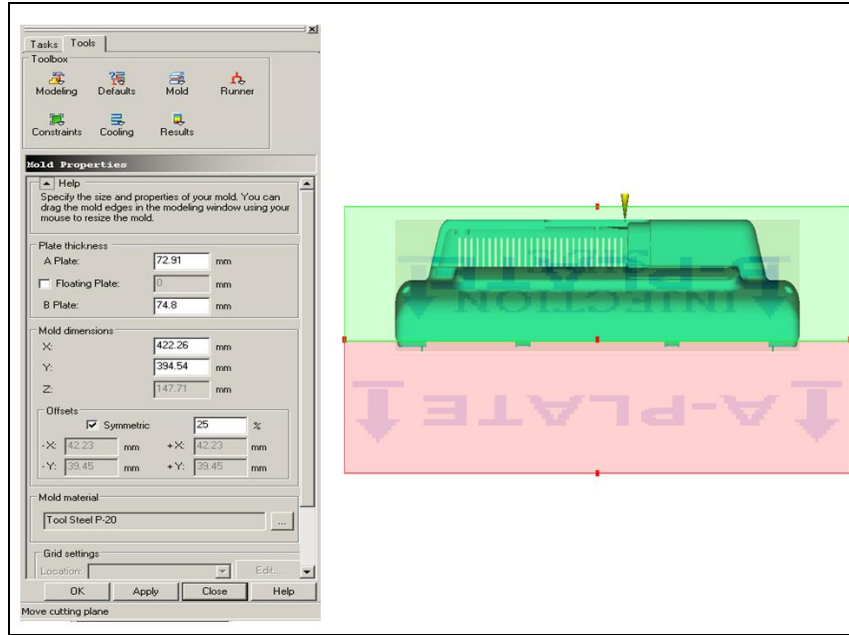
Şekil 5. 1 Arka kapak yolluk girişi

Detayları EK-2 de verilen yollukların tanımlamalarını takiben, ilgili yüzeyler katı model üzerinden seçilerek kalıp ayırma çizgisi belirlenmiş böylelikle de kalıbın erkek ve dişi tarafı tanımlanmış olur. Kalıp yarıları Şekil 5. 2 de verilmiştir.



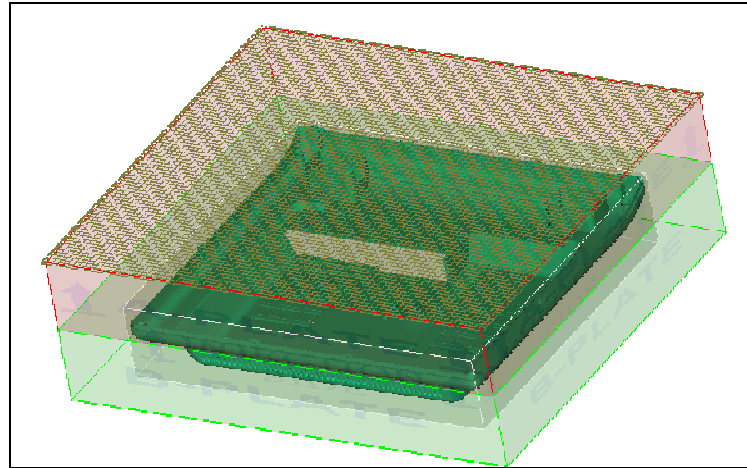
Şekil 5. 2 Arka kapak kalıp yerleşimi

Kalıp yapısı, plaka kalınlıkları, kalıp ebatları gibi bilgiler Şekil 5. 3 de görülen menü üzerinden programa girilebilir.



Şekil 5. 3 Kalıp özelliklerinin tanımlanması

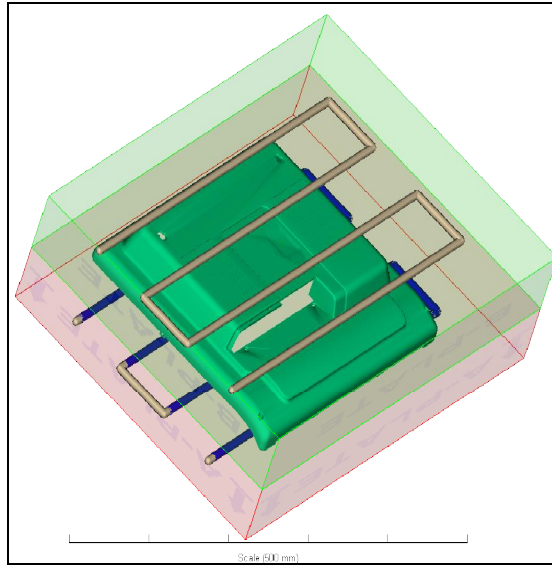
Arka kapak için girilen ölçüler parça ebatlarından 40'ar milimetre büyüktür. Çekirdek ebatları için bu değer ideal bir farktır. Söz konusu kalıp çekirdeği ebatları da girildikten sonra görünüm Şekil 5. 4 deki gibi olacaktır.



Şekil 5. 4 Kalıp Erkek ve dişi kısımlarının genel görünümü

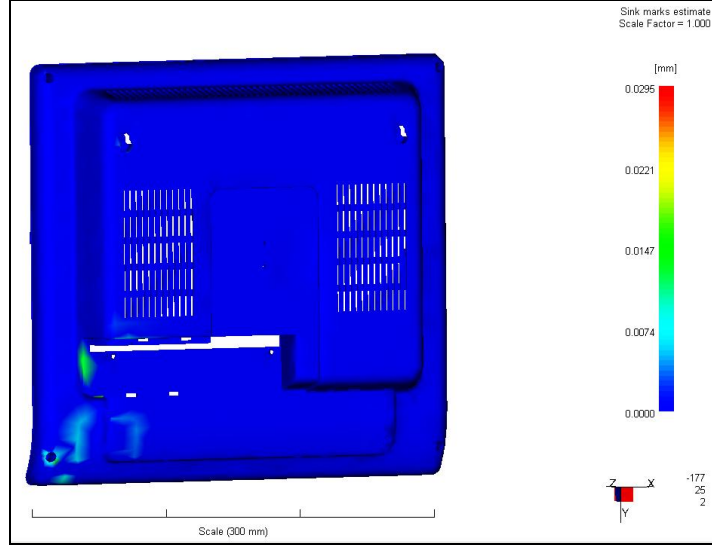
Sırada benzer şekilde yolluk özellikleri ve soğutma kanallarının tanımlanması vardır. Bu parçada soğuk (konvansiyonel) yolluk kullanılmıştır. Giriş yolluğu için konik (8 mm. başlangıç çapı / 5 mm. giriş çaplı) meme kullanılmıştır.

Son olarak soğutma kanalları da sisteme tanıtıldıktan sonra analize başlanabilir. Homojen bir soğutma sağlanabilmesi için soğutma kanallarının olabildiğince eşit aralıklı ve parça üzerindeki dağılımının da homojen/eş aralıklı olmasına özen gösterilir. Soğutma kanallarından geçen sıvı ve kanalların çapının tanımlanmasını takiben, görünüm Şekil 5. 5'deki gibidir.

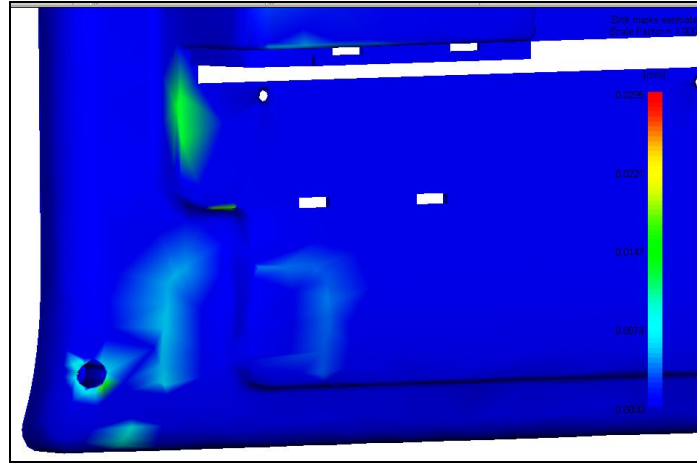


Şekil 5. 5 Soğutma kanalları genel görünümü

Tüm tanımlamalar yapıldıktan ve analizimiz çözüldükten sonra istenilen sonuçlar listeden seçilerek görüntülenebilir. Görüntülebilen sonuçlar oldukça çeşitli olmasına rağmen, çoğunluğu kalıp tasarımcısının ve imalatçılarının dikkat etmesi gereken sonuçlardır. Parça tasarımcısını ilgilendiren çökme değerleri, yüzey kalitesi, plastik akışı gibi sonuçlar ise aşağıda değerlendirilmiştir.



Şekil 5. 6 Tahmini çökme miktarı sonuçları görüntülenmesi-1



Şekil 5. 7 Tahmini çökme miktarı sonuçları görüntülenmesi-2

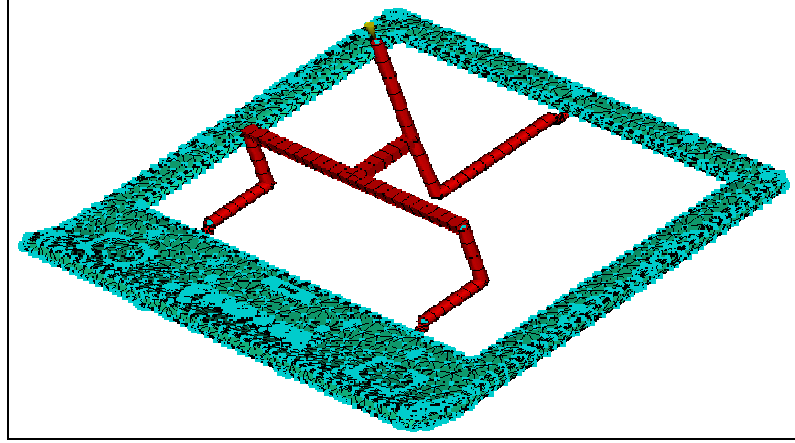
Analiz sonrası hesaplanan yaklaşık çökme değerleri Şekil 5.7' deki skalasında yeşil renkte görüldüğü gibi 0.07 mm. civarlarında olup, kabul edilebilir düzeydedir. Arka Kapağın detaylı akış raporu EK_2 de verilmiştir.

5.2 Kabin Akış Analizi

Kabin ı, televizyon için estetik açıdan en önemli parçadır ve yüzey hatası kabul edilemez. Bu nedenle kabin kalıpları sıcak yolluklu ve gaz destekli (Gas Assisted Injection) basılır. Gaz destekli enjeksiyonda plastik, kalıp içerisine basılan gazın basıncı ile kalıp duvarlarına sıvanır ve feder boss gibi unsurların kalınlıkları ne olursa olsun yüzeyde çökme görülmez. Kalıp gaz baskılı olmasına rağmen, en kötü ihtimal

düşünülerek, kabin akış analizi normal baskı için analiz edilerek, olası sorunlar değerlendirilecektir.

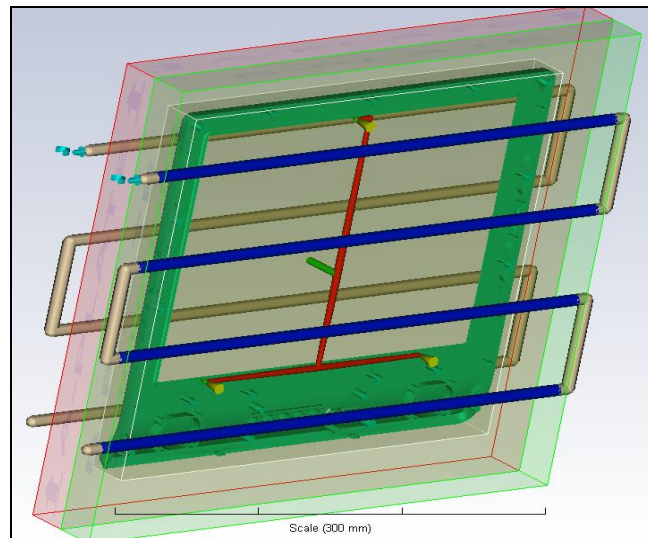
Bu parça ince et kalınlığına sahip olduğundan kabuk (shell) yapılı elemanlarla (dual domain) meshlenmiştir. Yolluk girişleri de Şekil 5. 8 de gösterilmiştir.



Şekil 5. 8 Yolluk girişleri genel görünümü

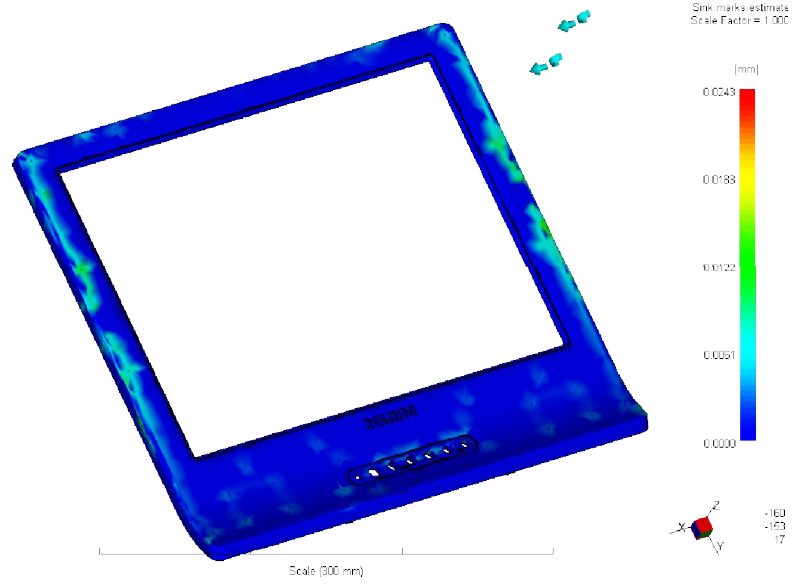
Yolluk girişleri ve soğutma kanalları ile birlikte sisteme şekildeki gibi eklenmiştir. Bu ebatlarda bir kabin kalıbı için parçaya şekildeki görülen dizilimi görülen 3 noktadan enjeksiyon en ideal yüzey kalitesini verir.

Arka kapağın analizine benzer şekilde kalıp ayırma yüzeyleri, yolluk adedi, yerleşimleri ve geometrileri yazılıma girildikten sonraki görünüm Şekil 5. 9'deki gibi olacaktır.



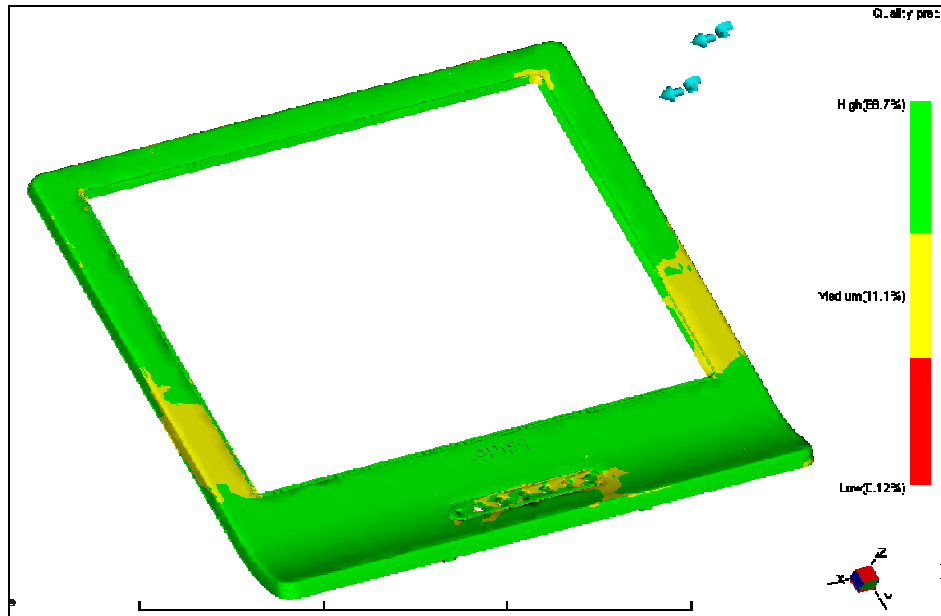
Şekil 5. 9 Kalıpta yerleşim genel görünüm

Analiz sonrası parça yüzey kalitesi için ilk yaklaşım Şekil 5. 10'daki gibidir.



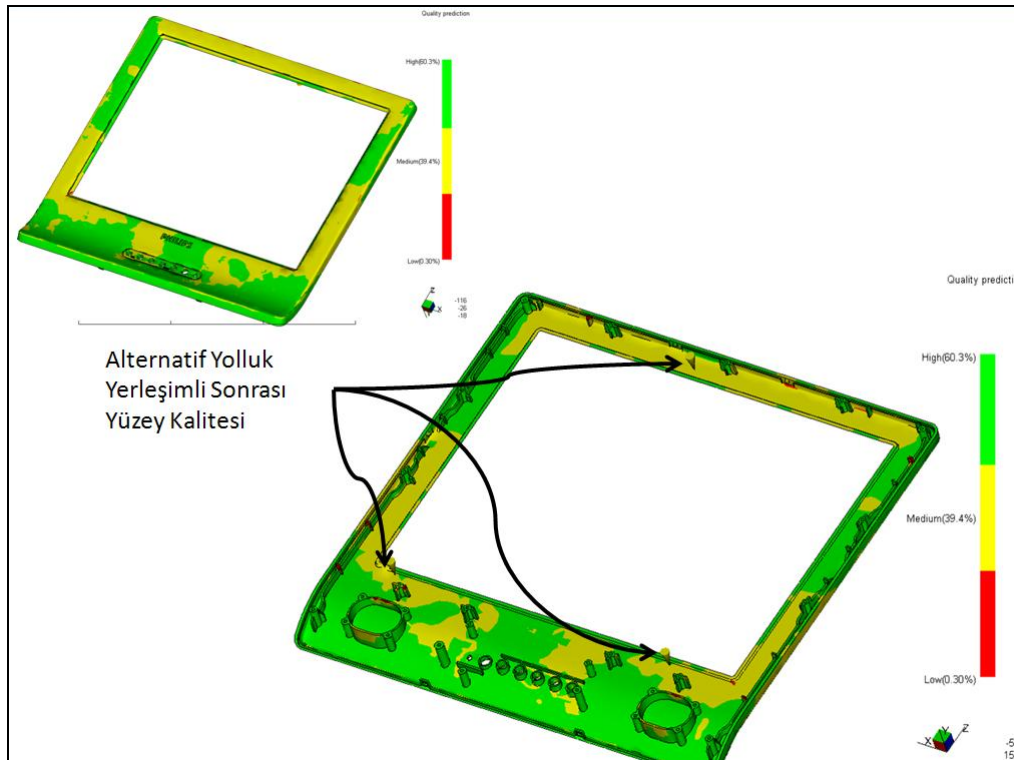
Şekil 5. 10 Analiz sonrası çökme değerlerinin görüntülenmesi

Yüzey kalitesi ile ilgili değerler incelendiğinde, boss ve federler karşılık gelen görünür yüzeylerde 0.09 mm civarlarında ki parça bu haliyle bile bozukluklar kabul edilebilir düzeydeyken, kalıpta sıcak yolluk ve gaz destekli baskı ile basılacağından yüzey sorunsuz çıkacaktır. Tahmini yüzey kalitesi Şekil 5. 11' deki gibi görünecektir.



Şekil 5. 11 Tahmini yüzey kalitesi sonuçları

Analizin başında, yolluk yerleşiminin detayları verilmiş ve bu yerleşimin en ideal yerleşim olduğu belirtilmişti. Tamamen aynı baskı şartları altında, sadece yollukları farklı 3 noktadan verseydik, alternatif yüzey kalitesi Şekil 5. 12 deki gibi olacaktır. Bu da Şekil 5. 11 de görülen sonuçlara göre oldukça kötü ve kabul edilemez niteliktedir. Şekil 5. 11 de görüldüğü üzere yüzey kalitesi orta ile yüksek arasında değişirken, Şekil 5. 12 de görülen farklı yolluk yerleşimi için sonuçta, yüzey kalitesi çok daha değişken ve kırmızı renkteki alanlarda ise oldukça kötüdür.



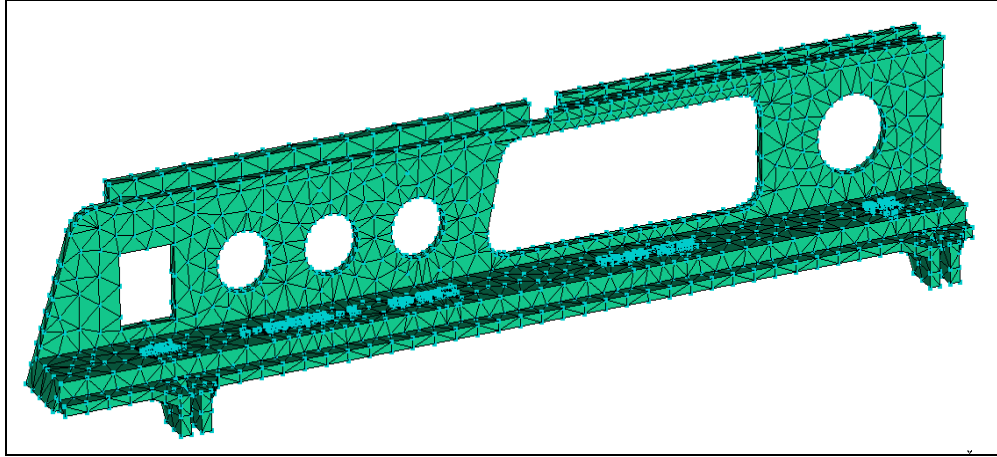
Şekil 5. 12: Alternatif yolluk yerleşimleri sonucu tahmini yüzey kalitesi

5.3 Çıkış Paneli Akış Analizi

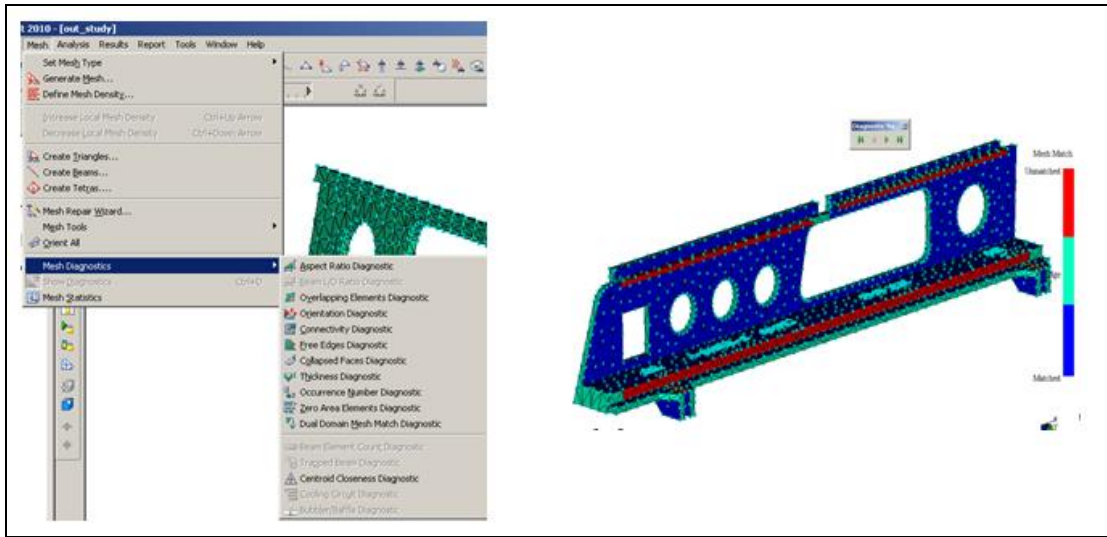
Parçayı, sisteme matematiksel olarak tanıtmak için ilk olarak meshlenir.

Bu parça ince et kalınlığına sahip olduğundan kabuk (shell) yapılı elemanlarla (dual domain) meshlenmiştir.

Analizimizin gerçekçi sonuçlar vermesi için mesh ağı olabildiğince doğru şekilde örülmelidir (bkz. Şekil 5. 13) Meshleme işlemini takiben, mesh kalitemizi kontrol edebilmek için Mesh Diagnostics menüsü altında kontrol edilebilir. Sorunlu mesh alanları Şekil 5. 14 de kırmızı renk ile belirtilmiştir.



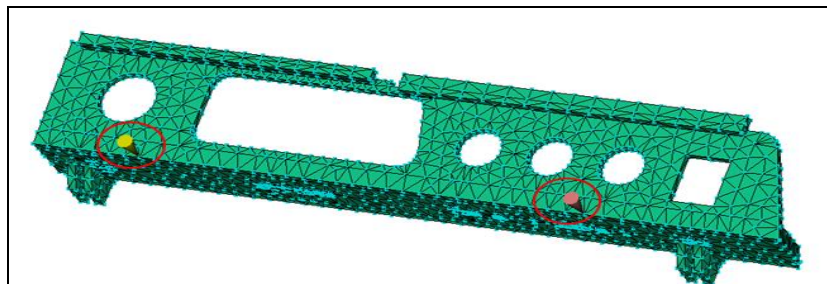
Şekil 5. 13 Meshlenmiş çıkış paneli



Şekil 5. 14 Mesh kalitesinin ölçülmesi

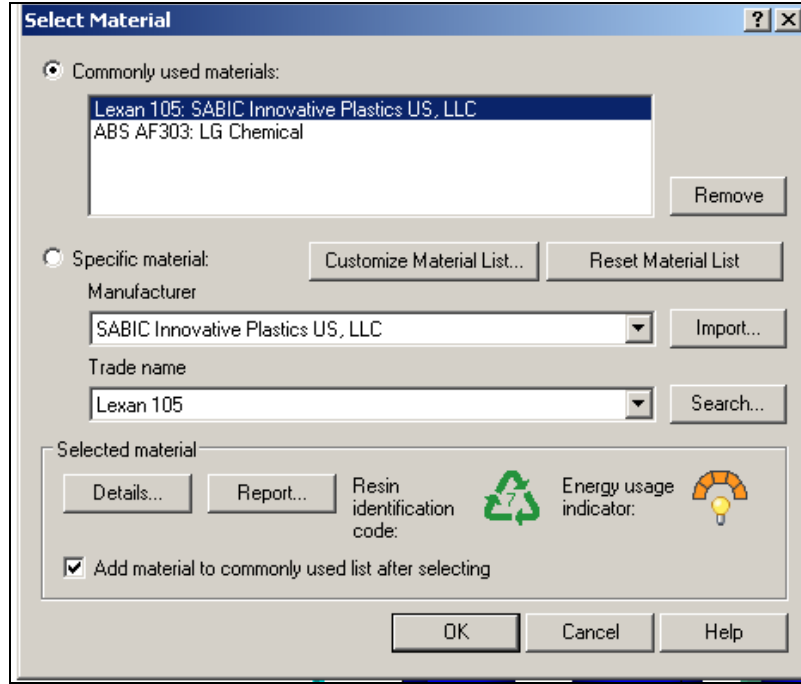
Mesh ağıımız üzerindeki sorun, Mesh Repair Wizard/ Mesh Onarım Sihbazı menüsü resimlerdeki pencereler takip edilerek yapılabilir.

Sonraki adım plastik enjeksiyon girişlerinin (yollukların) yerleşimini parça üzerinde belirlemektir. Plastik bu parça kalıbına Şekil 5. 15 de gösterilen 2 noktadan girecektir.



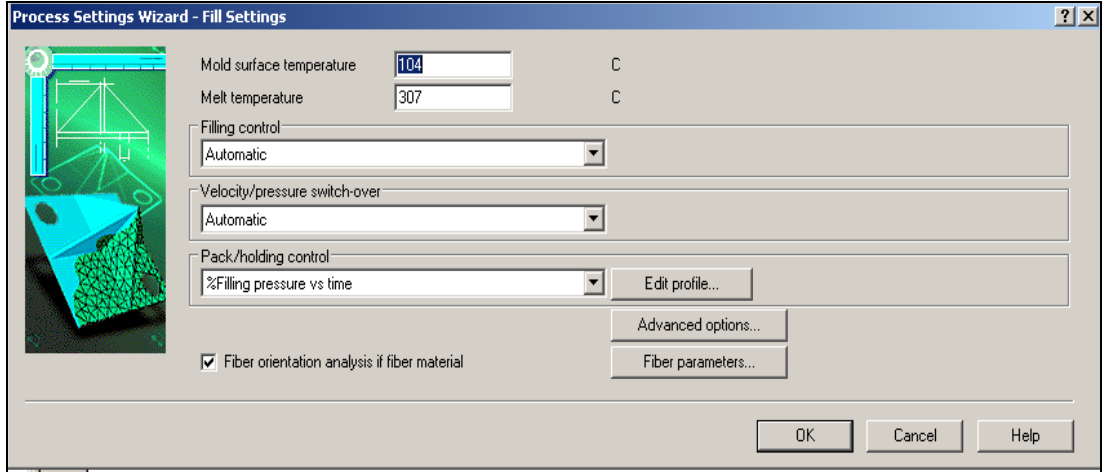
Şekil 5. 15 Yolluk adet ve yerleşimlerinin tanımlanması

Kullanılacak plastik malzeme arayüz üzerinden manuel ya da kütüphane üzerinden atanabilir (bkz. Şekil 5. 16) .



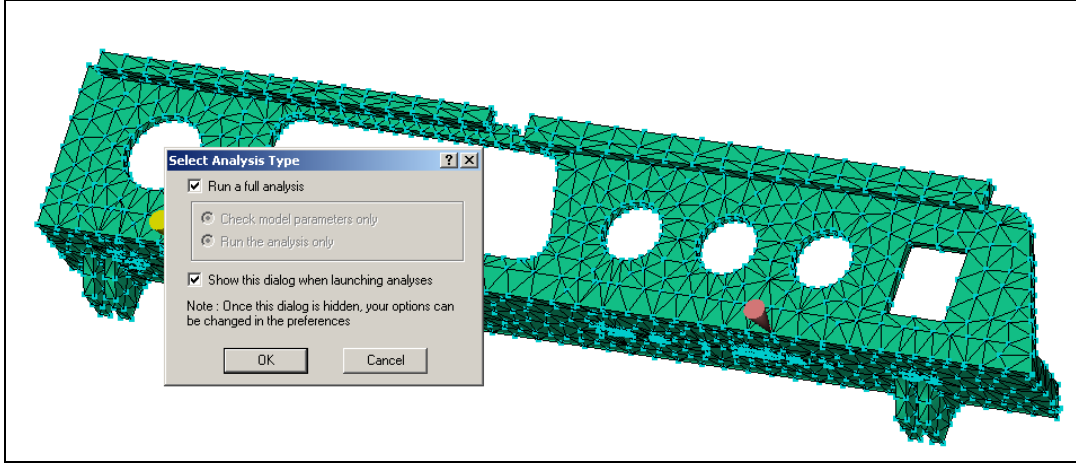
Şekil 5. 16 Malzeme atanması

Seçilen malzeme için önerilen kalıp parametreleri isteniyorsa Process Settings Wizard/ Proses Ayarları Sihirbazı üzerinden değiştirilebilir (bkz. Şekil 5. 17).



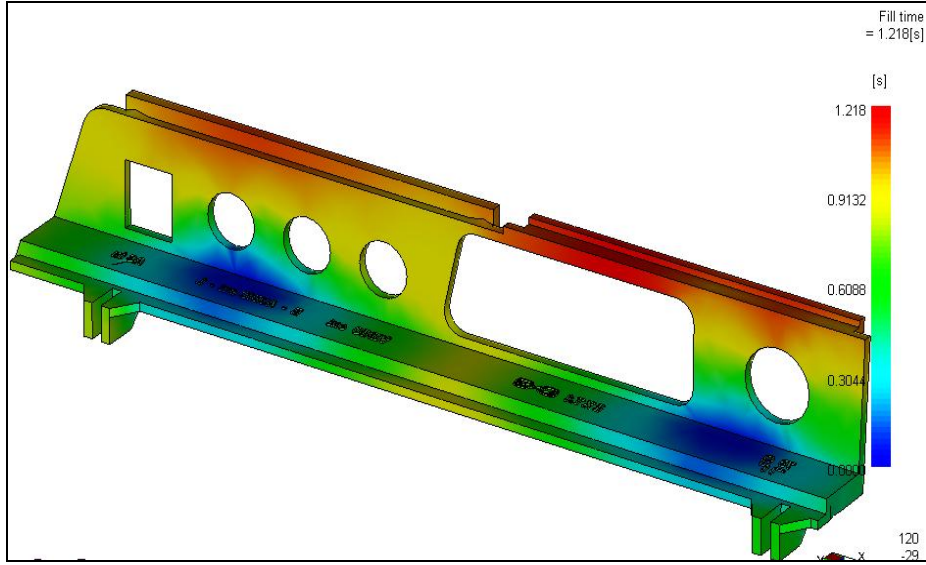
Şekil 5. 17 Enjeksiyon parametrelerinin girilmesi

Tüm bu işlemlerin tamamlanması ile analiz başlatılmak için hazırdır (bkz. Şekil 5. 18).



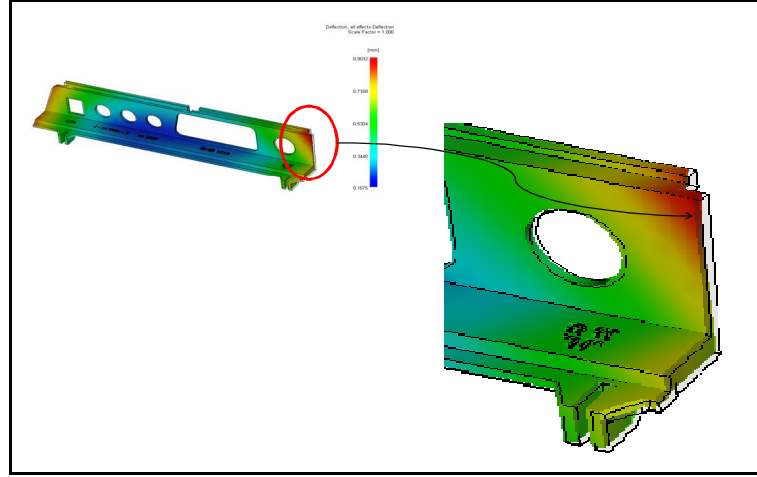
Şekil 5. 18 Analizin başlatılması

Analiz sonrası Results/Sonuçlar listesindeki listeden istediğimiz sonucu detaylı inceleyebiliriz. Analiz sonrası kalıbın dolma süresi/Fill Time (sn) Şekil 5. 19 deki gibi hesaplanmıştır.



Şekil 5. 19 Kalıp dolma süresi

Buna ek olarak Deflection yani parça üzerindeki ebatsal sapmalar, köşelerde 0.9 mm civarında hesaplanmıştır ki kabul edilebilir DEĞİLDİR.

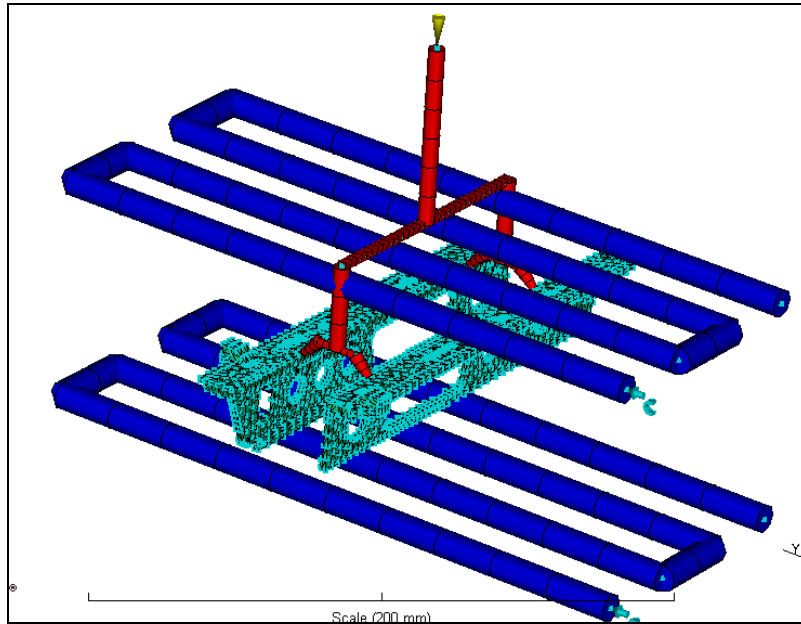


Şekil 5. 20 Parça üzerindeki sapmaların görüntülenmesi

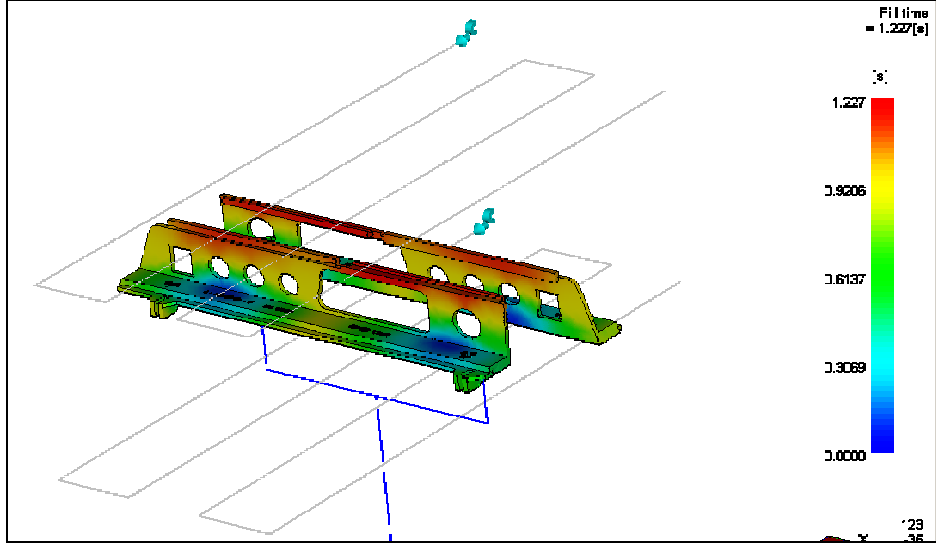
Akış sonrası parça üzerinde oluşacak kaynak çizgilerinin muhtemel yerleri, analiz sonunda resimdeki gibi belirlenmiştir. Bu çizgiler temel olarak 2 sebepten oluşur.

- Farklı sıcaklıkta, kalıp içerisinde birbirine çarpan erimiş plastiklerden
- .Göreceli soğuk erkeğe çarpan erimiş plastiklerden.

Ölçü sapmasının kabul edilmez olması üzerine sisteme yolluklar, soğutma kanalları, soğutma sıvısı gibi detaylara da girilerek analiz tekrarlanarak, daha sağlıklı sonuçlar alınmıştır.

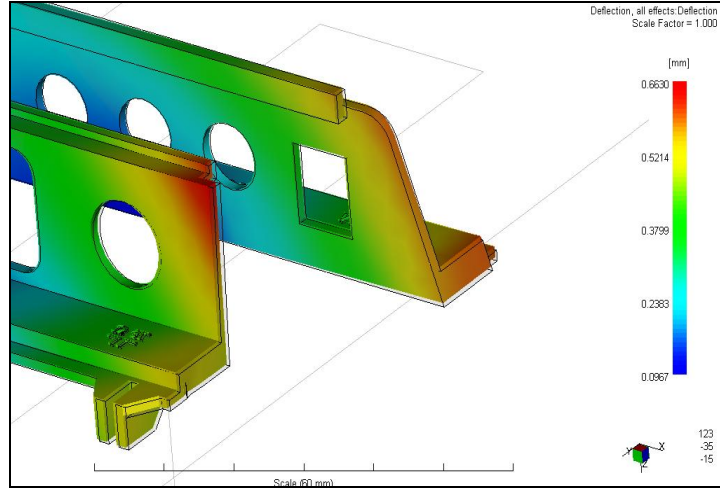


Şekil 5. 21 Parçanın kalıpta yerleşimi



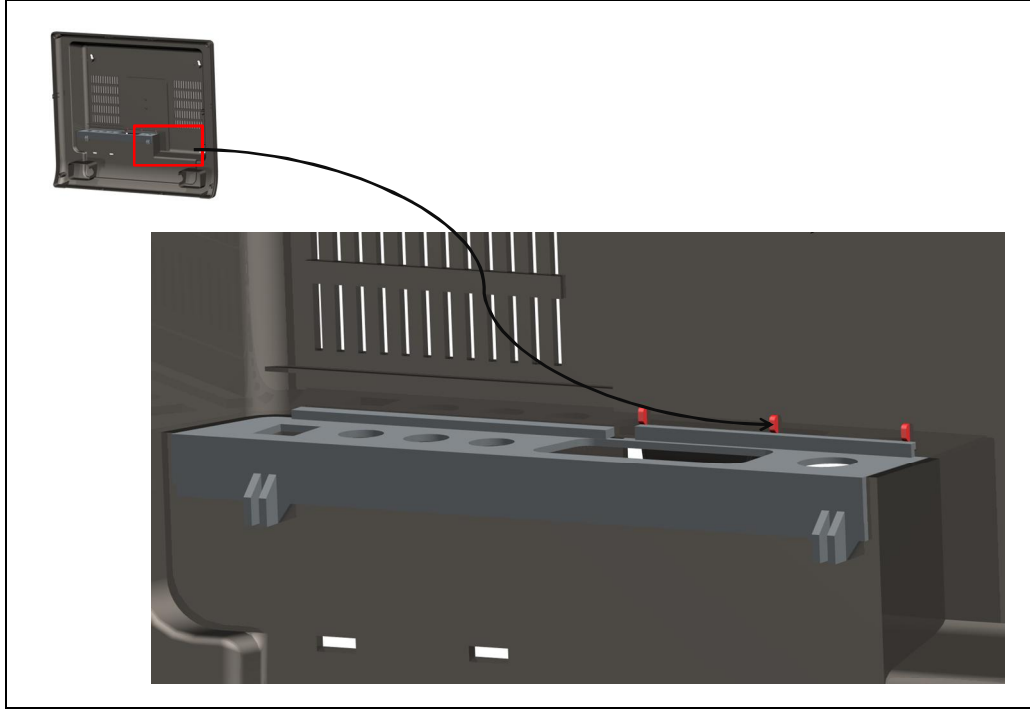
Şekil 5. 22 Kalıp dolma süresinin görüntülenmesi

Bu bölgedeki sapma sonucu analiz tekrarlandığında Şekil 5. 23 deki görüldüğü üzere 0.6 mm olarak hesaplanmıştır ki bu da kabul edilebilir bir değerdir. Söz konusu sapmanın engellenmesi geometri değişimi olmaksızın mümkün değildir. Parçanın monte edildiği yerde, sapmayı önleyecek yeterlilikte bir değişikliğe izin verecek hacimsel boşluk da yoktur. Bu nedenle, başka bir çözüm yoluna gidilerek, sorunu tedavi etmek yerine semptomların giderilmesi yoluna gidilecektir.



Şekil 5. 23 Ebatsal sapmaların görüntülenmesi

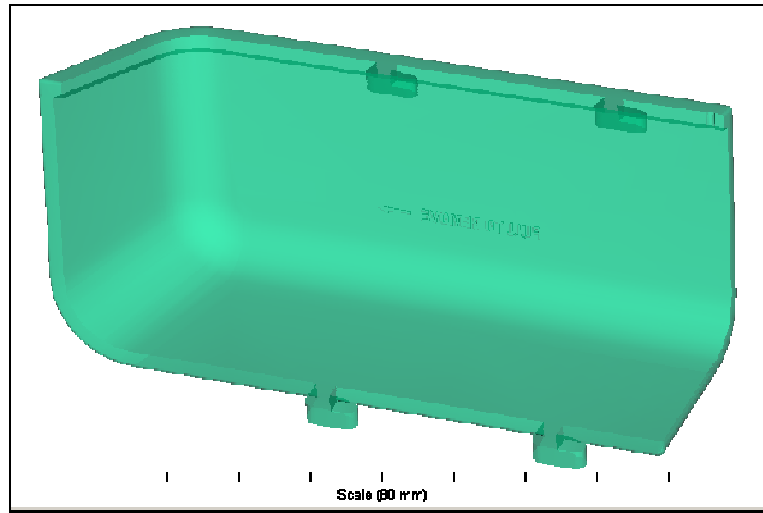
Her ne kadar sapma kabul edilebilir düzeyde de olsa, montajda hiçbir sorun olmaması için arka kapağa Şekil 5. 24 de kırmızı renkte gösterilen federler eklenerek parçanın montaj sırasında kendini düzeltmesi sağlanmıştır.



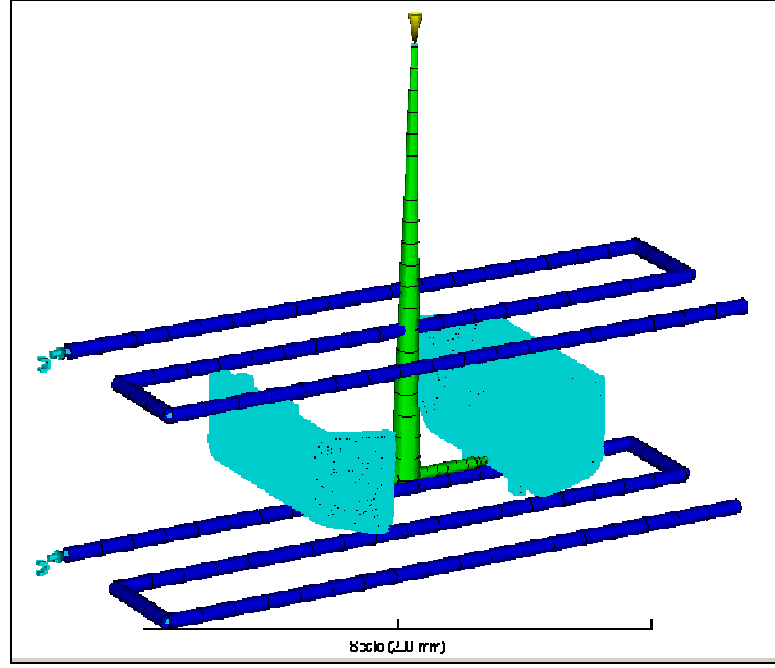
Şekil 5. 24 Analiz sonucu uyarınca alınan mekanik önlemler

5.4 Küçük Kapak Akış Analizi

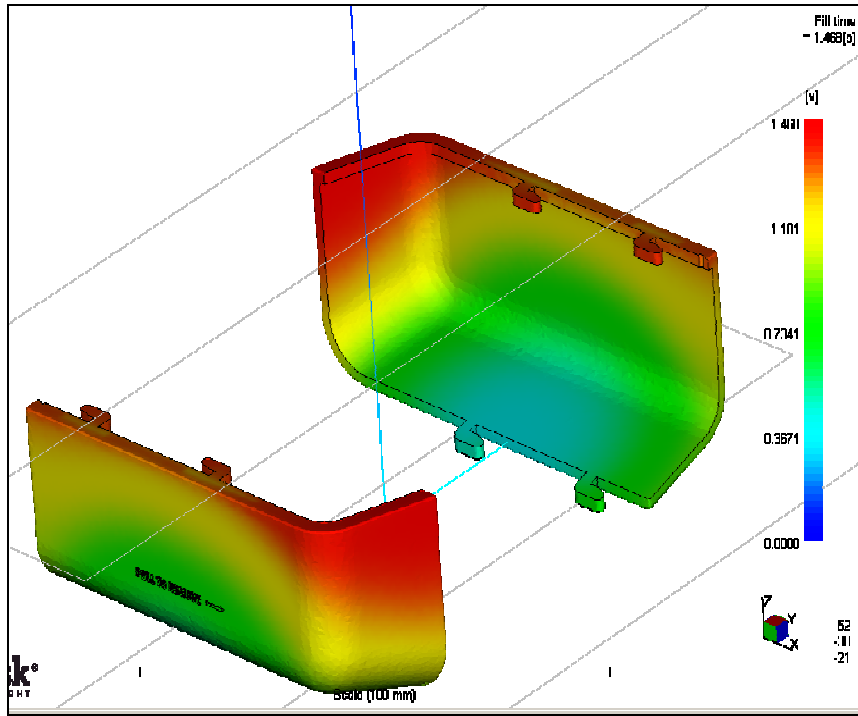
Söz konusu analizden görseller aşağıda verilmiştir.



Şekil 5. 25 Parça genel görünümü



Şekil 5. 26 Küçük kapak kalıp yerleşimi



Şekil 5. 27 Kalıp dolma süresinin görüntülenmesi

BÖLÜM 6

CFD ANALİZLERİ

Hesaplamalı akışkanlar mekaniği analizleri, endüstrinin birçok alanında kullanılmakla beraber tüketici elektroniği sektöründe genellikle elektronik devrelerin ısı analizlerinde kullanılırlar. Bu analizler kullanılarak, soğutucuların yeterliliği, havalandırma deliklerinin yapısı, uç durumlarda da malzemelerin ısı zorlanmalarına karşı dayanımları kontrol edilir.

Tasarlanan parçalar, bu yazılımlar ile kalıpları üretilmeden önce incelenerek, kalıplama sonrası problem olabilecek noktaları belirlemek için kullanılırlar ve bu anlamda oldukça verimli ve maliyet açısından da oldukça kazançlıdırlar.

Ürün tasarım sürecinin son ve genelde de en pahalı halkası olan kalıp imalatı sürecinden önce böyle bir kontrol olanağı olası hataları belirlemek açısından mühendisler için ayrı önem taşır. Bu nedenle, kalıplama öncesi LCD televizyonumuzun parçalarının akışkan analizleri ile nihai bir kontrol yapılmış ve aşağıda raporlanmıştır.

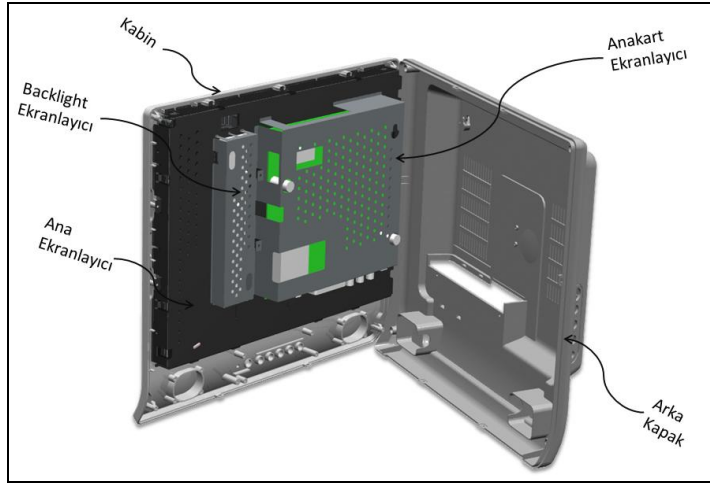
6.1 Analiz Öncesi Hazırlıklar / Optimizasyon

Televizyonumuza ısı analiz yapmadan önce; göz ardı edilebilir bir hata payını kabullenerek, geometri optimizasyonu yaparak, işlem süreleri oldukça kısaltılabilir. Optimizasyon öncesi görünüm Şekil 6. 1 deki gibidir.



Şekil 6. 1 Ürün genel görünümü

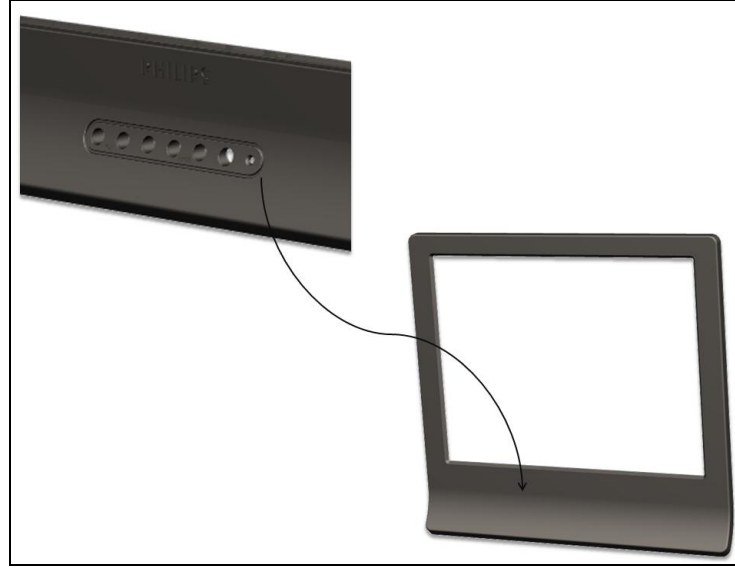
Isıl akışını etkileyen ve üzerinde optimizasyon yapılacak parçalar Şekil 6. 2 de görülmektedir.



Şekil 6. 2 Optimizasyon yapılacak parçalar

6.1.1 Kabin Optimizasyonu

Analiz sonuçlarına çok düşük bir etkisi olduğu kabulü ile kabin ön yüzündeki delikler kapatılmıştır.



Şekil 6. 3 Kabin deliklerinin iptali

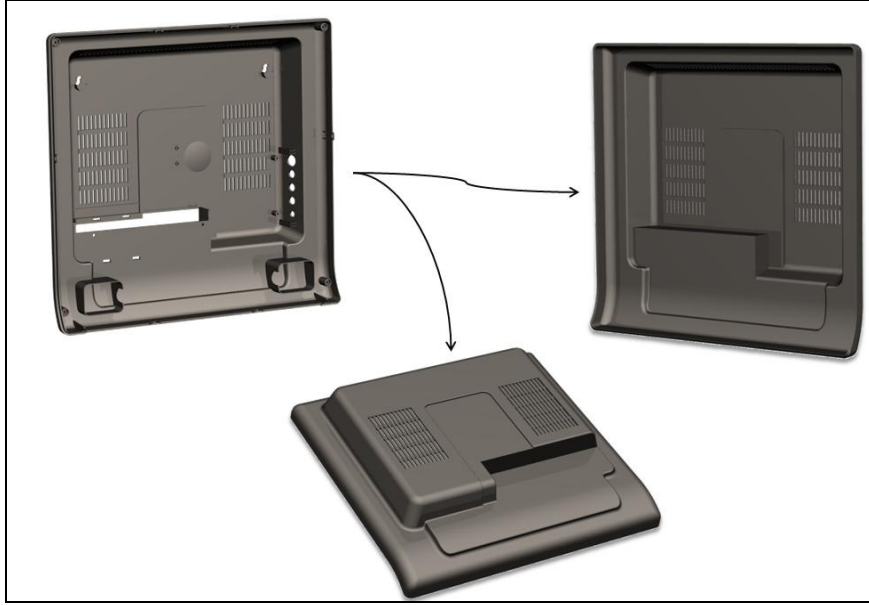
Analiz sonuçlarına çok düşük bir etkisi olacağı kabulü ile kabin arka yüzeyindeki tüm feder ve bosslar iptal edilmiştir.



Şekil 6. 4 Kabin boss ve federlerinin iptali

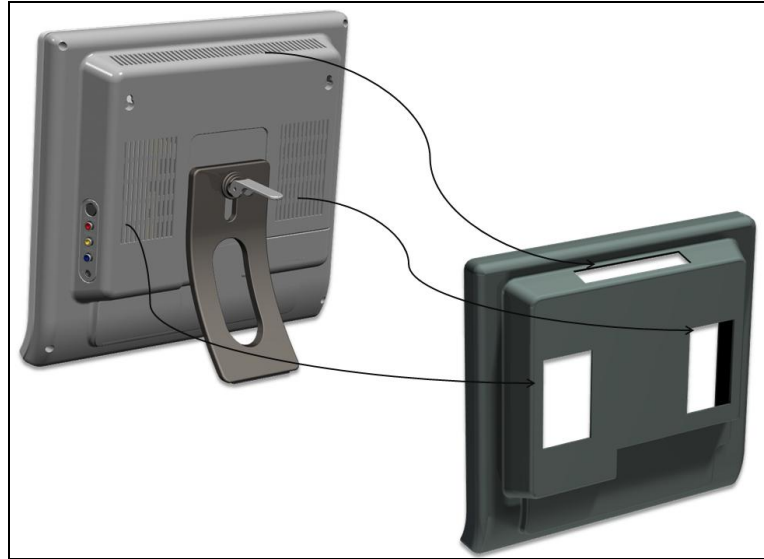
6.1.2 Arka Kapak Optimizasyonu

Analiz sonularına çok düşük bir etki göstereceği kabul edilerek, arka kapaktaki havalandırma kanalları hariç tüm delik, feder ve bosslar iptal edilmiştir.



Şekil 6. 5 Havalandırma deliklerinin iptali

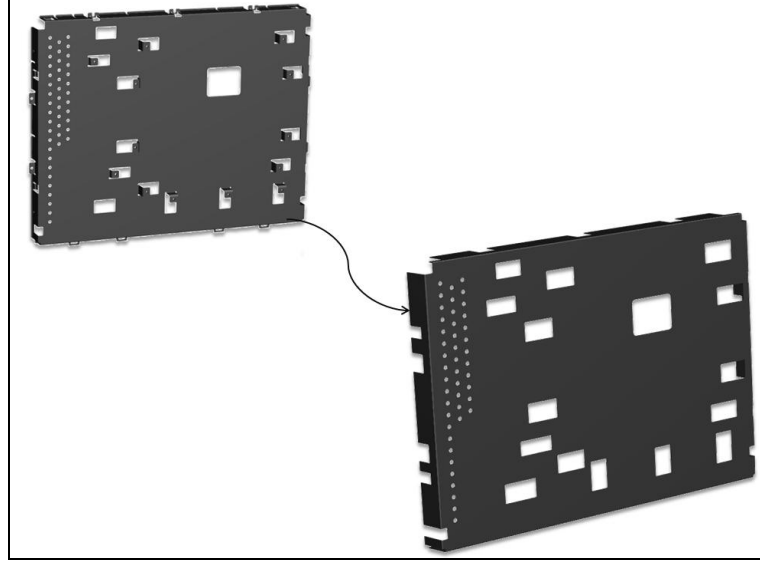
Ayrıca, havalandırma deliklerinin parçalı yapısı, basitleştirilerek şekildeki gibi tek parçalı açıklık haline getirilmiştir. Pencere alanları, toplam havalandırma yüzeyleri sabit kalacak şekilde açılmıştır.



Şekil 6. 6 Eşdeğer havalandırma deliklerinin açılması

6.1.3 Ana Ekranlayıcı Optimizasyonu

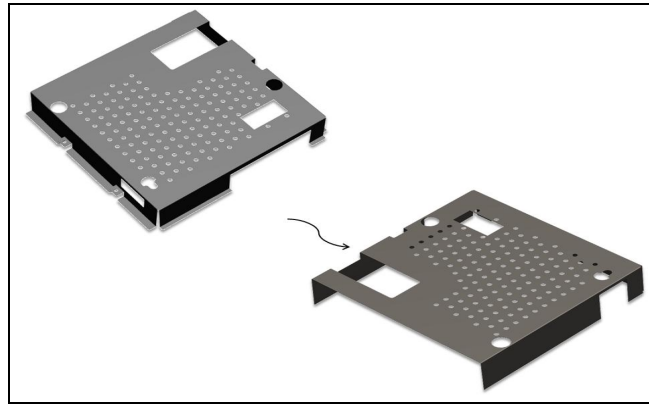
Ana ekranlayıcıdaki tüm montaj ayakları kaldırılmıştır. Ayrıca havalandırma kanalları hariç tüm delik, feder ve bosslar iptal edilmiştir. Ayrıca sıvama derinlikleri derin olmadığından, sıvmalı delikler normal deliğe çevrilmiştir.



Şekil 6. 7 Ana ekranlayıcı optimizasyonu

6.1.4 Anakart Ekranlayıcı Optimizasyonu

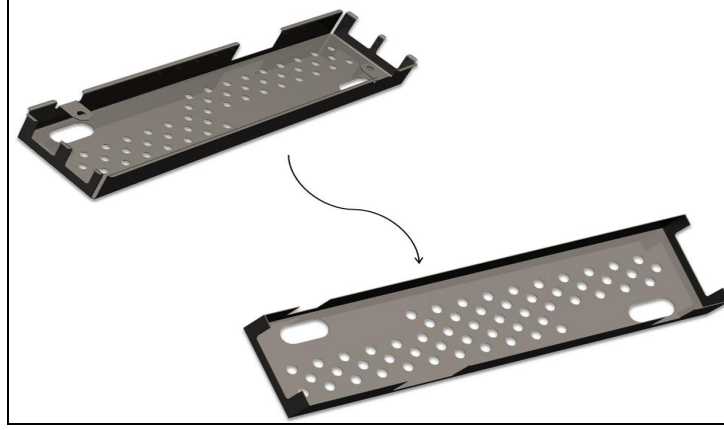
Anakart ekranlayıcıdaki tüm montaj ayakları kaldırılmıştır. Buna ek olarak tüm büküm kenarlarda iptal edilerek düz kenar şekline getirilmiştir.



Şekil 6. 8 Anakart ekranlayıcı optimizasyonu

6.1.5 Backlight PCB Ekranlayıcı Optimizasyonu

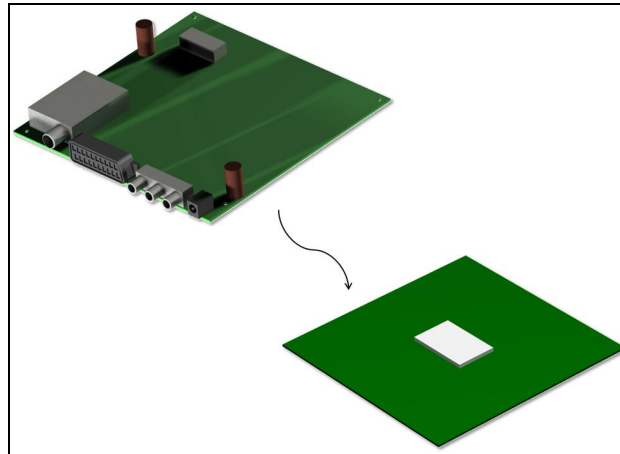
Backlight PCB ekranlayıcıdaki tüm montaj ayakları kaldırılmıştır. Buna ek olarak tüm büküm kenarlar iptal edilerek düz kenar şekline getirilmiştir.



Şekil 6. 9 Backlight PCB ekranlayıcı optimizasyonu

6.1.6 Anakart Optimizasyonu

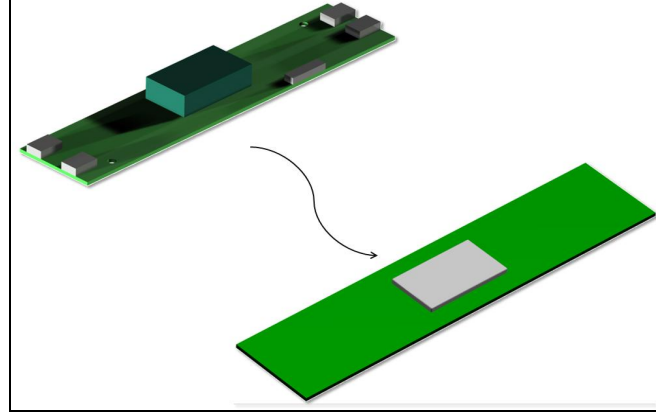
Anakart üzerinde bulunan yongaların yaydığı toplam ısı miktarına eşdeğer bir ısı kaynağı, şekildeki gibi kullanılarak, sistem aynı ısı üretim parametrelerine sahip fakat geometrik açıdan daha basit bir modele indirgenmiş olur. CFD analizi için hazırlanan temsili katı model temsili model eşdeğer ısı yaymaktadır.



Şekil 6. 10 Anakart optimizasyonu

6.1.7 Backlight PCB Optimizasyonu

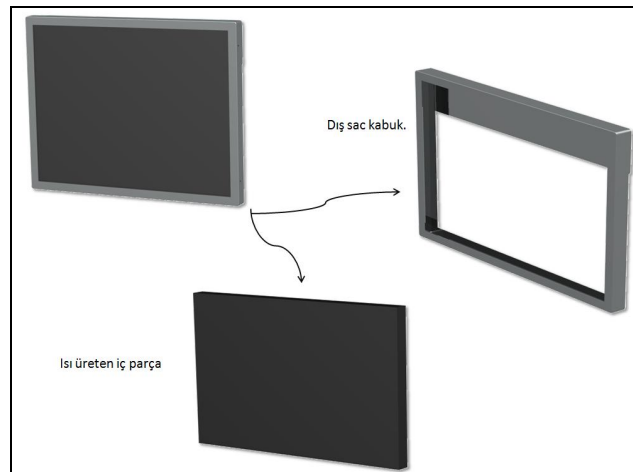
Backlight PCB üzerinde bulunan yongaların yaydığı toplam ısı miktarına eşdeğer bir ısı kaynağı şeklindeki gibi kullanılarak, sistem aynı ısı üretim parametrelerine sahip olmasına rağmen geometrik açıdan daha basit bir modele indirgenmiş olur. CFD analizi için hazırlanan temsili katı model temsili model eşdeğer ısı yaymaktadır.



Şekil 6. 11 Backlight PCB optimizasyonu

6.1.8 LCD Panel Optimizasyonu

LCD Ekran programa 2 farklı parça olarak tanımlanmıştır. Isı üreten iç parça ve dış sac kabuk.

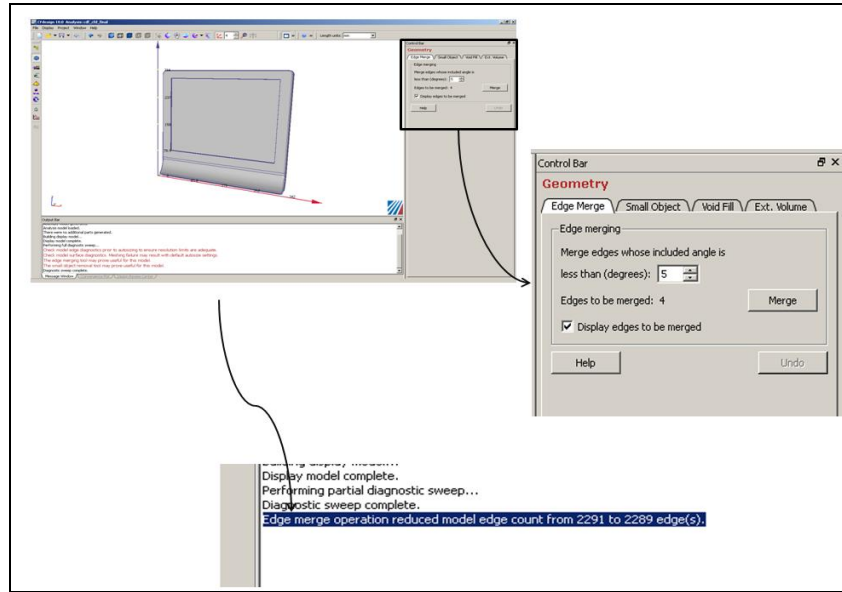


Şekil 6. 12 LCD Panel optimizasyonu

6.2 Analiz Parametrelerinin Tanımlanması

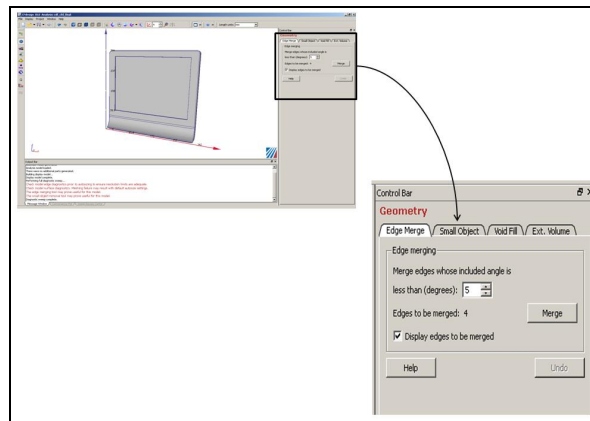
6.2.1 Yüzey/Geometri İşlemi

Katı modelimiz açıldıktan sonra ilk olarak Geometry Menü Çubuğu altından Edge Merge komutu ile format dönüşümünden kaynaklanan köşegen hataları düzeltilmiştir.



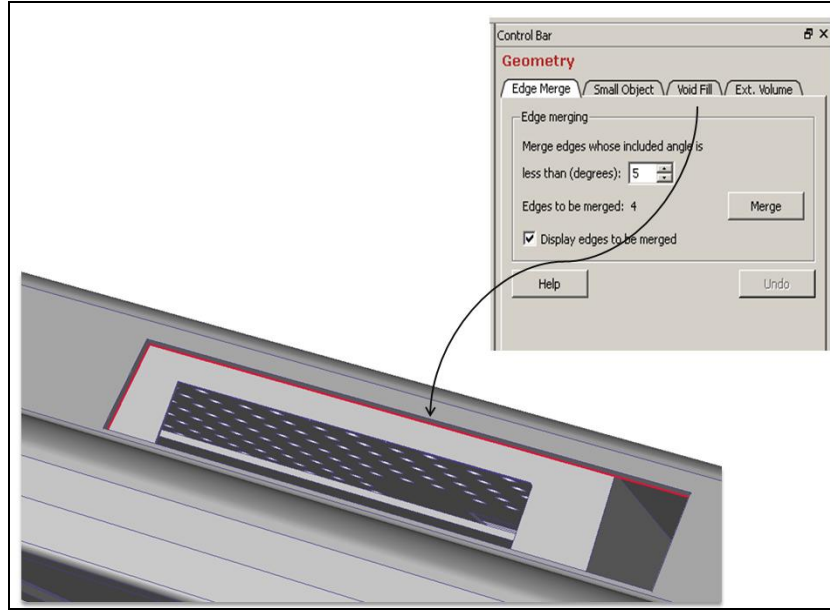
Şekil 6. 13 Yüzey işlemleri / edge merge

Yine aynı menü altından Small Object komutu yine ile format dönüşümünden kaynaklanan katı model (noise reduction) hataları düzeltilmiştir.



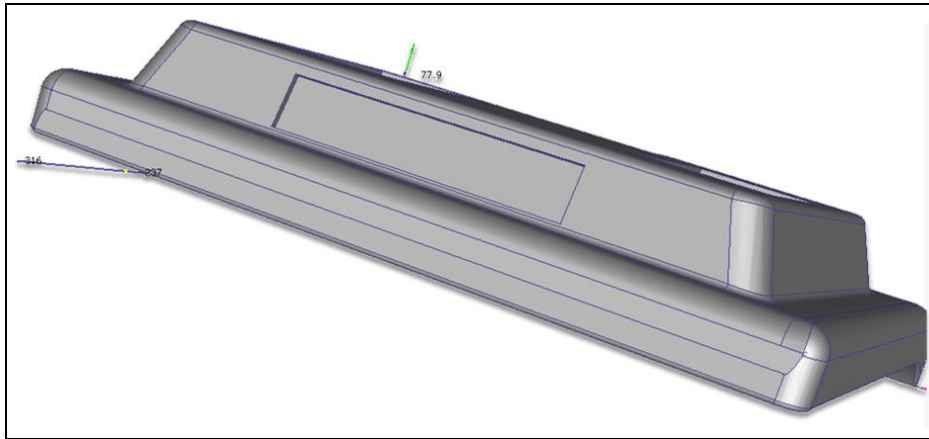
Şekil 6. 14 Küçük parçacıkların silinmesi

Sonraki işlem havalandırma deliklerinin tanımlanmasıdır. Geometri menü altından Void Fill komutu ile havalandırma deliklerinin sınırları Şekil 6. 15 deki gibi tanımlanır.



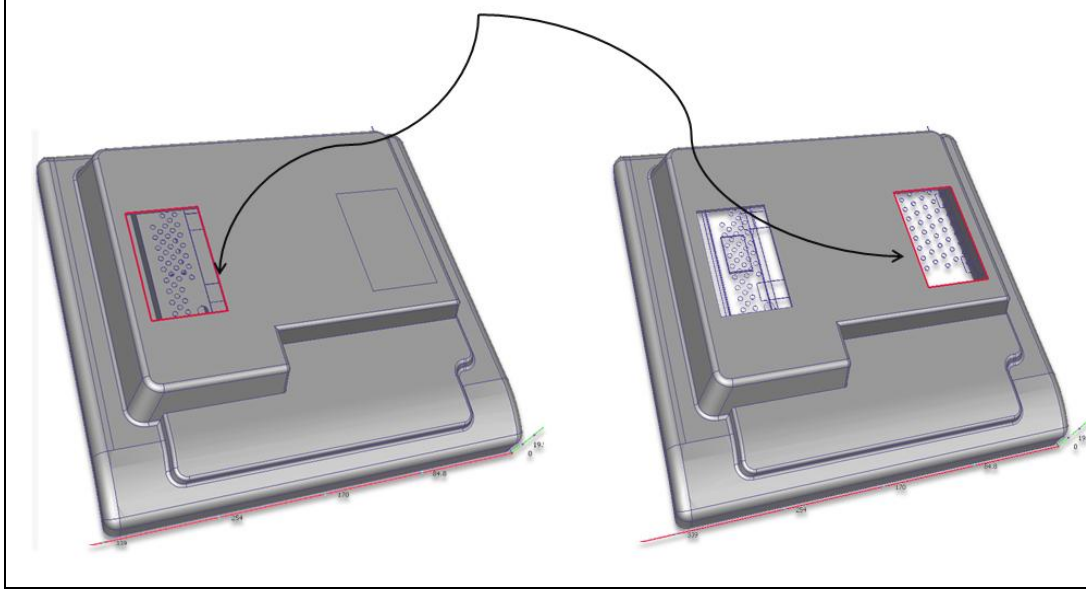
Şekil 6. 15 Akışkan girişlerinin tanımlanması

İşlem sonrası havalandırma deliği Resim 6. 16 deki gibi görünür.

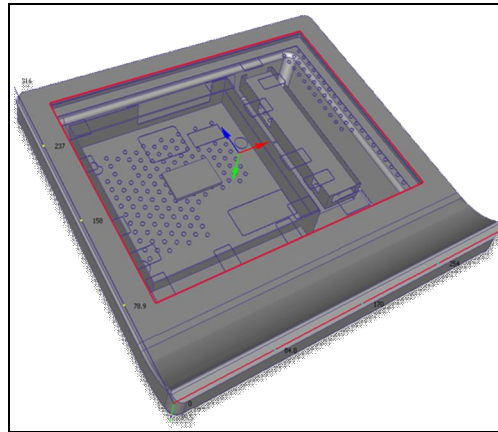


Şekil 6. 16 İşlem sonrası delik görünüm genel görünümü

Şekil 6. 17 de görülebileceği üzere arka kapak üzerindeki diğer 2 deliğinde aynı şekilde sisteme tanıtılmasını takiben, Şekil 6. 18 'de kırmızı çizgilerle belirtilen ön pencerenin de tanımlanması ile bu aşama sonlandırılır.



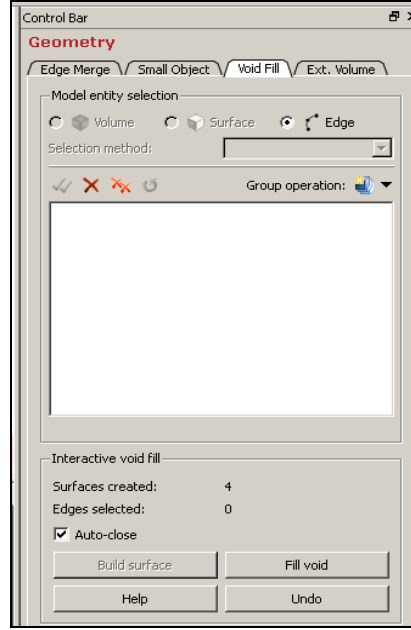
Şekil 6. 17 Arka kapak giriş havalandırmalarının tanımlanması



Şekil 6. 18 Panel yüzeyinin tanımlanması

Akış analizinin yapılması için gerekli tüm açıklıkları kapatarak, akış hacminin oluşturulması için tüm aşamalar tamamlanmıştır. Sıradaki adım, hava akışının gerçekleştiği hacmi (kabin ve arka kapak arasında kalan hacimden, komponent hacimlerini de çıkardığımızda geriye kalan hacim) tanımlamaktır. Bunun için yine geometri menüsü altından Void Fill komutu ile ilgili hacim tanımlanmış olur. Böylelikle

yazılım, katı modellere gelen parçalara ek olarak yeni bir hacimsel parça daha oluşturur. Malzeme atamaları aşamasına gelindiğinde bu parçanın malzemesi Fluid_Air_Buoyancy olarak atanarak akışın burada olacağı sisteme tanımlanacaktır.(Program otomatik olarak parçaya Fluid_Air_Constant malzemesini atayacaktır)



Şekil 6. 19 Akış boşluğunun oluşturulması

Söz konusu hacimsel parçayı yaratmak analizin devam edebilmesi için zorunludur. Bu nedenle parça oluşturma işlemini Log/Rapor panelinden kontrol etmek gerekir. “ One additional part generated”/ 1 adet ek paça yaratıldı” ibaresi ilgili hacmin yaratıldığını belirtir.



Şekil 6. 20 Geometri mesajlarının görüntülenmesi

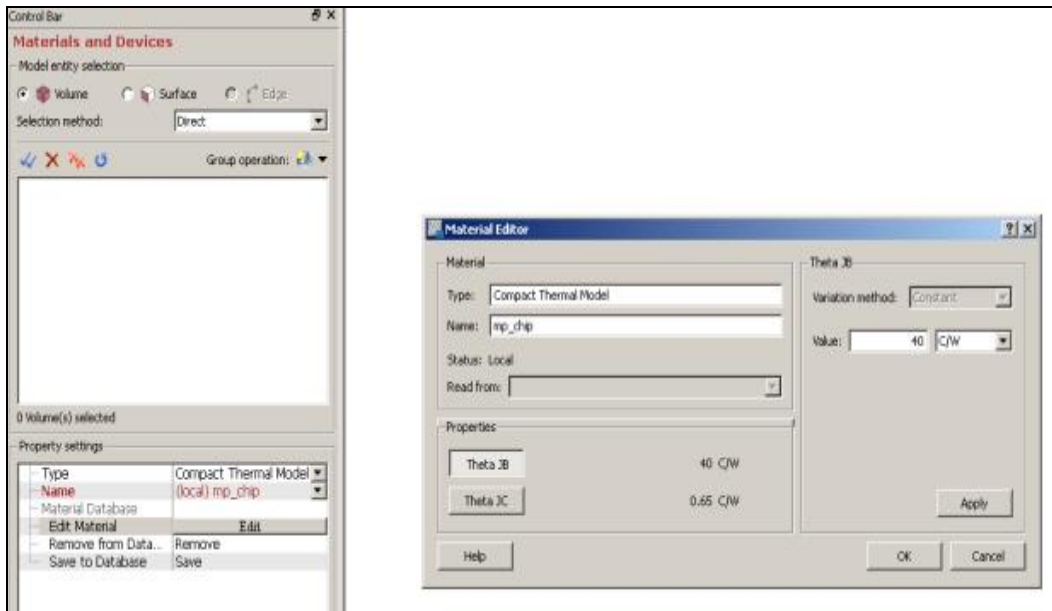
Bu kontrol ile beraber tüm geometrik tanımlamalar yapılmış olur. Sıradaki adım bu geometrilerin malzeme özelliklerinin tanıtılmasıdır.

6.2.2 Malzemelerin Tanımlanması ve Atanması

Öncelikle analizde kullanılacak, fakat malzeme kütüphanesinde olmayan malzemelerin tanımlanacaktır, takiben tüm parçalara malzemeler atanacaktır.

6.2.2.1 İşlemci Malzemesinin Tanımlanması

İşlemci malzemesi Materials & Devices menüsü altından “Material Type: Compact Thermal Model” olarak seçilip, Edit altından Şekil 6. 21 de görülen değerlerin arayüze girilmesiyle tanımlanabilir. Analimize konu olan işlemci malzemesi için Theta JB = 40 C/W (watt başına celcius) ve Theta JC = 0.65 C/W dir.



Şekil 6. 21 İşlemci malzemesinin tanımlanması

6.2.2.2 PCB Malzemesinin Tanımlanması

PCB malzemesi ise Materials & Devices menüsü altından, “Material Type: Printed Circuit Board” olarak seçilip, Edit altından Şekil 6. 22, Şekil 6. 23 ve Şekil 6. 24 de görülen arayüze değerlerin girilmesiyle tanımlanabilir. Analimize konu olan PCB malzemesi için kalınlık 1.6 mm. dir ve sınıfı FR4 tür. PCB malzemesinin katmanları için malzeme ve yüzde değerleri de Şekil 6. 23 de verilmiştir.

Total PCB Thickness

Variation Method Constant

Value 1.6 millimeter

Apply

Şekil 6. 22 PCB kalınlığının girilmesi

Traces And Planes

Material Copper_Constant

Using the same units as the Total PCB Thickness shown.

	Thickness	%Metal
1	0.07	20
2	0.035	95
3	0.07	20
4	0.035	95
5		
6		
7		
8		
9		
10		

Coverage Exponent E 2

E = 1 for Strips of Grids
E = 2 for Spots or Islands

Insert
Delete
Import...
Save...
Apply

Şekil 6. 23 PCB katmanlarının girilmesi

Dielectric

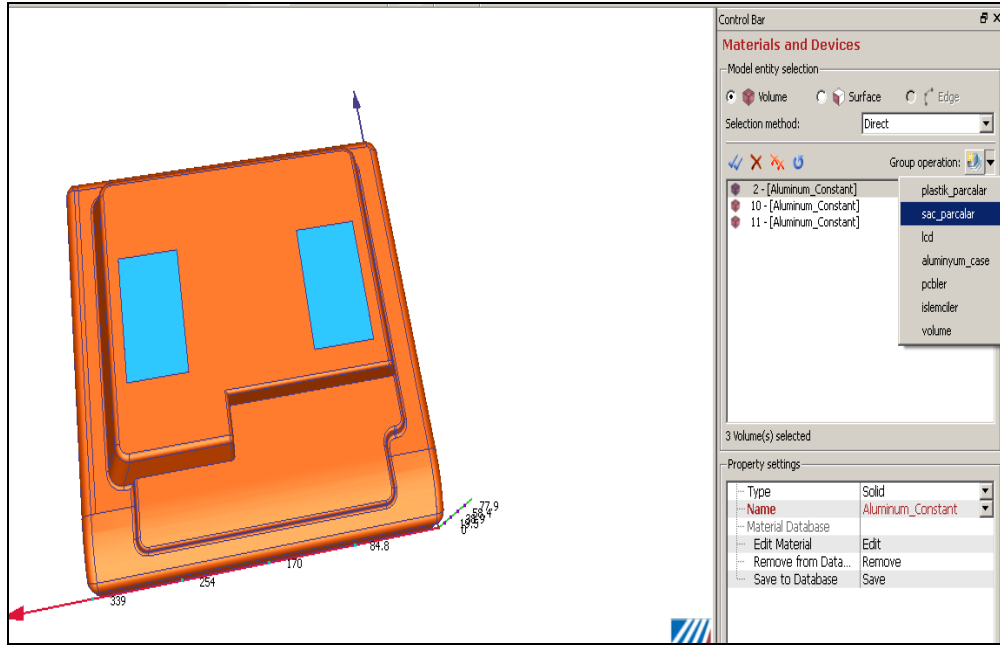
Dielectric Material FR4

Apply

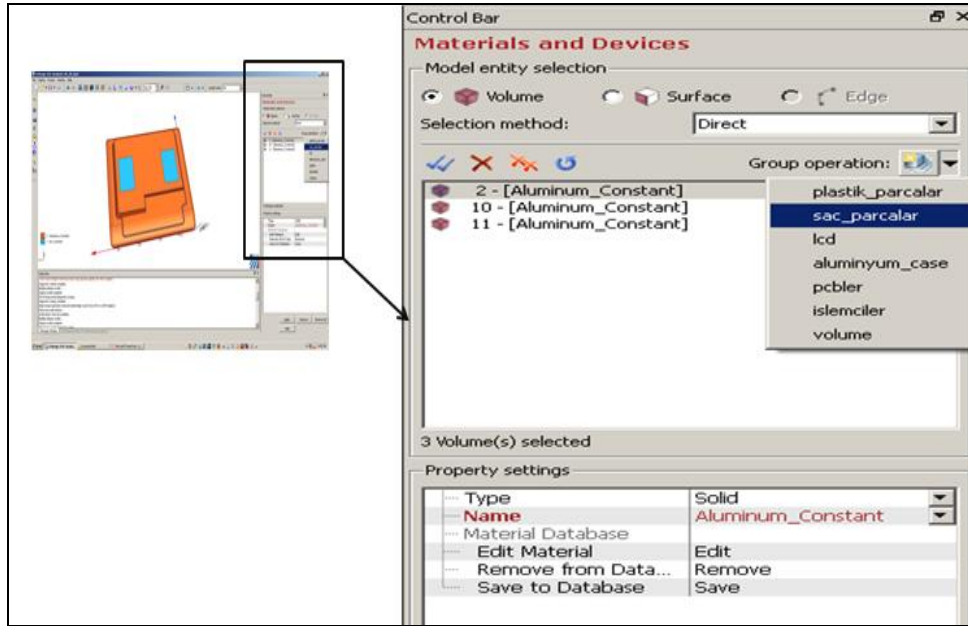
Şekil 6. 24 PCB dielektrik sınıfının girilmesi

Malzeme kütüphanesine kullanacağımız standart dışı malzemelerin özelliklerini de tanımladığından, parçalara malzemeler atanması aşamasına gelinmiştir.Söz konusu

atama için parçalar seçilip, malzeme kütüphanesi arabiriminden karşılık gelen malzeme seçimi yapılır. Aynı malzemenin birden fazla malzemeye atanması için, aynı özellikteki parçalar daha önceden oluşturulmuş Malzeme Layer/ Katmanları üzerinden de yapılabilir. (bkz. Şekil 6. 25 ve 6. 26)



Şekil 6. 25 Layerlar üzerinden birden fazla parçaya malzeme atanması-1



Şekil 6. 26 Layerlar üzerinden birden fazla parçaya malzeme atanması-2

Tüm malzemelerin atanmasını takiben kullanılan malzemeler ekranın sol alt köşesinde Şekil 6. 27 deki gibi listelenmektedir.

6	Gass_Constant
5	ekim_islemci
4	ekim_pcb
3	Stainless Steel 304
2	Ar_Constant
1	ABS_Polycarbonate

Şekil 6. 27 Atanan malzemelerin listesi

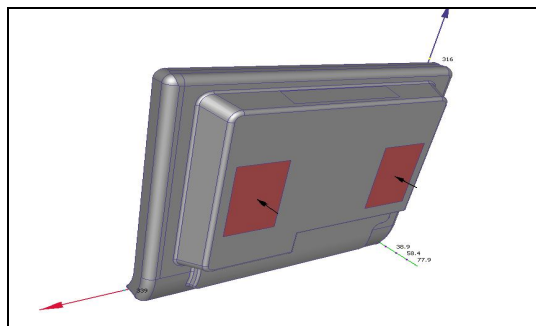
6.2.3 Sınır Koşullarının (Boundry Conditions) Belirlenmesi

Malzemelerin atanmasını takiben Boundry Conditions/ Sınır Şartları belirlenecektir.

Arka Yüzeydeki Havalandırma Delikleri: Oda koşullarındaki hava bu deliklerden gireceğinden sınır başlangıç koşulları şekildeki gibi belirlenmiştir.

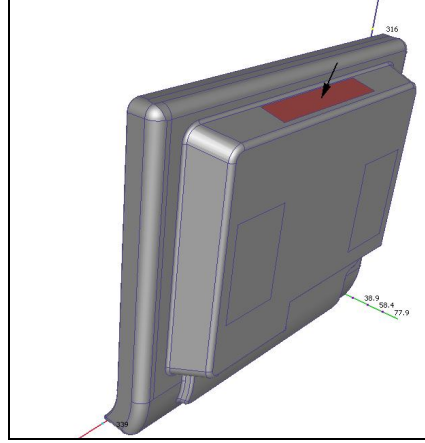
P (Basınç) = 0 Pa (Oda Koşullarında Hava Basıncı 1 atm=101,3 kPa olmasına rağmen doğal konveksiyon analizi için girişler 0 Pa olarak girilir.)

T (İçeri Giren Hava sıcaklığı Sıcaklık) = 25 ° C (Oda Sıcaklığı)

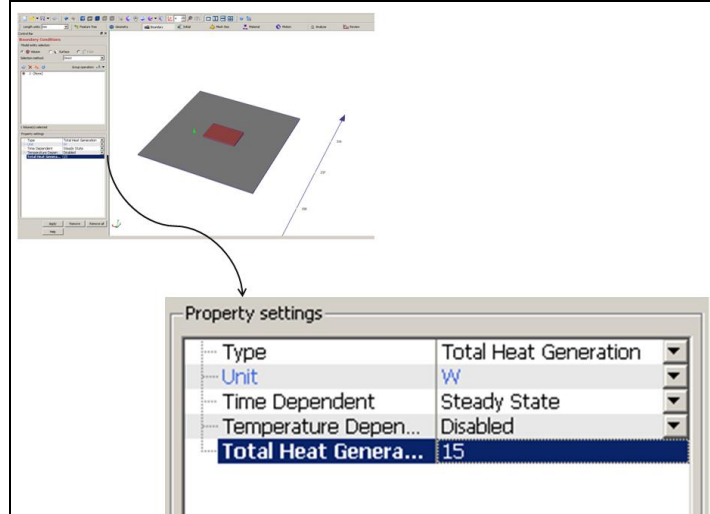


Şekil 6. 28 Sınır koşullarının tanımlanması

Üst Yüzeydeki Havalandırma Delikleri: P (Basınç) = 0 Pa (Oda Koşullarında Hava Basıncı 1 atm=101,3 kPa olmasına rağmen doğal konveksiyon analizi için girişler 0 Pa olarak girilir.) T (İçeri Giren Hava sıcaklığı Sıcaklık) = Buradan çıkan hava sıcaklığı analiz sonucu hesaplanacağından giriş şartı tanımlanmamıştır.



Şekil 6. 29 Akışkan çıkışında sınır koşullarının tanımlanması



Şekil 6. 30 Isıl koşuların tanımlanması

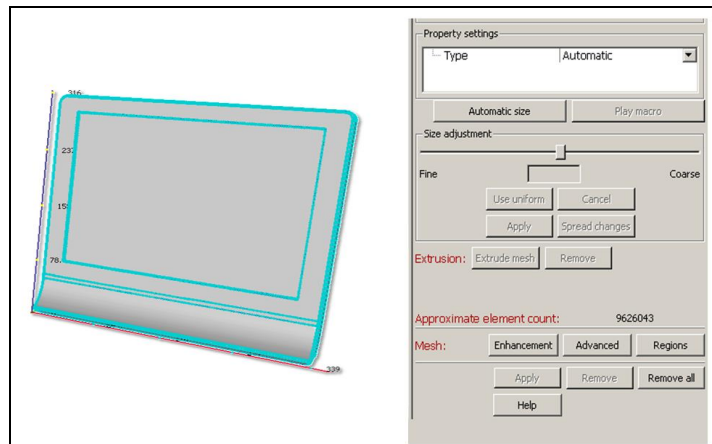
Kartlar üzerindeki işlemciler tükettikleri elektrik nedeniyle ısı ürettiklerinden çevrelerindeki havayı ısıtırlar. Isınan havanın yükselmesinin detaylarını bu analizle çözmeye çalıştığımız akışı yaratır. Malzeme özelliklerini daha önceden tanımladığımız işlemciler için sınır koşulu olarak

T (Total Heat Generation: Toplam Isı Yaratımı) : 15 watt olarak belirlenmiştir (10 Watt Anakart İşlemcisi ve 5 W Backlight PCB işlemcisi için olmak üzere) .

Tüm geometrik ve matematiksel tanımlama işlemleri böylelikle tamamlanmış olup ve meshleme işlemine geçilebilir. Sonlu elemanlar yöntemi kullanılarak yapılan analizler için mesh ebat ve tiplerinin belirlenmesi; analiz sonuçlarının doğruluğu, toplam işlem süresi gibi temel parametreleri etkilediğinden, dikkatli belirlenmesi gereken değerlerdir. Bu nedenle meshleme işlemine geçilmeden önce nasıl bir analize ihtiyacımız olduğu iyi tespit edilmelidir.

Televizyonumuz için yapacağımız analiz, genel olarak problem yaratacak bir durum olup olmadığını kontrol edeceğimiz, kaba bir fikir sahibi olmamızın yeterli olduğu bir analizdir. Televizyon yüzeylerindeki sıcaklıkların el yakmaması ve yerel sıcaklıkların o noktaki malzemelerin dayanım değerlerini geçmemesi ve havalandırma yüzeylerinin yeterliliği başlıca kontrol edeceğimiz noktalar. Bu nedenle 1-2 ° Celcius derecelik farklar çok önemli değildir. Bu nedenle çok küçük mesh ebatları kullanımına gerek yoktur (mesh ebatları küçüldükçe analizin doğruluğu ve işlem süresi artar)

Mesh ebatlarının yazılım tarafından tüm geometrilerin değerlendirilmesi ile otomatik olarak belirlenen değer, bu analiz için bize ihtiyacımız olan optimum çözümü sağlayacaktır.

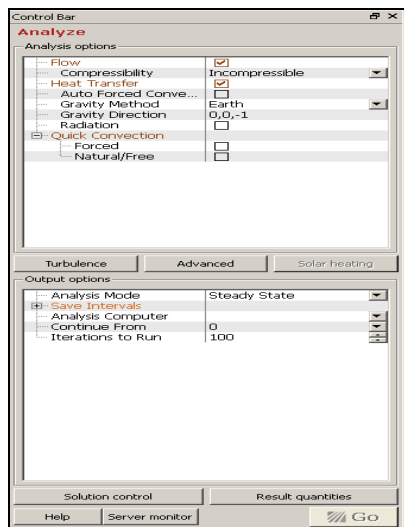


Şekil 6. 31 Meshleme işleminin yapılması

Meshleme işleminin tamamlanması ile birlikte artık analizin çözdürülmesi işlemine başlanabilir. Burada yapılacak analiz, ısınan yongaların yaydığı ısının havaya ve komponentlere taşınması, komponentlerin ve havanın bu ısıya verdikleri tepkinin araştırılmasına yöneliktir. Analiz tipi bu nedenle doğal ısı ve akış taşınımı olarak irdelenecektir.

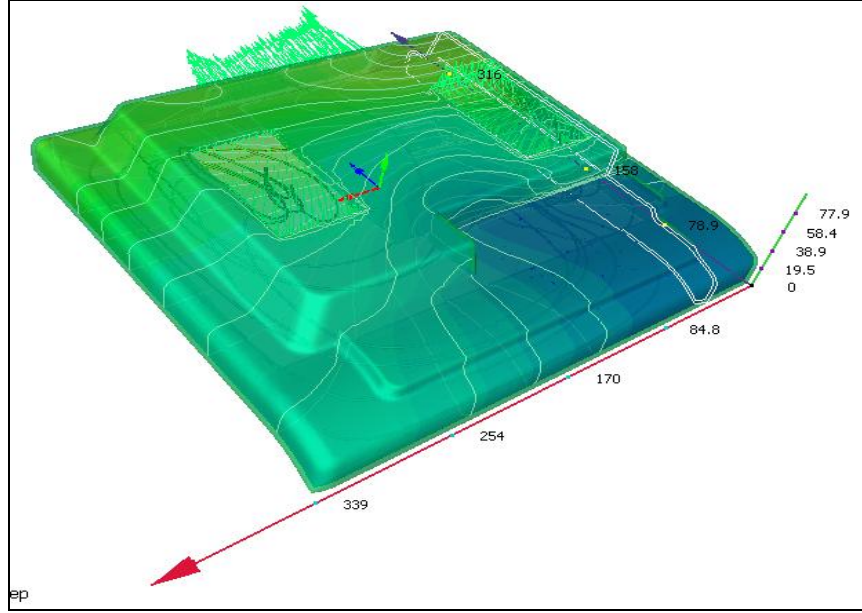
Televizyonlar kapalı mekânlarda kullanılacağından:

- Herhangi bir dış akış olmadığı
- Güneş ışığına direk maruz kalmadığı
- Radyasyonun etkilediği
- Havanın nem değerinin önemli olmadığı
- Akış hızlarının Sub-Sonic/ Ses Hızından düşük değerlerde olacağı ön kabulleri yapılmıştır.
- Sisteme sadece, havanın akışını etkileyeceğinden, yerçekimi ivmesi $g=10$ m/sn² ve vektörel yönü olarak da (0,0,-1) yani (-) Z eksenini tanımlanmıştır ve analiz başlatılmıştır.



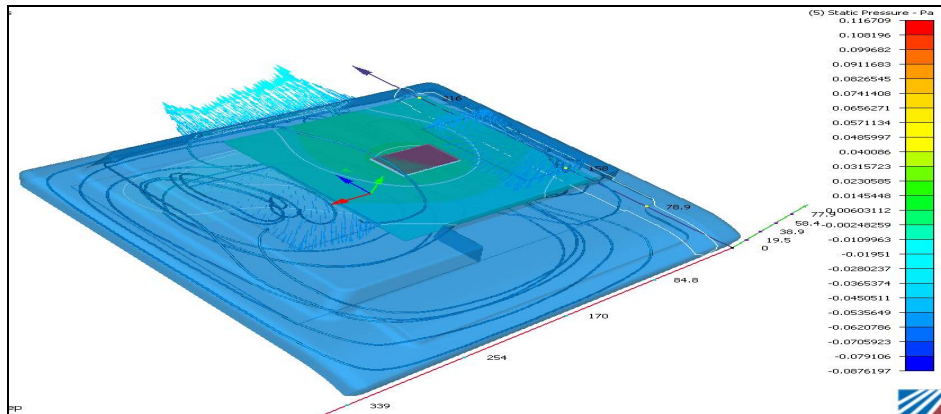
Şekil 6. 32 Analizin tanımlanması/ başlatılması

6.3 Analiz Sonuçları:

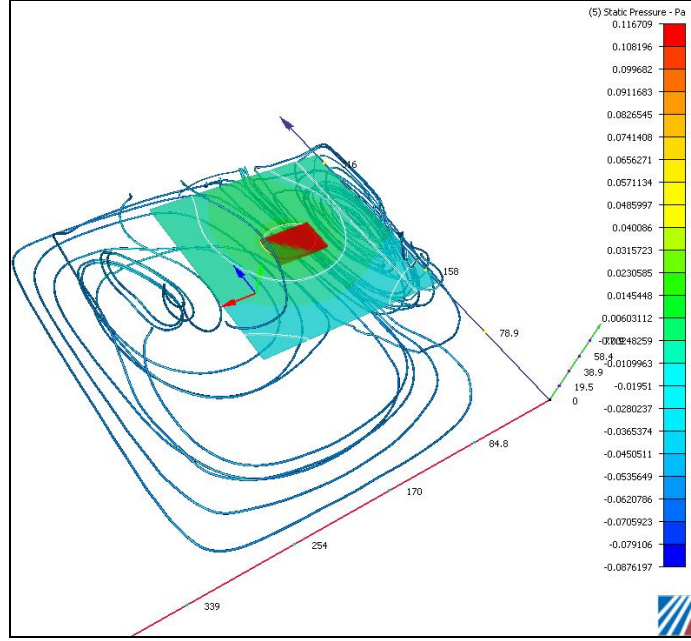


Şekil 6. 33 Basınç gradyenlerinin görüntülenmesi

Analiz sonrası basınç gradyenleri, akan havanın hız ve yönü, sıcaklığı gibi fiziksel büyüklükler istenilen bölge için detaylı olarak irdelenebilir. Yukarıda Şekil 6. 33 de 3-D model üzerindeki ince beyaz eğriler basınç gradyenlerini göstermektedir. Şekil 5.3.2 de ise "Velocity Magnitude' – Hız (mm/sn)" ve "Static Temperature – Statik Sıcaklık (°Celsius)" ve " Static Pressure – Statik Basınç (Pa) - olarak resimlerin sağ ve sol kenarlarındaki skalalarda listelenmiştir.

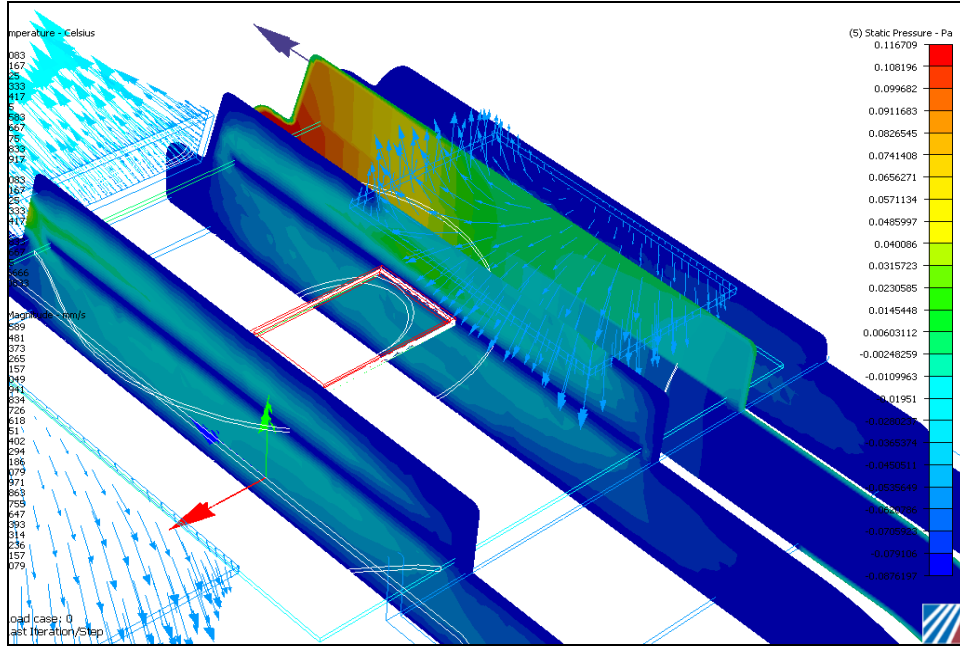


Şekil 6. 34 Analiz çözümünün genel görünümü



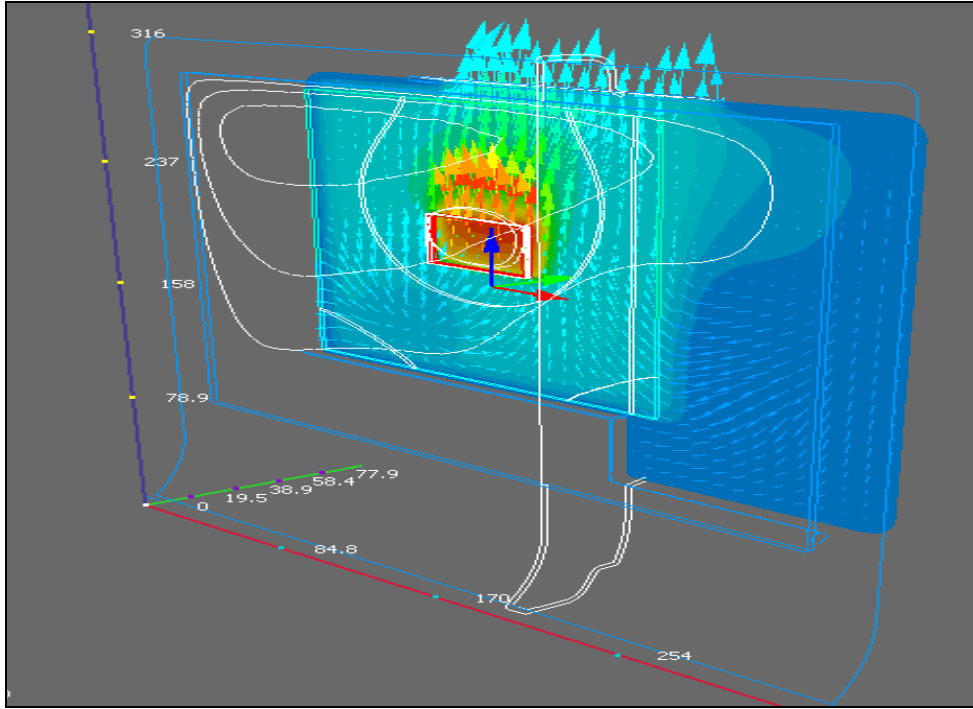
Şekil 6. 35 Hava akış haritası

Şekil 6. 35 de genel olarak mavi-yeşil tonlarda görülen ipliksi yapılar ise havanın genel akış şemasını göstermektedir. Şema farklı kesitler için detayı incelendiğinde, havanın arka kapağın arka yüzündeki deliklerden girdikten sonra, hangi bölgede, hangi sıcaklıkta, hangi hız ve hangi yönde hareket ettiği daha da detaylı incelenebilir.



Şekil 6. 36 Sonuçların kesitler üzerinde detaylı görüntülenmesi

Şekil 6. 36 de ise istenilen kesitler (Resimde 4 farklı kesit örnekleme için alınmıştır) için sıcaklık, hız, basınç ve akış yönleri detaylı görülebilmektedir.

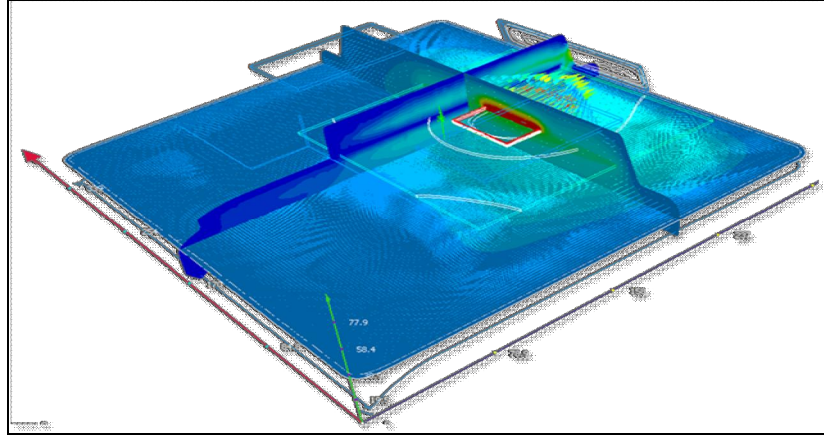


Şekil 5. 37 Hava akış vektörlerinin görüntülenmesi

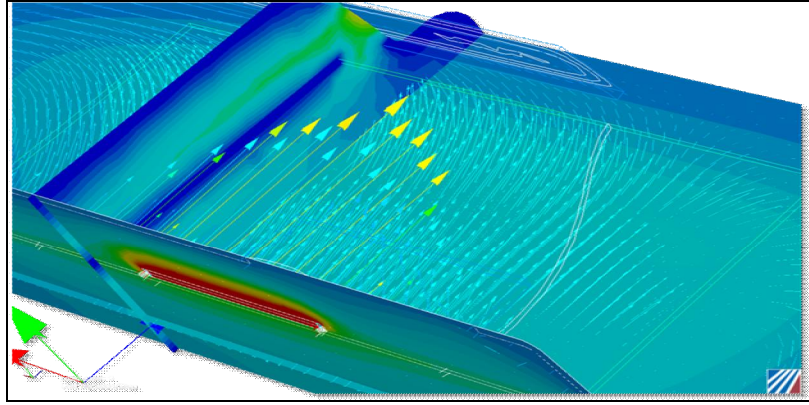
Şekil 6. 37de görülen oklar (vektörler) havanın akış yönünü, vektörlerin rengi havanın hız değerini göstermektedir

6.4 Sonuçların Değerlendirilmesi

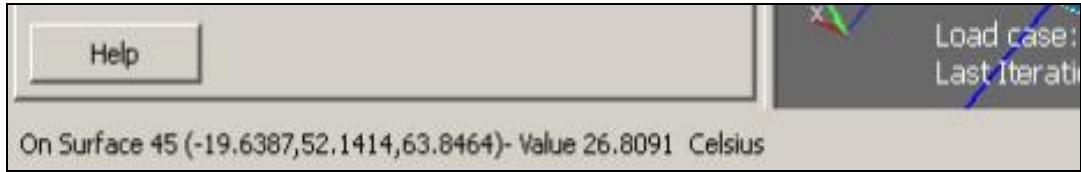
Şekil 6. 38 de işlemci çevresindeki ısınmadan kaynaklanan sıcaklık ve hava akışı X, Y ve Z eksenlerinden alınan kesitlerle verilmiştir. Şekil 6. 39 de ise bu bölge detaylı gösterilmiştir.



Şekil 6. 38 Kritik kesitlerdeki sonuçların görüntülenmesi -1



Şekil 6. 39 Kritik kesitlerdeki sonuçların görüntülenmesi -2



Şekil 6. 40 Kritik yüzeylerdeki sonuçların görüntülenmesi -2

Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi:

Analiz sonrası dikkat edilmesi gereken noktalar aşağıdaki şekilde listelenebilir:

- Başta çip çevresinde erişilen maksimum sıcaklık değerleri ki malzeme dayanımları ve soğutma yeterliliği anlamında önemlidir.

- Havanın eriştiği başta giriş ve çıkış bölgeleri olmak üzere eriştiği maksimum hızlar soğutma yeterliliğinin belirlenmesi ve yüksek hızlarda (bu tip bir cihazda doğal konveksiyon ile taşınımında oldukça düşük olasılıktır) oluşabilecek gürültü açısından önemlidir.

İlgili kesitler detaylı incelendiğinde hesaplanan hız ve sıcaklık değerleri kontrol edildiğinde, erişilen maksimum sıcaklığın 55 C derece civarınca ve ip bölgesinde olduğu belirlenmiş ve güvenli bulunmuştur. Erişilen maksimum hava ise 45 mm/sn (162 m /saat) olarak belirlenmiş ve gerek hız gerekse ses anlamında güvenli bulunmuştur. Bu düşük hız değerleri aynı zamanda havalandırma alanımızın da yeterli olduğunun göstergesidir. Eğer alan yeterli olmasaydı, ısınan havanın tahliye olamamasından kaynaklı i basınç artışını meydana gelir, buna paralel olarak da havalandırma deliklerinden tahliye olan havanın hız değerleri göreceli çok daha yüksek olurdu.

BÖLÜM 7

AMBALAJ TASARIMI

Şu ana kadar gerçekleştirilen tasarım çalışmaları ile ürünün geometrik anlamda tasarımı tamamlanmış olmakla birlikte, henüz ürün son kullanıcıya ulaştırılacak aşamada değildir. Eksik olan halka ürünün ambalajının, yani nasıl nakliye edileceğinin tasarımıdır. Bu bölümde de ürünün ambalaj tasarımı yapılarak tüm tasarım çalışmaları tamamlanacaktır.

Elektronik ürünleri, fabrikadan evlerimize kadar olan süreçte, çok farklı ambalajlar içerisinde kara, deniz ve havayolu ile taşınırlar. Bu değişkenlik sebebiyle, ambalaj tasarımına geçmeden önce tasarımımızın yapısı belirleyecek olan şartların belirlenmesi gereklidir.

7.1 Nakliye Koşullarının Belirlenmesi/ Tanımlanması

Ürünün varış yeri İngilteredir. Ülkemizin konumu gereği mesafe göreceli yakın olduğundan, taşıma karayolu ile ve 40' lık kontainerlar içerisinde olacaktır.

Karayolu ile nakliye esnasında, ürünün:

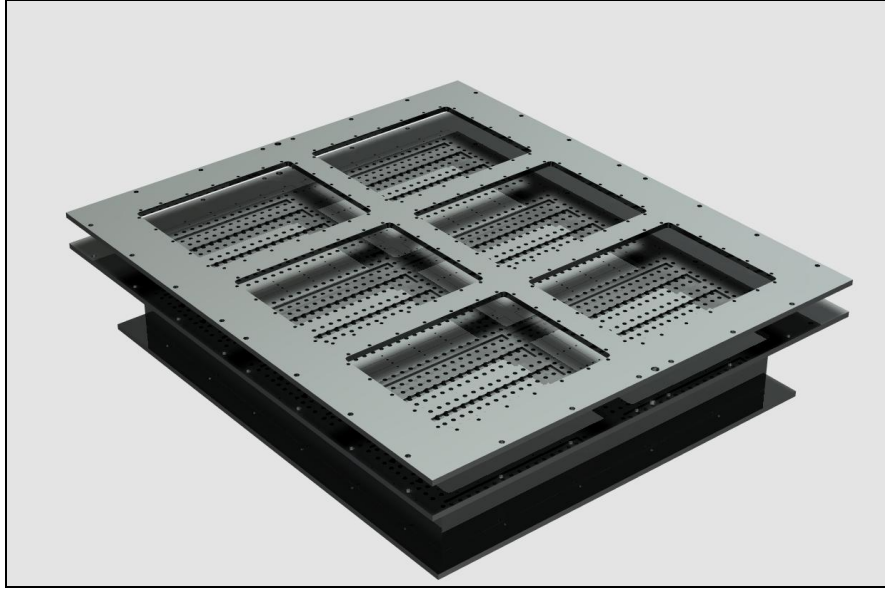
- Mevsime bağlı olarak ürünün yaklaşık olarak (-) 20°C ile (+) 60°C arasında sıcaklıklara maruz kalabileceği.

- Yerel nakliyeler sırasında ise açık havada, kuru veya ıslak zeminlerde bekleyebileceği
- Nakliye esnasında düşebileceği ya da darbelere maruz kalabileceği söylenebilir.

7.2 Ambalaj Malzemesinin Belirlenmesi

Bölüm 6.1 de belirlenen/tanımlanan koşullara gerek tanımlana koşullara dayanımı, gerek tedarik kolaylığı gerekse maliyeti olarak en uygun malzeme EPS (Expanded/Expandable Polysytrene) yani bildiğimiz adıyla Strafor dur ve bir polimerdir.

EPS, granül yapıdaki hammaddenin buharda şişirilmesi kalıplanır ve geleneksel enjeksiyon kalıplarının aksine, kalıpları çelikten değil, alüminyumdan üretilir. Şekil 7. 1 de EPS kalıplarının genel yapısını görülebilmesi amacıyla, bir EPS kalıbının resmi verilmiştir.



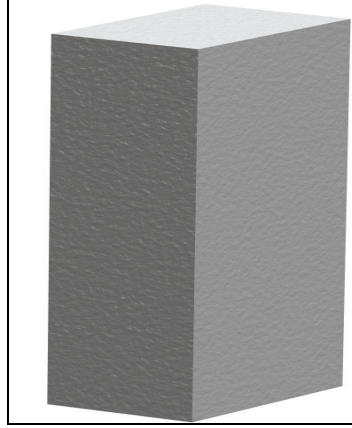
Şekil 7. 1 EPS kalıp örneği

7.3 Ambalaj Tasarımı

EPS nin yapısından dolayı, ilk yaklaşım olarak, LCD TV leri boyutlarından 35-30 mm büyük yapmak olacaktır. EPS genel anlamda kaba bir malzemedir ve bu ebatlardaki bir

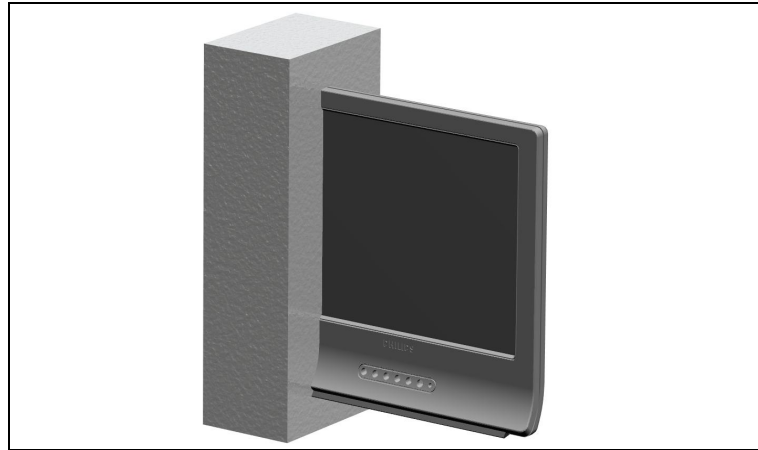
EPS geometrisi için özellikle de 5 mm. nin altındaki feder et kalınlıkları mukavemet anlamında çok yeterli sonuçlar vermeyebilir.

Çok kaba haliyle ebatları öngördükten sonra, tasarıma ilk olarak Şekil 7. 2de görülen kaba prizmanın modellenmesi ile başlanabilir.



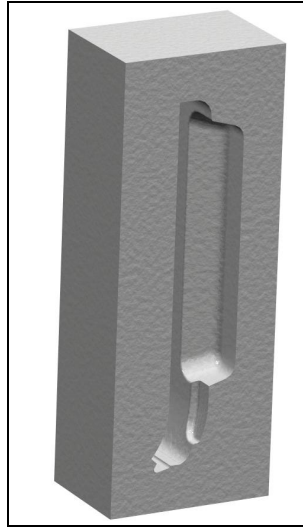
Şekil 7. 2 EPS kaba modeli

İkinci aşama Şekil 7. 2 de görülen bloktan, LCD TV nin çıkarılarak, televizyonu yerleşeceği boşluğun oluşturulmasıdır. (bkz.Şekil 7. 3)



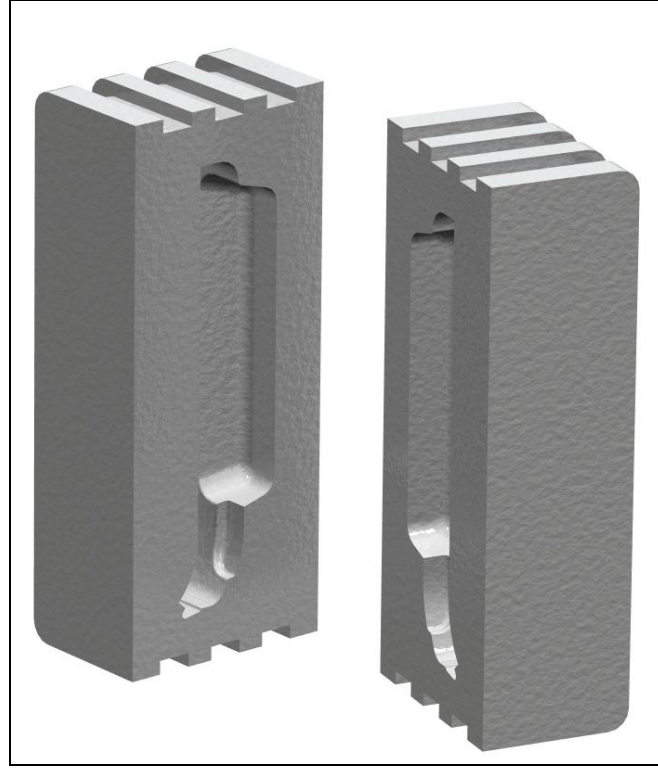
Şekil 7. 3 LCD yuvasının oluşturulması

Söz konusu boşuk oluşturulduktan sonra, geçme toleransı belirlenerek, bu tolerans katı modele yansıtılır. EPS için kalıp çekme oranı 0,003 tür. Yaklaşık LCD boyutunun 300 mm olduğu düşünülürse, % 0,3 civarındaki bir kalıp çekmesi 300 mm. de 1 mm. civarında bir boy çekmesinin olacaktır. EPS kaba bir malzeme olduğundan, 1 mm. de rahat montaj için kabaca eklenecek olursa, yaklaşık 2 mm. lik bir rahat geçme tolerans değerine erişilmiş olur. Bu nedenle Şekil 7.3.2 de oluşturulan boşluğa -2 mm. ötelenme verilerek, strafor üzerindeki LCD yuvasının nihai ölçüleri elde edilmiş olur. (bkz. Şekil 7. 4)



Şekil 7. 4 EPS yuva ölçüleri

Parçamızın yuva ebatlarını belirledikten sonra, artık tasarım detaylarına biraz daha fazla girebiliriz. Gerek malzemeden kazanç, gerekse mukavemet artımı sağlayan feder kullanımı, EPS tasarımı için de geçerli ve önemli bir unsurdur. Standart tasarımından temel farkı, EPS, eritilerek enjekte edilmediğinden, çökme gibi sınırlayıcı bir zorluk, strafor tasarımında geçerli değildir. Bu nedenle feder kalınlığı, ana et kalınlığından bağımsızdır. Burada parça ebatları dahilinde, uzunluk eşit olarak 24mm. artımlarla Şekil 7. 5 deki gibi kademelendirilerek, feder yapıları oluşturulmuştur.



Şekil 7. 5 EPS oluşturulan sağ ve sol eps blokları

Kalınlığın 24 mm. olmasının özel bir sebebi olmamakla beraber, kalıbın yapımında piyasada kolaylıkla bulunan 12 mm. kalınlıklı alüminyum levhaların kullanılabilmesine olanak sağlaması için ölçü olarak 24 mm. seçilmiştir. Burada herhangi bir ölçüde seçilebilirdi: örneğin 15 mm. plakalar da kullanılabilirdi. Fakat ihtiyaç duyulandan fazla mukavimdirler ve 12 mm. plakalara göre daha pahalıdırlar. Alternatif olarak herhangi bir ölçü seçilerek, alüminyum blok gerek talaşlı imalat ile gerekse döküm yolu ile istenilen kalınlığa getirilebilirdi. Fakat standart parça kullanımı kalıp maliyetlerini de düşüreceğinden, burada ölçü belirlemede kıstas olarak kullanılmıştır. Böylelikle, kalıbın dışı tarafını döküm sonrası talaşlı imalat ile elde etmek yerine, 12 mm. lik plakaların birbirine civata ile bağlanması ile kalıbın dışısının üretimine olanak veren bir tasarım yapılmış olur.

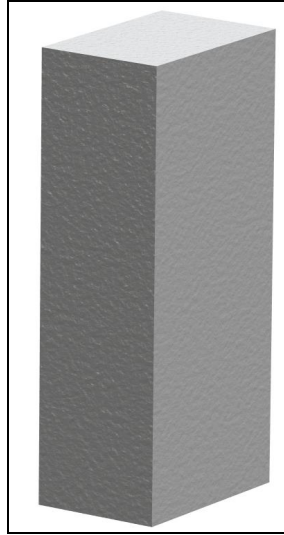
Feder yapılarının oluşturulmasını takiben kenar radyusları da verilerek genel şekil tamamlanmış olur.

7.4 Tasarım Gözden Geçirme

Sonraki aşama gereksiz noktalardaki malzemelerin boşaltılarak yerlerine tekrar feder yapılarının eklenmesi ile parçanın hafifletilmesidir. Bu noktada kaba bir maliyet hesabı yapılacak olursa, kazalınan her bir gram malzemenin karşılığı şu şekildedir:

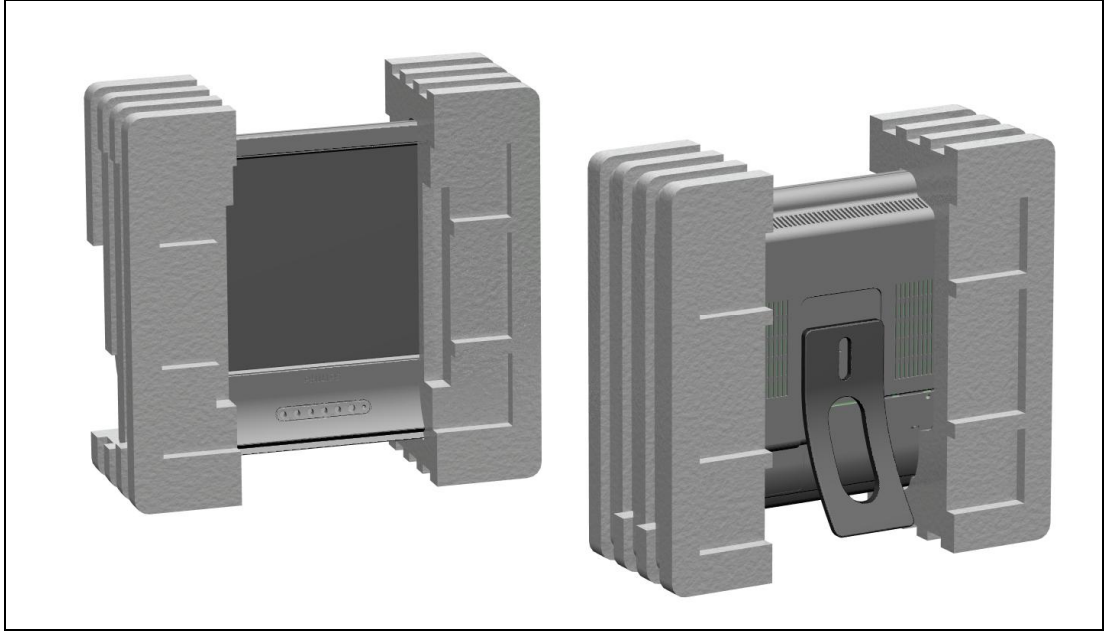
Strafordan LCD TV nin sağ ve sol yanında 1'er adet kullanılacağından, set başına 2 adet kullanılacaktır. Bu da 320.000 adet set için 640.000 parça strafor demektir. Bu nedenle kazanılan her bir gram strafor 640.000 gram = 640 kg. hammadde demektir. EPS nin tonunun 1400 Euro civarlarında olduğu düşünülürse, hafifletilen gram başına, toplam maliyette yaklaşık 900 Euro (yaklaşık 2000 TL.) civarlarında bir düşüş sağlanacaktır. Bu parçanın 1 er gözlü kalıplarının de yaklaşık 10000-15000 TL aralığında yaptırılabilceğini düşünürsek, 5-6 gramlık ağırlık kazancı bile toplam proje maliyeti içerisinde, EPS kalıplarını bedavaya getirir gibi düşünülebilir.

Bu nedenle, minimum et kalınlığı 10 mm. den az olmayacak şekilde, Şekil 7. 6 deki boşaltmalar da yapılarak, tasarım son haline getirilmiş olur.

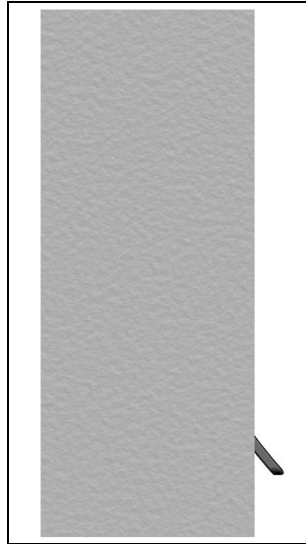


Şekil 7. 6 EPS üzerinde yapılan boşaltmalar

Bu noktada tasarım nihai olarak değerlendirildiğinde, Şekil 7. 7 de görülen, ayağın EPS sınırlarının dışında kalması sorunu göze çarpar. EPS ölülerini bylterek, ayağı sınırlar içerisine alacak olmasına rağmen, gerek hem gerek malzeme hem de gereksiz kutu büyüklüğü demektir.

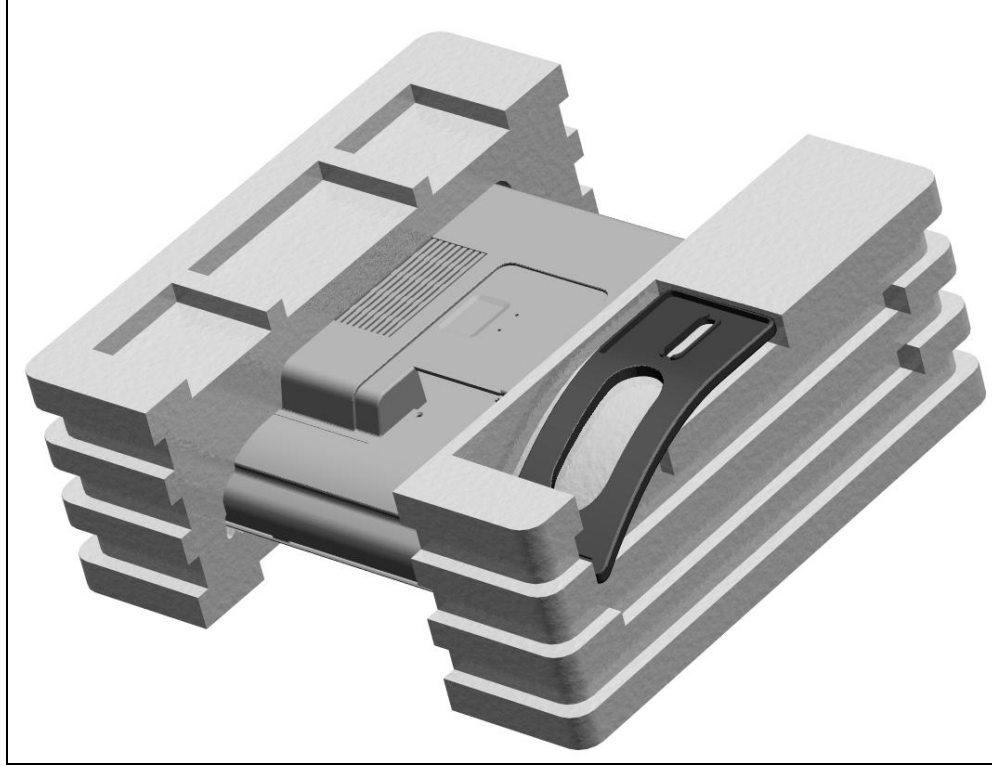


Şekil 7. 7 Yapılan işlemler sonrası ürün genel görünümü



Şekil 7. 8 Yapılan işlemler sonrası ürün genel görünümü- yandan

Bu nedenle, ürün son kullanıcıya, ayağı demonte olarak gönderilmesi ön şartıyla, Şekil 7. 8 deki yerleştirilirse, hem hammaddeden kazanılmış olur, hem de kutu ebatları gereksiz yere büyümmez. Bu tasarım değişikliği ile maliyet kazanımı ise kısaca şöyle değerlendirilebilir:



Şekil 7. 9 Nihai ambalaj tasarımı

Şekil 7. 9 da görülen iki strafor parçasının aralarındaki ağırlık farkı 4 gr. dır. ($d \text{ eps} = 20 \text{ gr/dm}^3$).

Bölüm 6.3 dekine benzer bir hesapla hammadde kazancı $4 \times 320000^* = 1.280.000 \text{ gr} = 1280 \text{ kg}$. EPS = Bu da $1400 \times 1.28 = 1800 \text{ Euro}$. Bu bile kalıp maliyetinin yaklaşık %20 sini oluşturur. Burada bir diğer kazançsa nakliyedir. (boşaltma parçalardan sadece birisinde yapılacaktır).

Şekil 7. 7 de görülen haliyle dış karton kutu boyutları $425 \times 405 \times 195$ dir. Ve 40 lık kontainerlara bu kutulardan yaklaşık 1995 adet sığar (İç Ölçüleri: U =12035 mm. G =2350 mm. Y = 2393 mm. dir). Yeni tasarımlı durumda ise dış kutu ebatları $425 \times 405 \times 167$ dir ve 40' lık kontainer a bu kutulardan yaklaşık 2350 adet sığar. Tek kontainer

başına doğan bu fark 320000 adet televizyonda 24 tır nakliyesi kadar bir kazanç sağlanması demektir.

DÜŞME TESTİ/ DROP TESTİ

Sonlu Elemanlar yöntemi kullanılarak yapılabilecek bir diğer simülasyon çeşidi ise "Düşme Testi"dir.

Tüketici elektroniği ürünleri, günlük kullanım özelliklerinden dolayı sürekli darbe, devrilme ve düşmeye maruz kalırlar. Bu sebeple, özellikle nakliye ve sonrasında da günlük kullanım sırasında oluşabilecek kazalarda ürünün en az derecede zarar görmesini garantilemek adına düşme testleri yapılır. Düşme testleri gerek yazılımsal olarak bilgisayarlarda, gerekse fiziksel olarak firmaların kalite laboratuvarlarında yapılabilir.

8.1 Test Koşulları

Tez konusu olan LCD TV mizin düşme testine geçmeden önce düşme testi ön tanımlı değerleri, aşağıdaki gibi listelenebilir (Bu değerler firmadaan firmaya değişmekle birlikte, çoğunlukla birbirine çok benzer ve yakındır)

- Düşme Yüksekliği : 1 metre.
- Vo Başlangıç Hızı : 0 m/sn
- Düşme Sayısı : 1 Kez Kutulu Olarak Düşürülecektir.
- Zemin Yapısı : Rijit (Sonsuz Rijit kabul edilir)

8.2 Test Öncesi Optimizasyon

Bölüm 6.1 de akışkanlar mekaniği analizine benzer bir şekilde, düşme testi için de yapılan optimizasyon çalışmaları metnin devamında verilmiştir. İşlem anlamında benzer olmasına rağmen, optimizasyon farklı bir yaklaşımla yapılacağından, burada, CFD analizinde kullanılan katı modele benzer fakat farklı bir katı model kullanılacaktır. Söz konusu bu optimize edilmiş katı modelin oluşturulma kriterleri şu şekilde açıklanabilir.

8.2.1 Kabin Optimizasyonu:

Analiz sonularına çok düşük bir etki göstereceği kabul edilerek, kabindeki tüm delikler, tırnaklar ve bosslar iptal edilmiştir. Optimize edilmiş kabin Şekil 8. 1 de görülmektedir.



Şekil 8. 1 Optimize edilmiş kabin

8.2.2 Arka Kapak Optimizasyonu

Analiz sonularına çok düşük bir etki göstereceği kabul edilerek, arka kapaktaki havalandırma kanalları hariç tüm delik, feder ve bosslar iptal edilmiştir. Optimize edilmiş arka kapak Şekil 8. 2de gösterilmiştir.



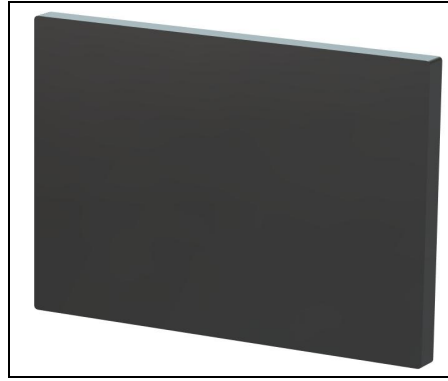
Şekil 8. 2 Optimize edilmiş arka kapak

8.2.3 İç Parçalar Optimizasyonu

Televizyon setini oluşturan çok sayıda iç parçanın teste etkisi, testi sadeleştirmek adına sadece ağırlık açısından değerlendirilmiştir. Tüm parçaları, devamında malzemelerini ve bunu da takiben değişken malzeme ve geometriler için mesh yapılarını tanımlamak oldukça detaylı ve zor bir işlemdir. Paralelinde analiz de bir o kadar uzun sürede çözülebilir olacaktır. Bu nedenle iç parçaların geometrileri ve malzemeleri ihmal edilerek, toplam ağırlıkları analizde kullanılacaktır. İç parçaların toplam ağırlığı 3200 gram civarındadır. Bu 3200 gramlık ağırlık gerek geometrisinin basitliği, gerekse LCD TV içerisindeki konumu nedeniyle LCD panele aktarılmıştır. Bu aktarım şu şekilde yapılmıştır.

- Toplam iç parçaların ağırlığı = 3200 gr. olarak tartılmıştır.
- Alüminyum Özkütlesi: 2,7 gr/cm³ olarak alınmıştır.
- 3200 gr. ağırlığa sahip Alüminyum hacmi:
- $D=m/V$ den $V=m/d$ olarak çekilmiş ve buradan da ilgili hacim $V = 3200/2.7 = 1185 \text{ cm}^3$ olarak hesaplanmıştır.

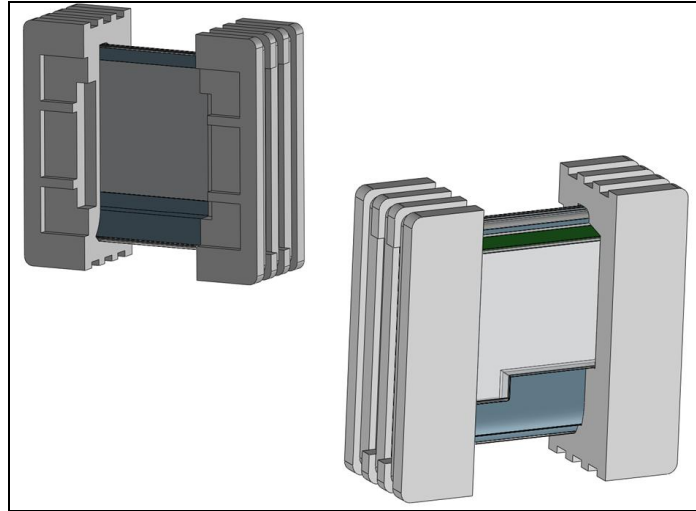
Mevcut LCD katı modeli $V=1280 \text{ cm}^3$ olarak programa hesaplatılmıştır. Bu hacmi yukarıda hesaplanan 1185 cm^3 e düşürecek şekilde geometride değişiklikler yapılmıştır. Böylelikle 1185 cm^3 hacme düşürülen LCD panele, simülasyon yazılımı üzerinde alüminyum malzemesi atanarak, ilgili ağırlık temsil edilmiştir. İç parçaları temsilen optimize edilmiş LCD panel Şekil 8. 3' de verilmiştir.



Şekil 8. 3 Optimize edilmiş lcd panel

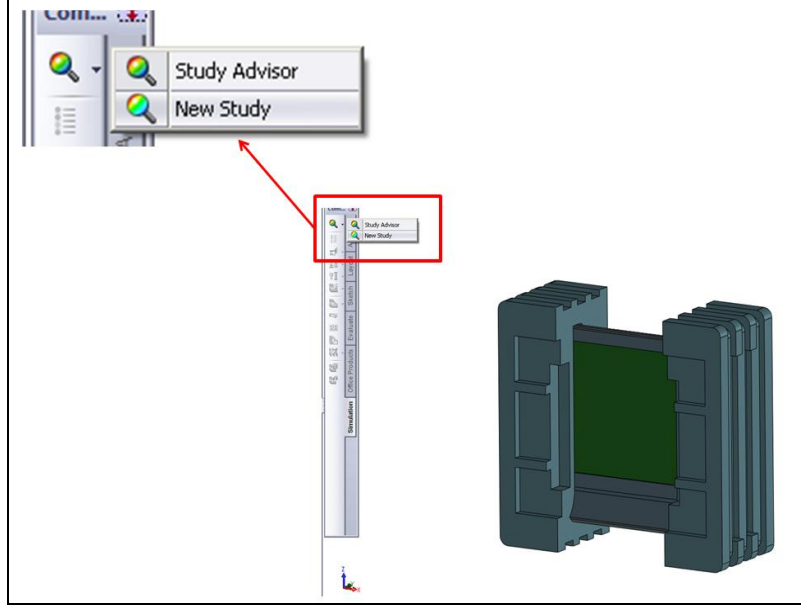
8.3 Düşme Testi Analizi

Test öncesi katı model Şekil 8. 4' deki gibi görüldüğü gibidir.



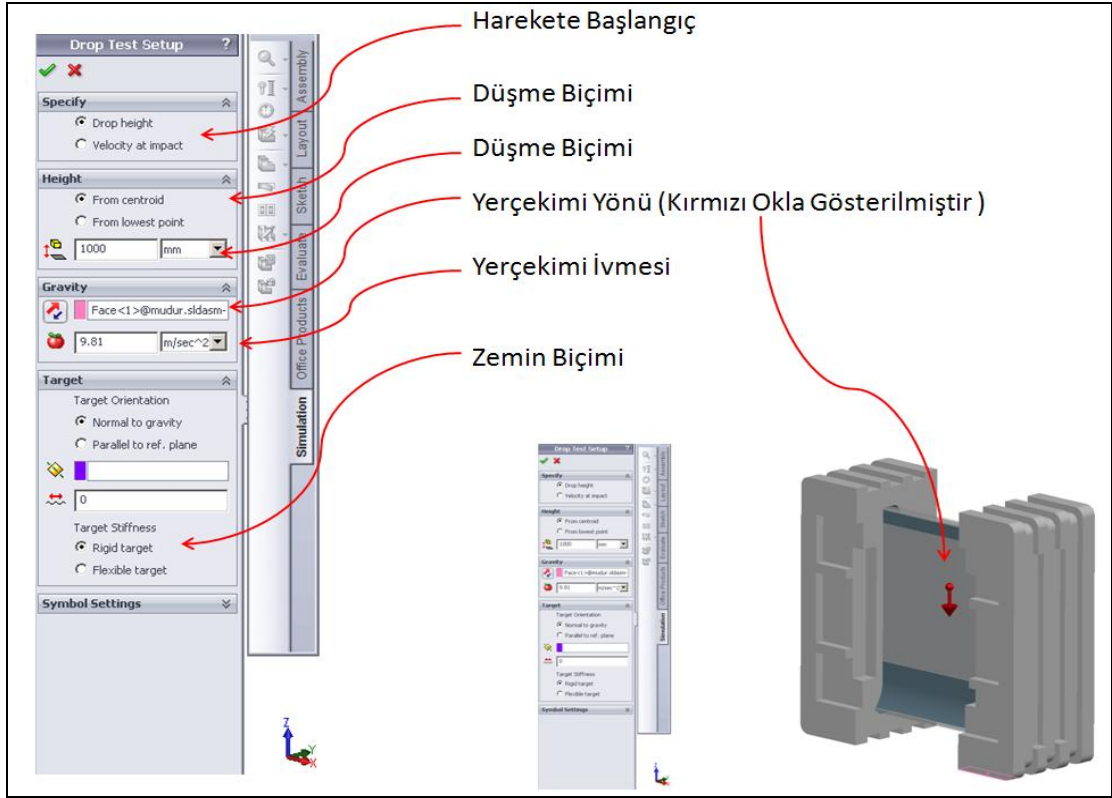
Şekil 8. 4 Analiz öncesi genel görünüm

İlgili katı modeller programda açıldıktan sonra, Düşme Testi modülü, Şekil 8. 5' de de görülebileceği üzere " New Study-Yeni Çalışma" altından "Drop Test-Düşme Testi" nin seçimi ile başlatılabilir.



Şekil 8. 5 Analiz çalışmasının başlatılması

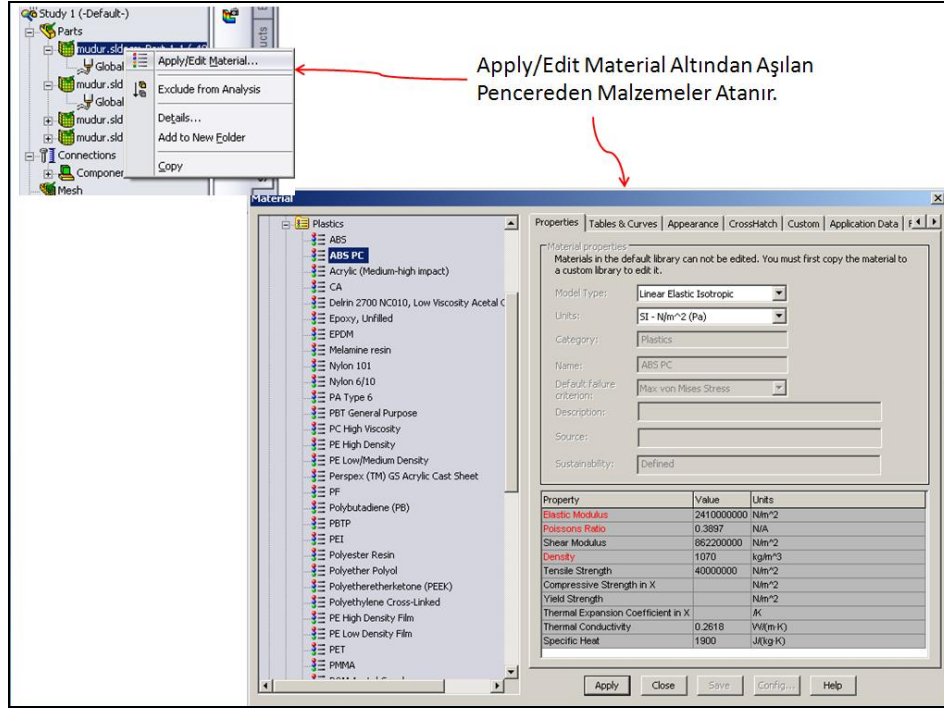
8.3.1 Analiz Parametrelerinin Tanımlanması /Sınır Şartlarının Belirlenmesi



Şekil 8. 6 Sınır şartlarının belirlenmesi

Yazılımın düşme testi modülü arayüzü üzerinden "Drop Test Setup" penceresi, analiz parametrelerinin tanımlandığı komut gruplarını içerir. Şekil 8. 6' da detayları görülen arayüz üzerinden, analizimizin sınır şartları Bölüm 8.1 de tanımlandığı şekilde oluşturulur. Buna göre düşüş yüksekliği 1000 mm. olup, düşüş biçimi centroid olacaktır. Burada centroidten kasıt, televizyonun, düşme esnasındaki hareketinin ağırlık merkezince yönlendirileceğidir. Yerçekimi ivmesi 9,8 m/sn² olarak kabul edilmiş olup, yönü (-) Z eksenidir ve Şekil 8. 6 da kırmızı ok ile gösterilmektedir. Zemin yapısı içinse 'Rigid Target' seçeneğinin seçilmesi ile rijit zemin tanımlanması için yeterlidir.

8.3.2 Malzemelerin Atanması



Şekil 8. 7 Malzemelerin atanması

Analizimizde kullanılan parçalara malzeme atanması ürün ağacı üzerinden, ilgili modelin seçilerek “Apply/Edit Material - Malzeme Ata-Değiştir” komutu ile yapılacaktır. İlgili komutu takiben açılan malzeme kütüphanesi arayüzünden, istenilen malzemeler atanabilir. LCD TV nin analizinde ise

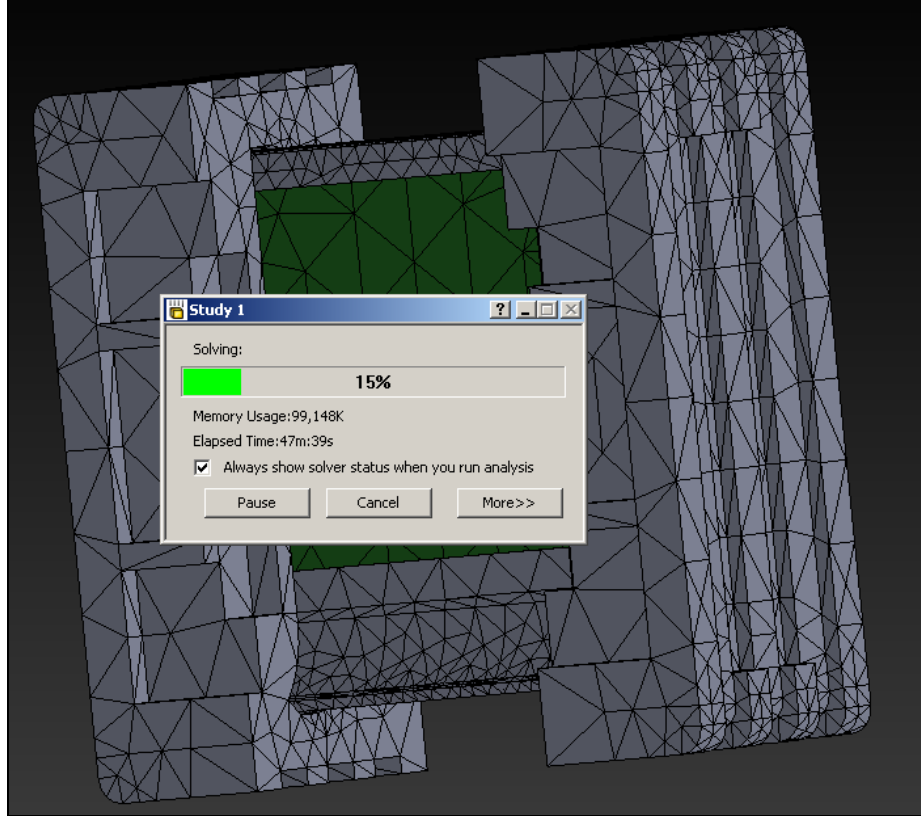
- Strafor parçalar: PS HI: Polystrene High Impact: Darbe Dayanımlı Polistren
- Plastik Kabin ve Arka Kapak: ABS + PC
- Diğer Parçaları temsilen LCD Panel de 4000 serisi Alüminyum olarak seçilmiştir.

Bu malzemeler ait mekanik değerler, kütüphanede mevcuttur ve analiz çözümünde ilgili değerler kütüphaneden otomatik olarak alınacaktır.

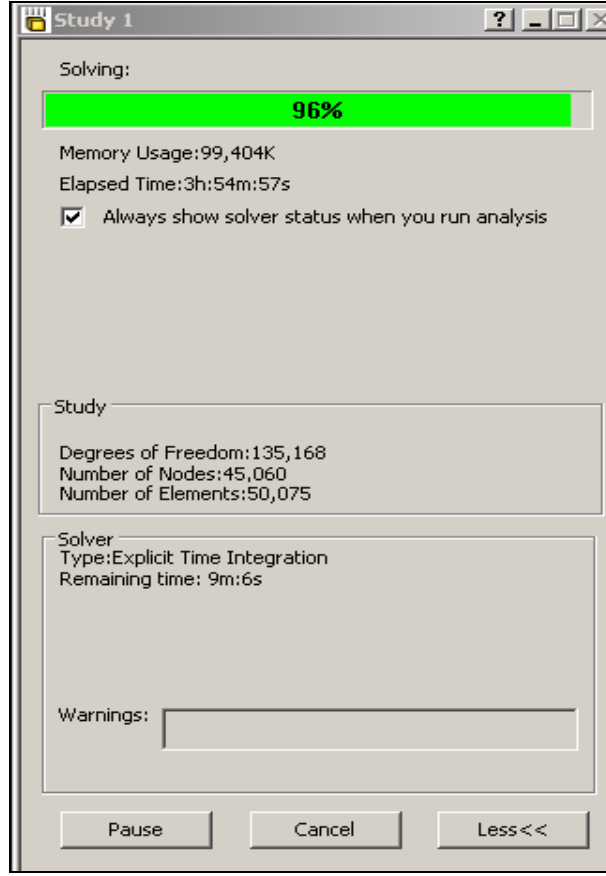
8.3.3 Meshleme ve Analizin Başlatılması

Yukarıda sözü geçen işlemleri takiben, artık geometrinin meshlenmesine geçilebilir. Burada, mesh geometrisi olarak tetrahedron kullanılacaktır. Optimum mesh ebatları, yazılım tarafından otomatik belirlenmekte olup, rahatlıkla değiştirilebilir.

Meshleme işlemini takiben, analiz koşturilmaya (özölmeye) hazırdır.

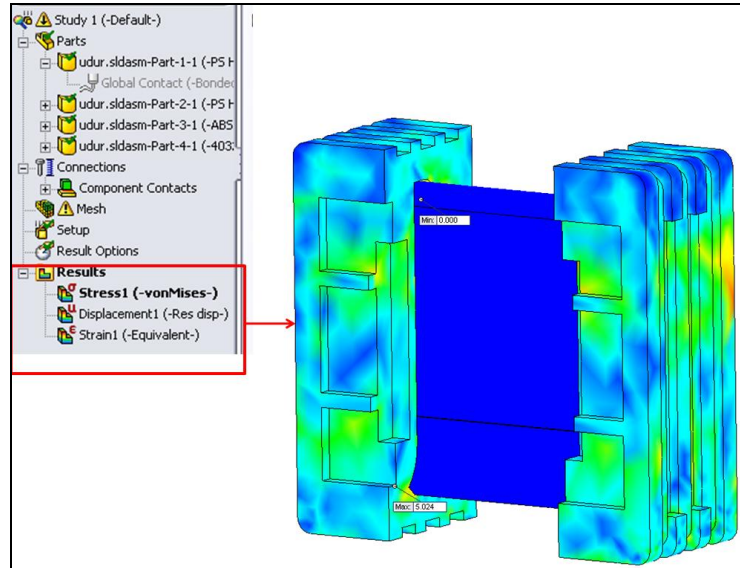


şekil 8. 8 Meshleme işleme sonrası analizin başlatılması



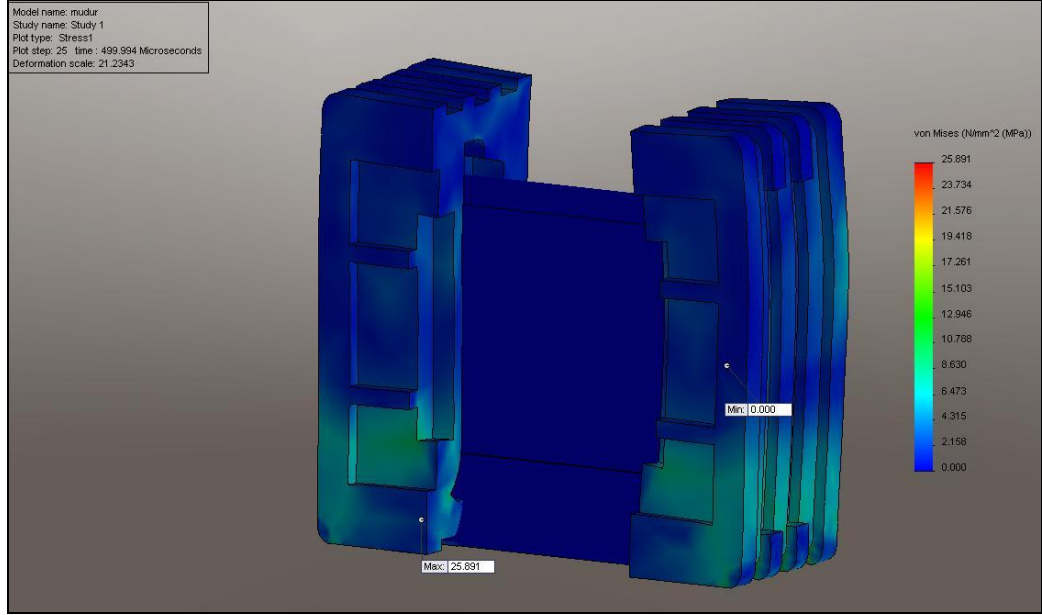
Şekil 8. 9 Analize ait detaylar

8.3.4 Sonuçların Görüntülenmesi ve Değerlendirme



Şekil 8. 10 Sonuçların görüntülenmesi -1

Şekil 8. 10'da da görüleceği üzere analiz sonrası Gerilme, yerdeğiştirme gibi değerler menüden seçilerek detaylı incelenebilir. Burada görüleceği üzere gerilmeler strator tarafından absorbe edilerek, LCD TV nin minimum yük alması sağlanmıştır. Resimde mavi renk ile belirtilen bölgeler gerilmenin minimum olduğu bölgelerdir.



Şekil 8. 11 Sonuçların görüntülenmesi -2

Şekil 8. 11 de görüleceği üzere sistem üzerindeki gerilmeler ağırlıklı olarak 2-4 Nt/mm² civarında olup, maksimum gerilmeler ise 6-8 Nt- mm² civarlarındadır. Bu değerler düşük ve sistemin rahatlıkla kaldırabileceği değerlerdir. Sonuç olarak düşme testi sonrası sistem güvenli bulunmuştur.

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, polimerik malzemelerin tasarım kuralları, ürün tasarımcılığı bakış açısı ile incelenmiştir. Söz konusu incelemeyi takiben örnek çalışma olarak LCD TV tasarımı yapılmıştır.

LCD Televizyon tasarımı yapılırken, ana unsur olan polimer tasarımı kuralları sürekli olarak göz önünde bulundurulmuş, destekleyici unsurlar olarak da bilgisayar destekli tasarım, bilgisayar destekli mühendislik, kalıp akış simülasyonu ve hesaplamalı akışkanlar mekaniği simülasyonu yazılımları kullanılarak, tasarım kaynaklı hataların en düşük düzeye indirilmesi hedeflenmiştir.

Söz konusu kalıp akış analizi, ısı analiz ve düşme testi simülasyonları ile tasarımın gerçek hayatta maruz kalacağı zorlanmalara karşı tepkisi irdelenmiş, gereken noktalarda tasarım düzeltmeleri/iyileştirmeleri yapılmıştır.

Son aşamada, tasarımı yapılan LCD TV nin seri imalat numunesi de incelenerek, tasarımın, polimer tasarım kurallarına uygunluğu ve yapılan analizlerin doğruluğu irdelenmiş/görölmüştür.

KAYNAKLAR

- [1] Tres A., (2000). "Designing Plastic parts For Assembly 4th Edition", Hanser Publications Munich.
- [2] CWAP (2001) , Modern Plastic World Encyclopedia , Yayın No : 1211, New YORK
- [3] BASF, The Design Solutions Guide , www.basf.com/publications , 11 Mart 2003
- [4] DSM (2005) Plastic and Mold Design Guidelines, Yayın No : 25, New JERSEY
- [5] BASF, Snap-Fit Design Guide, www.basf.com/publications , 20 Eylül 2000
- [6] Güneş A., (2005). "Plastik Enjeksiyon Kalıpları" TMMOB Yayınları Yayın No : 201, İstanbul
- [7] Ataşımşek S., (2002). "Plastik ve Metal Kalıpcılık Teknikleri", Birsen Yayınları.
- [8] Kahvecioğlu Plastik, Plastik Dökümanları, www.kahveciogluplastik.com, 27 Nisan 2003

KİMYASAL ÖZELLİKLER

	Değişim	Sıcaklık	PVC	PE	PP	PA	POM	PET	PTFE	PVDF	PEEK
			B	A	B	C	C	A	A	B	A
Ağartıcı	T	N	B	B	B	C	C	A	A	B	A
	T	40	C	A	A	A			A	B	A
Akrilonitril	D	N	C	A	A	B		A	A	A	A
Alil Alkok	D	N	A	A	A	A	A	A	A	A	A
Alüminyum Sülfat	5	N	A	A	A		B		A	A	A
		N	A	A	A	A	B		A	A	A
Aluminyum Klorit	10	N	A	A	A	B			A	A	A
	D	N	C	A	A	A	A	C	A		B
Amonyak Sıvı	20	N	C	A	A	A	A		A		B
	20	60	C	A	A	A	A	B	A	B	A
	D	N	A	A	A	A	A	A	A	A	A
Amonyum Fosfat	10	N	A	A	A	A	A	A	A	A	A
Amonyum Nitrat	10	N	A	A	A	A	A	A	A	A	A
Amonyum Sülfat	10	N	C	A	A	B	B	A	A	B	A
Anilin	D	N	C	A	A	A	A	A	A	C	A
Asetaldehit	40	N	C	A	A	A	A	A	C	A	A
	S	N	C	A	A			A	C	A	A
Asetamid	50	N		A	A	A	A	A		A	A
Aseton	5	N	C	A	A	A	A	A	A	A	A
	50	N	C	A	A	A	A	A	B	A	A
Benzaldehit	D	N	C	A	A	B		A	A	A	A
	D	60	C	B		C	A	A	C	A	A
Benzen	D	N	C	B	C	A	C	A	A	A	A
	D	65	C	C	C	A	A	A	B	A	A
Benzin Alkol	D	N	C	A	A	B		A	A	A	A
	D	80	C	A	A	X	A	A	B	A	A
Benzin (Normal)	T	85	C	B	B	A		B	B	A	A
Benzin (Süper)	T	60	C	B	B	A	A	B	B	A	A
Benzin (Kurşunsuz)	T	N	C	A			A	B	B	A	A
Bitkisel Yağlar	T	N	B	A	A	A		A	A	A	A
Bitumen	T	N		A	A	A	A			A	A
Borik asit	10	N	A	A	A	B	B	A	A	A	A
	D	N	A	A	A				A	A	A
Bütil Alkol	D	N	C	A		A	A	A	A	A	A
	D	60	C	A	B		A	B	A	A	A
Bütil Asetat	D	N	C	A	C	A	A	A	A	C	A
	D	N	C	B	A		B	C	C	A	A
Civa	D	N	B	A		A	A	A	A	A	A
Civa Klrit	5	N	B	A		B			A	A	A
	SD	N	B	A		C				A	
Çamaşır Suyu	T	N		A			B				A
	T	60		B			C		A		A
Damıtılmış SU	D	N	A	A	A	A	A	A	A	A	A

Deniz Suyu	D	N	A	A	A	A	A	A	A	A	A
Deterjan Solüsyonu	D	N		A	A	A	A	A	A	A	A
	D	80				A	A	B	A	A	A
Dibütil Ftalat	D	N		A	A	A	A	A	A	B	A
	D	60		A	C		A	B	A	C	A
Dioksan	D	N		C	B	A	A	A	A	B	A
	D	60		A	B	A	B	C	A	C	A
Dioktil Ftalat	D	N	C	A	A	A	A	A	B	C	A
Dizel	D	N	B	A	A	A	A	A	A	A	A
Etil Alkol	40	N	B	A	A	A	A	A	A	A	A
	96	N	C	A	A	B	A	A	A	A	A
Etil Asetat	D	N	C	A	A	A	A	A	A	B	A
Etil Klorit	D	N	C	B	B	B	A		A	A	A
	D	60	C	C	C		B		A	A	B
Etilen Diamin	D	N		A		B	A		A	B	A
Fenol	5	N	C	A	A	C			A	A	A
	90	N	C	A	A	X	C	C	A	A	B
Florin	D	N	C	C	C	C	C	C	B	B	C
Formaldehit (Aqua)	30	N	C	A	A	B	A	A	A	A	A
Formik Asit	2	N		A	A	B	A	A	A	A	A
	10	N		A	B	C	B	A	A	A	A
	90	N		A	B	X	C	C	A	A	B
Fosforik Asit	10	60	A	A	A	C	A	A	A	A	A
	25	N	B	A	A	C	C	A	A	A	A
	50		A	A	A	C	C	A	A	A	A
	85	60	B	B	A	X	C	B	A	A	A
Fotoğraf Banyo Sıvısı	T	N	C	A	A	A	A	A	A	A	A
Fren Hisroliği	T	N	C	A	A	A	A	A			A
Freon 12 sıvı	D	N	A	A	C	A	A		C		A
Fuel Oil	T	N	B	A	A	A	A	A	A	A	
Furfuril Alkol	D	N		A	A	A	A	A	B	B	A
Glikoz	D	N	A	A	A		A		A	A	A
Gliserin	D	N	A	A	A	A	A	A	A	A	A
	D	60	A	A	A		A	A	A	A	A
Gresler	T	N	A	A	A	A	A	A	A	A	A
Ham petrol	T	N	C	A	A	A	A	A	A	A	A
Heptan	D	N	C	A	B	A	A	A	A	A	A
Hidrojen	D	N	C	A	A	A	A	A	A	A	A
Hidrojen Süfit	10	N	A	A	A	A	A	A	A	A	A
Hidrokinon	5	N	A	A	A	C	A	A	A	A	A
Hidroklorik Aşit	1	N	A	A		B			A	A	A
Hidroklorik Aşit	10	60	B			C	C	B	A	A	A
	30	N	A	A		X	C	C	A	A	A
Hidrolik Yağı	T	N	A	A		A	A	A	A	A	A
	T	80	B	B		A	A	A	A	A	A
Hint Yağı	T	N		A		A		A			A
İyodin	D	N	C	C	C						B
İzopropil Alkol	D	N	A	A		A	C	A			A
	D	60	B	A		A	A	A	B		A
İzopropil Asetat	D	N	C	A		A		A	B		A
Kafur	50	N		A	A	A		A			A
Kalsiyum Hidroksit				A	A	A	C	C	B	A	A
				A	A						
Kalsiyum Hipoklorit	10	N	A	A	A	A	A	A			A
	SD	60		A	A	C	C		B	B	A
Kalsiyum Karbonat	SD	N	A	A	A		A		A	A	A
Kalsiyum Klorit	SD	N	A	A	A	A	A	A	A	A	A
	SD	N	A	A	A	B	A	A	A	A	A
Kalsiyum Klorit Alkolde	20	N	A	A		X	A		A	A	A
Karbondioksit	T	N	A	A	A	A	A	A	A	A	A
Katran	T	N		A	A	B	A	A	A	A	A
Kerosen	T	60	C	A	B	A	A	A	A	A	A
	T	N	C	B	B	A	A	A	A	A	A
Keten Tohumu Yağı				A	A	A	A	A	A	A	A
Kireç Tozu											
Kireç Suyu											

Klorin Sıvı	D	N	B	C	C	C	C		A	A	C
Klorin Kuru Gaz	D	N	C	B	C	C	C	C	A	A	A
Klorin Islak Gaz	D	N	C	C	C	C	C	C	A	B	C
Klorlu Su	D	N	C	A	B	A	A	A	A	A	A
Kloroform	D	N	C	C	B	C	C	C	A	A	A
	D	50	C	C	C	C	C	C	A	A	A
Kloroflorokarbonlar	D	N				A	A	A		A	A
Klorometil Eter	D	50								C	A
Kostik Soda			SODYUM HIDROKSİTE BAKINIZ								
Kral Suyu	D	N	C	C	B	C	C	C	A	B	C
Kresol	90	N	C	A	A	X		C	A	A	C
Kromik Ait	1	N	B	A	A	B	B	A	A	A	A
	40	60	C	C	B	C	C	B	A		B
	50	N	C	A	A	C	C	B	A	A	A
Ksilen	D	N	C	B	C	A	A	A	A	A	A
	D	60	C	C	C	A	A	B	A	A	A
Laktik Asit	10	N	A	A	A	A	A	A	A	A	A
	10	60	A	A	A		B		A	A	A
Madeni yağlar	T	N	B	A	A	A	A	A	A	A	A
Magnezyum Klorit	10	N	A	A	A	A	A	A	A	A	A
	SD	N	A	A	A	A	A	A	A	A	B
Makine Yağı	T	N	B	A	A	A	A	A	A	A	A
Malik Asit	SD	N	A	A	A	A	B	A	A	A	A
Mentol	D	N		A	A						A
Metil Asetat	D	N	C	A		A	A	B	A	B	A
Metil Etil Keton	D	N	C	A	A	A	B	B	A	C	A
	D	60	C	B	B		B	C	A	C	A
Metil Klorit	D	N		B	B	B	B	C	A	A	A
Metilen Klorit	D	N	C	B	B	C	C	C	A	B	A
Meyve Suları	T	N	A	A	A	A	A	A	A	A	A
Motor Yağları	T	N	B	A	A	A	A	A	A	A	A
Motor Yağları (HD)	T	130				A	A	A			A
Nafta	T	N	C	A	A	A	A	A	A	A	A
Naftalen	D	N	C	A	A	A	A	A	A	A	A
Nikrik Asit	10	N	A	A	A	C	C	A	A	A	A
	50	N	B	B	B	X	C	C	A	A	B
	80	50	C	C	C	X	C	C	A	A	C
Nitrobenzen	D	N	C	A	A	B	B	B	A	A	A
Olea	D	N	C	C	C	X	C	C	A	C	X
Ozon	D	N	C	B	B	C	C	B	A	A	A
Parafin	T	N		A		A	A	A	A	A	A
Parafin Yağı	T	N	A	A		A	A	A	A	A	A
Perklorik Asit	10	N	A	A	A	C	C		A	A	A
Petro Eteri	T	N	C	A	A	A	A	A	A	A	A
Peynir Altı Suyu	T	N	A		A	A	A	A	A	A	A
Potasyum Hidroksit	1	N	A	A		A	A	A	A	A	A
	1	60		A		A	A	B	A	A	A
Potasyum Karbonat	50	N	A	A	A	A	A	A	A	C	A
	SD	N	A	A	A	A	A	A	A	C	A
Potasyum Nitrat	10	N	A	A	A	A	A	A	A	A	A
	50	N		A	A	A	A		A	A	A
Potasyum Permanganat	10	N	B	A	A	C	A	A	A	A	A
	10	60	B	A	A	C	A		A		A
Piridin	D	N		A	B	A	B		A	B	A
	D	60		B	B				A	C	A
Salisilik Asit	SD	N		A	A	A	C	B	A	A	C
	SD	100					C		A	A	C
Selüloz Asetat	D	N	C	A					A	C	A
Sentetik Tiner	T	N	C	B	C	A	A	A	A	A	A
Silikon Yağı	T	80	C	A	A	A	A	A	A	A	A
Sirke	T	N	A	A	A	C	A	A	A	B	A
Sitren	D	80	C	B	B	A	A	B	A	B	A
Sitrik Asit	10	N	A	A	A	B	A	A	A	A	A
	10	50	A	A	A	B	C	A	A	A	A
	50	N	A	A	A				A	A	A
Sodyum Asetat	10	N	A	A	A	A	A	A	A	A	A
Sodyum Bisülfat	5	N	A	A	A		A	A	A	A	A


	10	N	A	A	A	B	A	A	A	A	A	A
Sodyum Hidroksit	1	N	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
	1	60	A	A	A		A	B	A	A	A	A
	50	N	B	A	A	A	A	C	A	B	A	A
Sodyum Hipoklorit	5	N	A	A	B	B		A	A	B	A	A
	SD	N	A	A	B	C	C					A
Sodyum Nitrat	10	N	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
	50	N	A	A	A	A	A		A	A	A	A
Sodyum Karbonat	10	N	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
	SD	N	A	A	A	A	A		A	A	A	A
Sodyum Klorit	10	N	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
	SD	N	A	A	A		A		A	A	A	A
Sodyum Sülfat	10	N	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
	SD	N	A	A	A		A		A	A	A	A
Soğutma Sıvısı	T	120				B	A	B				A
Stearik Asit	D	N	C	A	A	A	A	A	A	A	A	A
Su	D	N	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
	D	60	A			A	A	A	A	A	A	A
Sülfür	D	N	B	A	A	A	A	A	A	A	A	A
Sülfür Dioksit	D	N	C	A	A	B	C		A	B	A	A
Sülfirik Asit	10	N	A	A	A	C	B	A	A	A	A	A
	10	60	A	A	A	C	C	A	A	A	A	B
	40	60	A	A	A	C	C		A	A	A	C
	50	N	A	A	A	C	C		A	A	A	B
	80	N	B	A	A	X	C	C	A	A	A	X
Süt	T	N	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
Şarap	T	N	A	A	A	B	A	A	A	A	A	A
Tanen	D	N	A	A	A				A	A	A	A
Tartarik Asit	5	N	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
	50	N	A	A	A	B		A	A	A	A	A
Tendürdiyot	10	N	A	A	A	C			A	A	A	B
Tetrahidrofuran	D	N	C	B	B	A	B	B	A	B	A	A
	D	60	C	C	C		B		A	B	A	A
Tetrakloroetan	D	N		C	C				A			B
Tetrakloroetilen	D	N		B	C	B	A	B	A	A	A	A
	D	60		C	C		B	B	A	A	A	A
Toluen	D	N	C	B	B	A	A	A	A	A	A	A
	D	50		C	C	A	A	A	A	A	A	A
Trafo Yağları	T	50		B	B	A	A	A	A			A
Trikloroetilen	D	N	C	B	B	B	B	B	A	A	A	A
Trikloroetilen	D	60	C	C	C	C	B		A	A	A	A
Ürik Asit	10	N		A	A	A	A	A				A
Ürün	D	N	A	A	A	A	A	A				A
Vazelin	T	N		A	A	A	A	A	A	A	A	A
Vinil Asetat	D	N	C	A	A		A		A	A	A	A
	D	50	C	B	B		A		A	C	A	A
Vinil Broit	D	80				A	A	A		A	A	A
Vinil Klorit	D	N	C			A	A	A		A	A	A
	D	80				A	A	A		A	A	A
Yağlar (uçucu)	T	N	A	B	B	A	A	A				A
Yağlar (bitkisel, madeni)	T	N	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A

Çizelge EK-1 Kısaltmaları ve Anlamları:

- A: Çok Dayanıkl
- B: Dayanıkl
- C: Dayanıkl Değil
- D: Saf
- N : Oda Sıcaklığı
- SD: Sulu Çözelti
- X: Erir
- T: Ticari

KALIP AKIŞ RAPORLARI

B-1 Kabin Akış Analizi Raporu

General	
Release version	2010
Study name	kabin_study.edy
Study location	C:\Documents and Settings\Ekim\My Documents\My AMA 2010\Projeler\kabin\kabin_study.edy
Part name	kabin.stl
Model suitability	A model suitability check was not performed on this model when it was imported.
Analysis resolution	Default
Material manufacturer	SABIC Innovative Plastics US, LLC
Material trade name	Lexan 105
Environmental impact	
Melt temperature	307.0 (C)
Mold temperature	104.0 (C)
Injection locations	3
Max. machine injection pressure	100.000 (MPa)
Injection time selected	Automatic
Velocity/pressure switch-over	Automatic
Model warnings	
None	
Material	

Mold			
Mold dimensions			
X	423.10 (mm)		
Y	393.30 (mm)		
Z	61.55 (mm)		
Mold material			
Material manufacturer	Generic		
Material trade name	Tool Steel P-20		
Mold plates			
	Mold plate	Thickness	
A plate	30.78 (mm)		
B plate	30.77 (mm)		
Mold offset			
Symmetric	25.00 (%)		
X	42.01	42.01	mm
Y	39.33	39.33	mm
Z	0.09	20.09	mm



Runner System

Sprue			
Shape	Start Coordinate	End Coordinate	Description
	0.00, 11.96, 90.81, 60.04	0.00, 11.96, 60.04, 60.04	Cold, Circular, Diameter (6.00 mm)


Runners			
Shape	Start Coordinate	End Coordinate	Description
	0.00, 93.26, 60.04, 60.04	-103.68, 93.11, 60.04, 60.04	Hot, Circular Tapered, Start Diameter (6.00 mm), End Diameter (4.00 mm)
	0.00, 11.96, 60.04, 60.04	0.00, 93.26, 60.04, 60.04	Hot, Circular Tapered, Start Diameter (6.00 mm), End Diameter (4.00 mm)
	0.00, 11.96, 60.04, 60.04	0.00, -124.12, 60.04, 60.04	Hot, Circular Tapered, Start Diameter (6.00 mm), End Diameter (4.00 mm)
	0.00, 93.26, 60.04, 60.04	93.80, 93.42, 60.04, 60.04	Hot, Circular Tapered, Start Diameter (6.00 mm), End Diameter (4.00 mm)
	0.00, -124.12, 60.04, 60.04	-12.09, -124.12, 60.04, 60.04	Hot, Circular Tapered, Start Diameter (6.00 mm), End Diameter (4.00 mm)

Gates			
Shape	Start Coordinate	End Coordinate	Description
	93.80, 93.42, 60.04, 60.04	93.80, 93.42, 66.82, 66.82	Cold, Circular Tapered, Start Diameter (3.00 mm), End Diameter (1.00 mm)
	-103.68, 93.11, 60.04, 60.04	-103.68, 93.11, 66.82, 66.82	Cold, Circular Tapered, Start Diameter (3.00 mm), End Diameter (1.00 mm)
	-12.09, -124.12, 60.04, 60.04	-12.09, -124.12, 66.82, 66.82	Cold, Circular Tapered, Start Diameter (3.00 mm), End Diameter (1.00 mm)



Cooling System

Cooling circuit 1			
Inlet coordinate	Coolant	Temperature	Flow rate
-221.55, -106.03, 100.43, 100.43	Water (pure): Unknown	25.0 (C)	10.0000 (lit/min)
Type	Start Coordinate	End Coordinate	Description
	-221.55, -106.03, 100.43, 100.43	221.55, -106.03, 100.43, 100.43	Hose, Diameter (10.00 mm)
	221.55, -106.03, 100.43, 100.43	221.55, -27.37, 100.43, 100.43	Hose, Diameter (10.00 mm)
	-221.55, -27.37, 100.43, 100.43	221.55, -27.37, 100.43, 100.43	Hose, Diameter (10.00 mm)
	-221.55, -27.37, 100.43, 100.43	-221.55, 51.29, 100.43, 100.43	Hose, Diameter (10.00 mm)
	-221.55, 51.29, 100.43, 100.43	221.55, 51.29, 100.43, 100.43	Hose, Diameter (10.00 mm)
	221.55, 51.29, 100.43, 100.43	221.55, 129.95, 100.43, 100.43	Hose, Diameter (10.00 mm)
	-221.55, 129.95, 100.43, 100.43	221.55, 129.95, 100.43, 100.43	Hose, Diameter (10.00 mm)

Cooling circuit 2			
Inlet coordinate	Coolant	Temperature	Flow rate
-221.55, -106.03, 39.65	Water (pure): Unknown	25.0 (C)	10.0000 (lit/min)
Type	Start Coordinate	End Coordinate	Description
	-221.55, -106.03, 39.65	-211.55, -106.03, 39.65	Hose, Diameter (10.00 mm)
	-211.55, -106.03, 39.65	211.55, -106.03, 39.65	Channel, Circular, Diameter (10.00 mm)
	211.55, -106.03, 39.65	221.55, -106.03, 39.65	Hose, Diameter (10.00 mm)
	221.55, -106.03, 39.65	221.55, -27.37, 39.65	Hose, Diameter (10.00 mm)
	211.55, -27.37, 39.65	221.55, -27.37, 39.65	Hose, Diameter (10.00 mm)
	-211.55, -27.37, 39.65	211.55, -27.37, 39.65	Channel, Circular, Diameter (10.00 mm)
	-221.55, -27.37, 39.65	-211.55, -27.37, 39.65	Hose, Diameter (10.00 mm)
	-221.55, -27.37, 39.65	-221.55, 51.29, 39.65	Hose, Diameter (10.00 mm)
	-221.55, 51.29, 39.65	-211.55, 51.29, 39.65	Hose, Diameter (10.00 mm)
	-211.55, 51.29, 39.65	211.55, 51.29, 39.65	Channel, Circular, Diameter (10.00 mm)
	211.55, 51.29, 39.65	221.55, 51.29, 39.65	Hose, Diameter (10.00 mm)
	221.55, 51.29, 39.65	221.55, 129.95, 39.65	Hose, Diameter (10.00 mm)
	211.55, 129.95, 39.65	221.55, 129.95, 39.65	Hose, Diameter (10.00 mm)
	-211.55, 129.95, 39.65	211.55, 129.95, 39.65	Channel, Circular, Diameter (10.00 mm)
	-221.55, 129.95, 39.65	-211.55, 129.95, 39.65	Hose, Diameter (10.00 mm)



Fill

Analysis time: 293.34 (s)



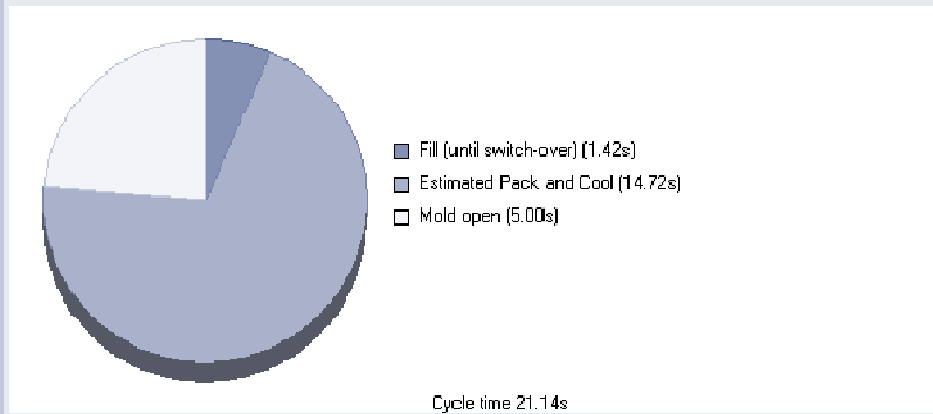
Your part may be difficult to fill and part quality may be unacceptable.

View the Confidence of Fill plot and use the Results Adviser to get help on how to improve the filling of the part.

Actual filling time	1.47 (s)
Actual injection pressure	128.362 (MPa)
Clamp force area	452.4147 (cm ²)
Max. clamp force during filling	197.757 (tonne)
Velocity/pressure switch-over at % volume	97.17 (%)
Velocity/pressure switch-over at time	1.42 (s)
Estimated cycle time	21.14 (s)
Total part weight	148.285 (g)
Shot volume	144.6863 (cm ³)
Cavity volume	143.7470 (cm ³)
Runner system volume	0.9392 (cm ³)

Clamp force estimate during packing using:	
20% of the injection pressure	118.399 (tonne)
80% of the injection pressure	473.597 (tonne)
120% of the injection pressure	710.396 (tonne)

Cycle time breakdown



Solver warnings
None



Sink Mark

Analysis time: 30.28 (s)

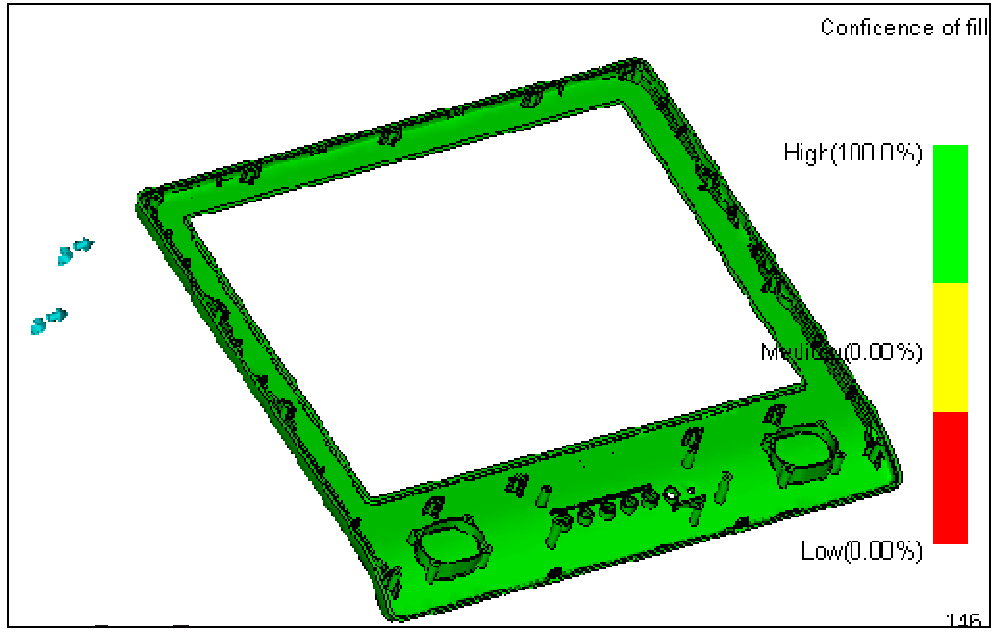


Less than 10% of your model has sink marks.

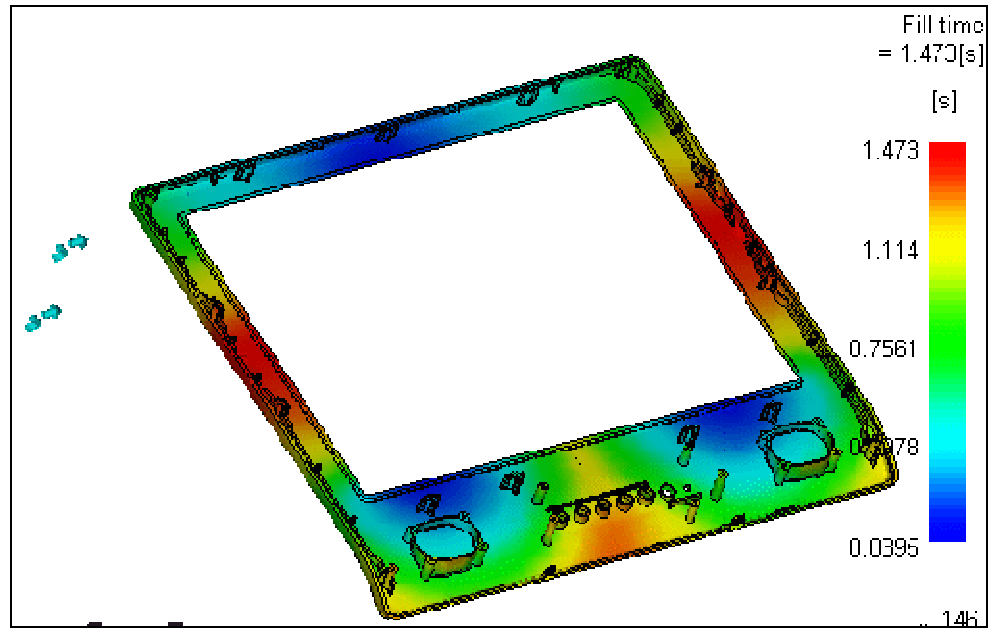
[View the Sink mark estimate.](#)

Max sink depth	0.02 (mm)
Average sink mark depth	0.00 (mm)
Percentage of model prone to sink marks	2.14 (%)

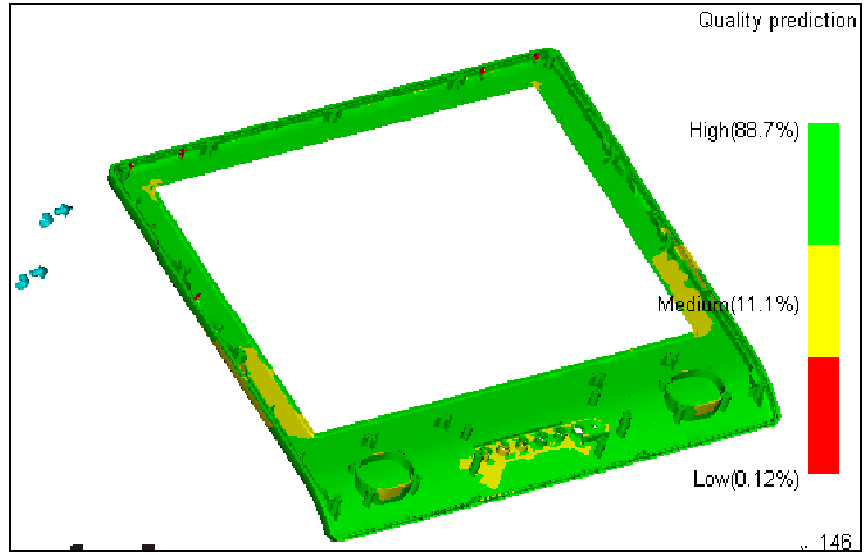
Solver warnings
None



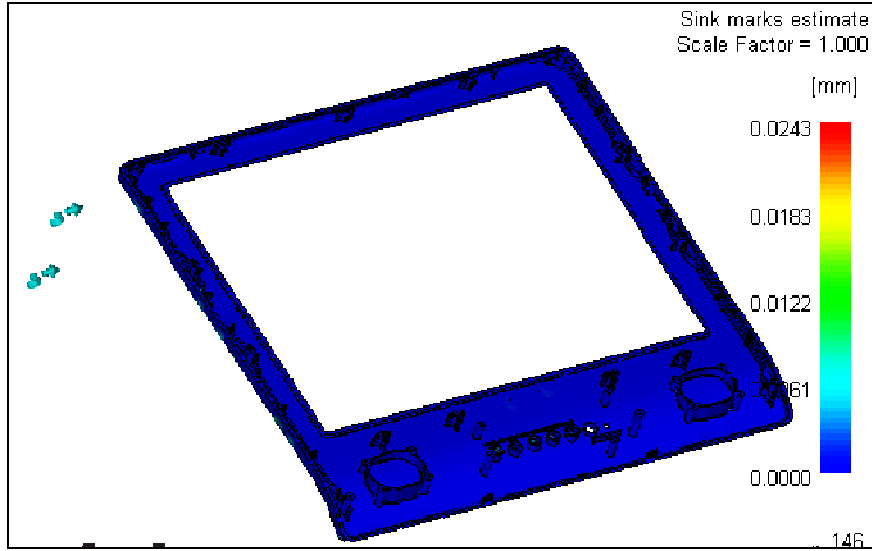
Şekil B. 1 Kalıp dolma güvenilirliği



Şekil B. 2 Kalıp dolma süresi



Şekil B. 3 Tahmini baskı kalitesi



Şekil B. 4 Tahmini yüzey kalitesi / çökme değerleri

B-2 Arka Kapak Akış Analizi Raporu

General

Release version	2010
Study name	arka_study.sdy
Study location	C:\Documents and Settings\Ekim\My Documents\My AMA 2010 Projects\back_cover\arka_study.sdy
Part name	arka.stl
Model suitability	A model suitability check was not performed on this model when it was imported.
Analysis resolution	Default

Material manufacturer	SABIC Innovative Plastics US, LLC
Material trade name	Lexan 105
Environmental impact	

Melt temperature	307.0 (C)
Mold temperature	104.0 (C)
Injection locations	1
Max. machine injection pressure	180.000 (MPa)
Injection time selected	Automatic
Velocity/pressure switch-over	Automatic

Model warnings

None

Material

Mold

Mold dimensions	
X	536.80 (mm)
Y	412.30 (mm)
Z	147.70 (mm)

Mold material	
Material manufacturer	Generic
Material trade name	Tool Steel P-20

Mold plates		
	Mold plate	Thickness
A plate		72.91 (mm)
B plate		74.79 (mm)

Mold offsets			
Symmetric	0.00 (%)		
	+	-	
X	156.79	42.21	mm
Y	39.43	57.24	mm
Z	66.92	6.92	mm










Runner System

Gates			
Shape	Start Coordinate	End Coordinate	Description
	22.48, 0.29, 75.44	22.48, 0.29, 10.57	Cold, Circular Tapered, Start Diameter (8.00 mm), End Diameter (5.00 mm)



Cooling System

Cooling circuit 1			
Inlet coordinate	Coolant	Temperature	Flow rate
-221.13, -105.94, 96.43	Water (pure): Unknown	25.0 (C)	10.0000 (lit/min)
Type	Start Coordinate	End Coordinate	Description
	-221.13, -105.94, 96.43	-211.13, -105.94, 96.43	Hose, Diameter (10.00 mm)
	-211.13, -105.94, 96.43	211.13, -105.94, 96.43	Channel, Circular, Diameter (10.00 mm)
	211.13, -105.94, 96.43	221.13, -105.94, 96.43	Channel, Circular, Diameter (10.00 mm)
	221.13, -105.94, 96.43	221.13, -27.04, 96.43	Channel, Circular, Diameter (10.00 mm)
	211.13, -27.04, 96.43	221.13, -27.04, 96.43	Channel, Circular, Diameter (10.00 mm)
	-211.13, -27.04, 96.43	211.13, -27.04, 96.43	Channel, Circular, Diameter (10.00 mm)
	-221.13, -27.04, 96.43	-211.13, -27.04, 96.43	Hose, Diameter (10.00 mm)
	-221.13, -27.04, 96.43	-221.13, 51.87, 96.43	Hose, Diameter (10.00 mm)
	-221.13, 51.87, 96.43	-211.13, 51.87, 96.43	Hose, Diameter (10.00 mm)
	-211.13, 51.87, 96.43	211.13, 51.87, 96.43	Channel, Circular, Diameter (10.00 mm)
	211.13, 51.87, 96.43	221.13, 51.87, 96.43	Channel, Circular, Diameter (10.00 mm)
	221.13, 51.87, 96.43	221.13, 130.78, 96.43	Channel, Circular, Diameter (10.00 mm)
	211.13, 130.78, 96.43	221.13, 130.78, 96.43	Channel, Circular, Diameter (10.00 mm)
	-211.13, 130.78, 96.43	211.13, 130.78, 96.43	Channel, Circular, Diameter (10.00 mm)
	-221.13, 130.78, 96.43	-211.13, 130.78, 96.43	Hose, Diameter (10.00 mm)

Cooling circuit 2			
Inlet coordinate	Coolant	Temperature	Flow rate
221.13, -105.94, -7.43	Water (pure): Unknown	25.0 (C)	10.0000 (lit/min)
Type	Start Coordinate	End Coordinate	Description
	-221.13, -105.94, -7.43	221.13, -105.94, -7.43	Hose, Diameter (10.00 mm)
	221.13, -105.94, -7.43	221.13, -27.04, -7.43	Hose, Diameter (10.00 mm)
	-221.13, -27.04, -7.43	221.13, -27.04, -7.43	Hose, Diameter (10.00 mm)
	-221.13, -27.04, -7.43	-221.13, 51.87, -7.43	Hose, Diameter (10.00 mm)
	-221.13, 51.87, -7.43	221.13, 51.87, -7.43	Hose, Diameter (10.00 mm)
	221.13, 51.87, -7.43	221.13, 130.78, -7.43	Hose, Diameter (10.00 mm)
	-221.13, 130.78, -7.43	221.13, 130.78, -7.43	Hose, Diameter (10.00 mm)



Fill

Analysis time: 358.73 (s)



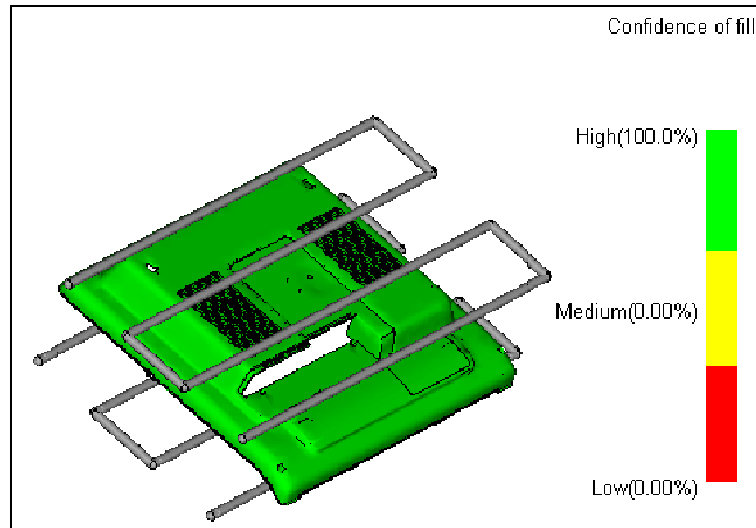
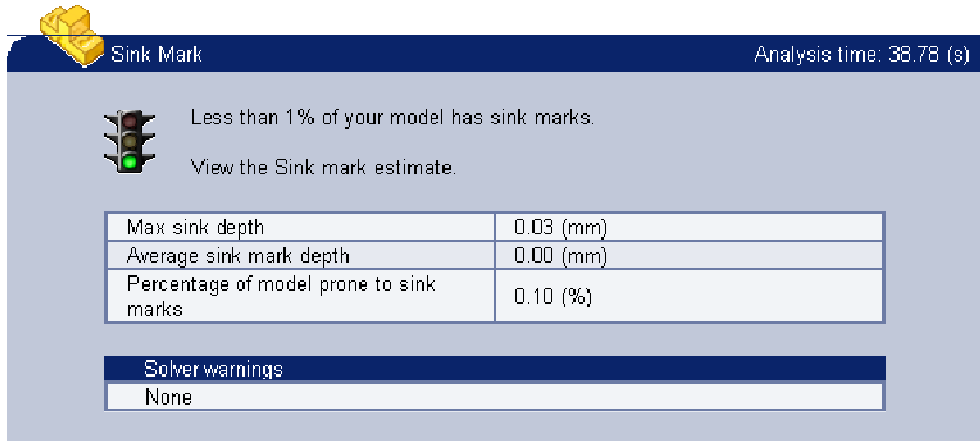
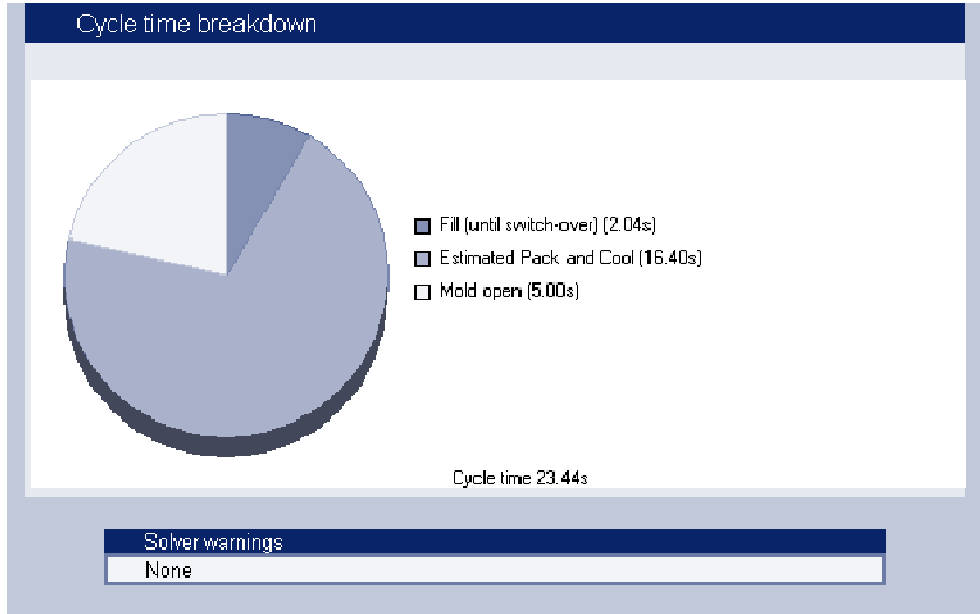
Your part may be difficult to fill and part quality may be unacceptable.

View the Confidence of Fill plot and use the Results Adviser to get help on how to improve the filling of the part.

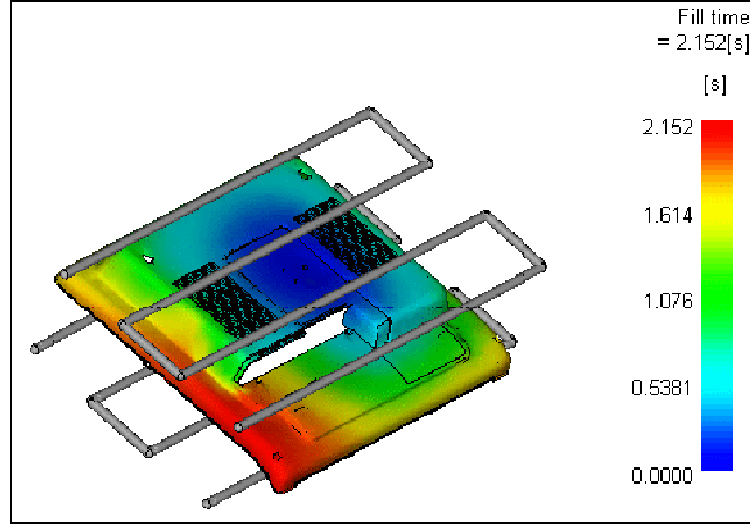
Actual filling time	2.15 (s)
Actual injection pressure	120.383 (MPa)
Clamp force area	1020.9531 (cm ²)
Max. clamp force during filling	722.384 (tonne)
Velocity/pressure switch-over at % volume	97.04 (%)
Velocity/pressure switch-over at time	2.04 (s)
Estimated cycle time	23.44 (s)
Total part weight	374.361 (g)
Shot volume	360.9886 (cm ³)
Cavity volume	358.7985 (cm ³)
Runner system volume	2.1901 (cm ³)

Clamp force estimate during packing using:

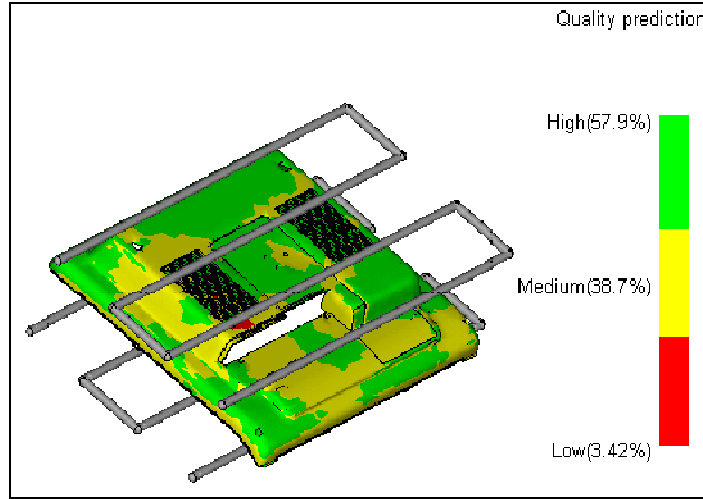
20% of the injection pressure	250.579 (tonne)
80% of the injection pressure	1002.315 (tonne)
120% of the injection pressure	1503.472 (tonne)



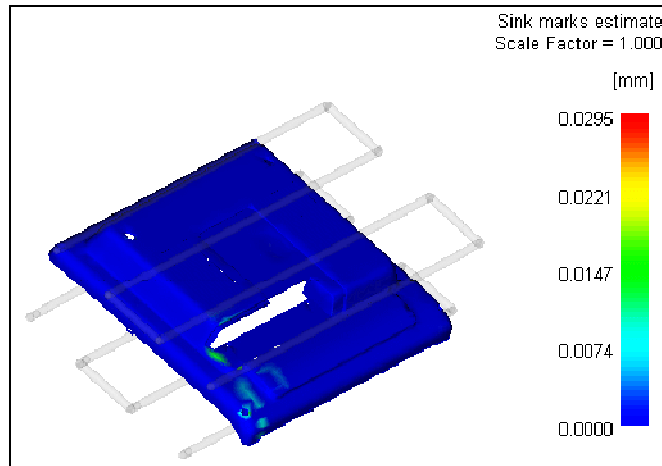
Şekil B. 5 Dolma güvenilirliği



Şekil B. 6 Kalıp dolma süresi



Şekil B. 7 Tahmini baskı kalitesi



Şekil B. 8 Tahmini yüzey kalitesi / çökme değerleri

B-3 Çıkış Paneli Akış Analizi Raporu

General

Release version	2010
Study name	out_study_1.sdy
Study location	C:\Documents and Settings\Ekim\My Documents\My AMA 2010 Projects\out_surface_analysis\out_study_1.sdy
Part name	out.stl
Model suitability	The imported model is thin walled, and is appropriate for Dual Domain analysis.
Analysis resolution	Default

Material manufacturer	Generic Default
Material trade name	Generic PP
Environmental impact	

Melt temperature	240.0 (C)
Mold temperature	40.0 (C)
Injection locations	4
Max. machine injection pressure	180.000 (MPa)
Injection time selected	Automatic
Velocity/pressure switch-over	Automatic

Model warnings

None

Material

Mold

Mold dimensions	
X	199.00 (mm)
Y	77.97 (mm)
Z	63.31 (mm)

Mold material	
Material manufacturer	Generic
Material trade name	Tool Steel P-20

Mold plates		
Mold plate	Thickness	
A plate	31.65 (mm)	
B plate	31.65 (mm)	

Mold offsets			
Symmetric	0.00 (%)		
	+	-	
X	19.89	19.90	mm
Y	2.69	-0.00	mm
Z	27.12	4.54	mm



Runner System

Sprue			
Shape	Start Coordinate	End Coordinate	Description
	-54.48, 40.40, 69.69	-54.48, 40.40, 38.04	Cold, Circular Tapered, Start Diameter (5.00 mm), End Diameter (3.00 mm)






Runners			
Shape	Start Coordinate	End Coordinate	Description
	-54.48, 40.40, 38.04	-84.21, 40.40, 38.04	Cold, Circular, Diameter (5.00 mm)
	-24.74, 40.40, 38.04	-24.74, 19.92, 38.04	Cold, Circular, Diameter (5.00 mm)
	-3.48, 40.40, 38.04	-3.48, 58.18, 38.04	Cold, Circular, Diameter (5.00 mm)
	-84.21, 40.40, 38.04	-105.48, 40.40, 38.04	Cold, Circular, Diameter (5.00 mm)
	-105.48, 40.40, 38.04	-105.48, 19.92, 38.04	Cold, Circular, Diameter (5.00 mm)
	-24.74, 40.40, 38.04	-3.48, 40.40, 38.04	Cold, Circular, Diameter (5.00 mm)
	-84.21, 40.40, 38.04	-84.21, 58.18, 38.04	Cold, Circular, Diameter (5.00 mm)
	-54.48, 40.40, 38.04	-24.74, 40.40, 38.04	Cold, Circular, Diameter (5.00 mm)








Gates			
Shape	Start Coordinate	End Coordinate	Description
	-3.48, 58.18, 38.04	-3.48, 58.18, 35.82	Cold, Circular Tapered, Start Diameter (5.00 mm), End Diameter (3.00 mm)
	-24.74, 19.92, 38.04	-24.74, 19.92, 35.82	Cold, Circular Tapered, Start Diameter (5.00 mm), End Diameter (3.00 mm)
	-84.21, 58.18, 38.04	-84.21, 58.18, 35.82	Cold, Circular Tapered, Start Diameter (5.00 mm), End Diameter (3.00 mm)
	-105.48, 19.92, 38.04	-105.48, 19.92, 35.82	Cold, Circular Tapered, Start Diameter (5.00 mm), End Diameter (3.00 mm)



Cooling System

Cooling circuit 1			
Inlet coordinate	Coolant	Temperature	Flow rate
-114.18, -8.59, 57.58	Water (pure): Unknown	80.0 (C)	10.0000 (lit/min)
Type	Start Coordinate	End Coordinate	Description
	-114.18, -8.59, 57.58	-114.18, 1.41, 57.58	Hose, Diameter (10.00 mm)
	-114.18, 79.38, 57.58	-114.18, 1.41, 57.58	Channel, Circular, Diameter (10.00 mm)
	-114.18, 79.38, 57.58	-114.18, 89.38, 57.58	Hose, Diameter (10.00 mm)
	-114.18, 89.38, 57.58	-74.38, 89.38, 57.58	Hose, Diameter (10.00 mm)
	-74.38, 79.38, 57.58	-74.38, 89.38, 57.58	Hose, Diameter (10.00 mm)
	-74.38, 79.38, 57.58	-74.38, 1.41, 57.58	Channel, Circular, Diameter (10.00 mm)
	-74.38, -8.59, 57.58	-74.38, 1.41, 57.58	Hose, Diameter (10.00 mm)
	-74.38, -8.59, 57.58	-34.57, -8.59, 57.58	Hose, Diameter (10.00 mm)
	-34.57, -8.59, 57.58	-34.57, 1.41, 57.58	Hose, Diameter (10.00 mm)
	-34.57, 79.38, 57.58	-34.57, 1.41, 57.58	Channel, Circular, Diameter (10.00 mm)

	-34.57, 79.38, 57.58	-34.57, 89.38, 57.58	Hose, Diameter (10.00 mm)
	-34.57, 89.38, 57.58	5.23, 89.38, 57.58	Hose, Diameter (10.00 mm)
	5.23, 79.38, 57.58	5.23, 89.38, 57.58	Hose, Diameter (10.00 mm)
	5.23, 79.38, 57.58	5.23, 1.41, 57.58	Channel, Circular, Diameter (10.00 mm)
	5.23, -8.59, 57.58	5.23, 1.41, 57.58	Hose, Diameter (10.00 mm)

Cooling circuit 2			
Inlet coordinate	Coolant	Temperature	Flow rate
-114.18, -8.59, -4.08	Water (pure): Unknown	80.0 (C)	10.0000 (lit/min)
Type	Start Coordinate	End Coordinate	Description
	-114.18, -8.59, -4.08	-114.18, 89.38, -4.08	Hose, Diameter (10.00 mm)
	-114.18, 89.38, -4.08	-74.38, 89.38, -4.08	Hose, Diameter (10.00 mm)
	-74.38, -8.59, -4.08	-74.38, 89.38, -4.08	Hose, Diameter (10.00 mm)
	-74.38, -8.59, -4.08	-34.57, -8.59, -4.08	Hose, Diameter (10.00 mm)
	-34.57, -8.59, -4.08	-34.57, 89.38, -4.08	Hose, Diameter (10.00 mm)
	-34.57, 89.38, -4.08	5.23, 89.38, -4.08	Hose, Diameter (10.00 mm)
	5.23, -8.59, -4.08	5.23, 89.38, -4.08	Hose, Diameter (10.00 mm)



Fill

Analysis time: 312.56 (s)

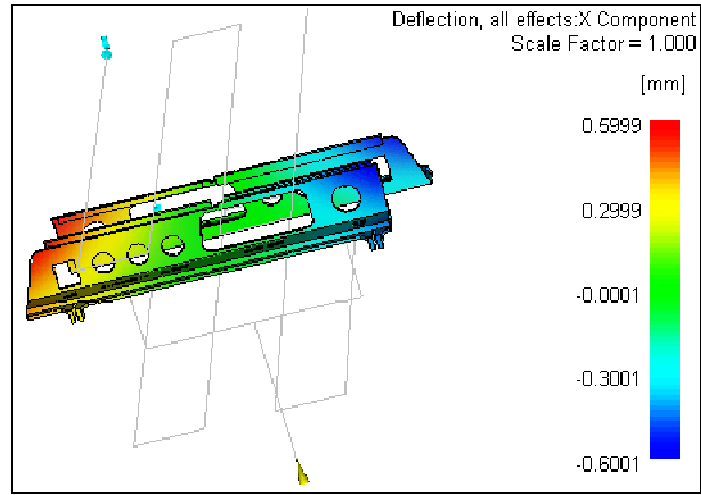
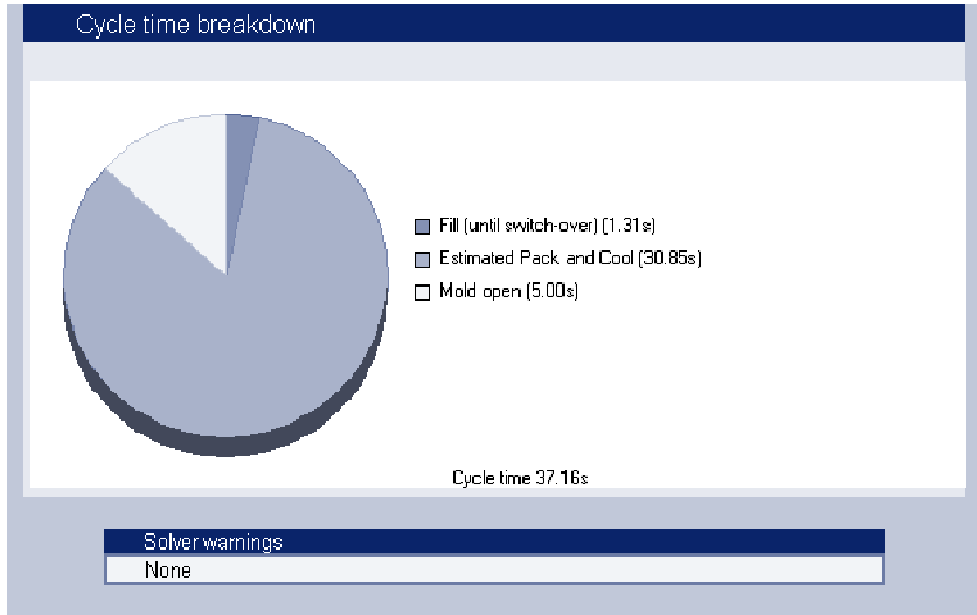


Your part may be difficult to fill and part quality may be unacceptable.

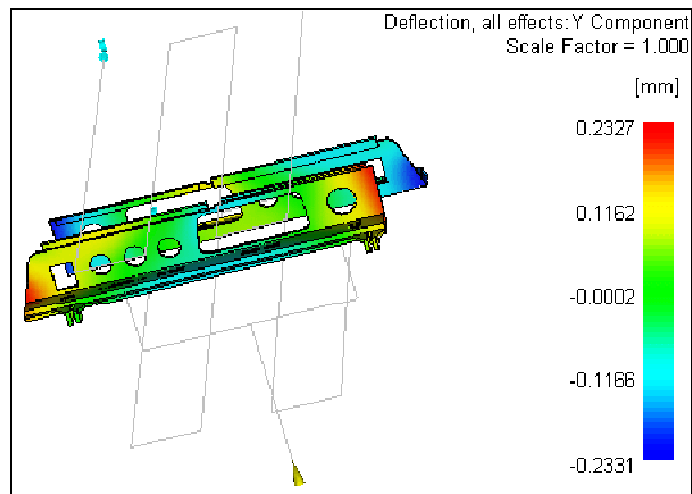
View the Confidence of Fill plot and use the Results Adviser to get help on how to improve the filling of the part.

Actual filling time	1.35 (s)
Actual injection pressure	17.991 (MPa)
Clamp force area	64.1703 (cm ²)
Max. clamp force during filling	4.846 (tonne)
Velocity/pressure switch-over at % volume	98.83 (%)
Velocity/pressure switch-over at time	1.31 (s)
Estimated cycle time	37.16 (s)
Total part weight	18.602 (g)
Shot volume	28.8419 (cm ³)
Cavity volume	24.8172 (cm ³)
Runner system volume	4.0246 (cm ³)

Clamp force estimate during packing using:	
20% of the injection pressure	2.354 (tonne)
80% of the injection pressure	9.415 (tonne)
120% of the injection pressure	14.122 (tonne)



Şekil B. 9 X yönünde sapma değerleri



Şekil B. 10 Y yönünde sapma değerleri

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Umut Ekim GÜNDOĞDU
Doğum Tarihi ve Yeri : 19.07.1978
Yabancı Dili : İngilizce
E-posta : ekimgundogdu@gmail.com

ÖĞRENİM DURUMU

Derece	Alan	Okul/Üniversite	Mezuniyet Yılı
Lisans	Makina Müh.	Yıldız Teknik Üniversitesi	2003
Lise	Matematik Fen	Atatürk Anadolu Lisesi	1996

İŞ TECRÜBESİ

Yıl	Firma/Kurum	Görevi
2010	İris Dizayn Mak. Müh. Ve Tasarım	Genel Müdür
2009	Federal Elektrik A.Ş	Uluslararası Proje Koordinatörü
2007	Stoeger Silah A.Ş	Tasarım Mühendisi
2003	Profilo Telra Elektronik A.Ş	Tasarım Mühendisi