

T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**VİTRİFİYE ÇAMURUNUN DEFORMASYON
DAVRANIŞININ SAYISAL MODELLENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Mak.Müh. Süphan ERCAN

Enstitü Anabilim Dalı : MAKİNA MÜHENDİSLİĞİ
Enstitü Bilim Dalı : MAKİNA TASARIM VE İMALAT
Tez Danışmanı : Yrd. Doç. Dr. Mehmet FIRAT

Haziran 2006

T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

VİTRİFİYE ÇAMURUNUN DEFORMASYON
DAVRANIŞININ SAYISAL MODELLENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Mak.Müh. Süphan ERCAN

Enstitü Anabilim Dalı : **MAKİNE MÜH.**

Enstitü Bilim Dalı : **MAKİNA TASARIM VE İMALAT**

Bu tez 19 / 06 /2006 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Oybirliği ile kabul edilmiştir.

Yrd. Doç. Dr.
Mehmet FIRAT

Jüri Başkanı

Prof. Dr.
Ümit KOCABIÇAK

Üye

Doç. Dr.
Vahdet UÇAR

Üye

TEŞEKKÜR

Tezin hazırlanması aŐamasında bana her tŸrlŸ desteği veren danıŐman hocam Sayın Y. Doç. Dr. Mehmet FIRAT'a teŐekkŸrŸ bir borę bilirim.

Ayrıca makale tarama ęalıŐmalarında yardımcı olan arkadaŐım Mak. MŸh. Sayın Ali ŐKTEM' e; ęalıŐmalarımı yapmak için iş yerinde bana izin veren ve yardımcı olan İbrahim Polat Holding Seramik Grup Başkanı Sayın BŸlent ZIHNALI, Ege Vitrifiye Sağlık Gereçleri San. ve Tic. A.Ő Genel MŸdŸrŸ Sayın Birgi ęEKCI, Genel MŸdŸr Yardımcısı Sayın Selami TEK ve tŸm ęalıŐanlarına da teŐekkŸr ederim.

Yaptığım ęalıŐma sŸresince kullandığım yazılımları sağlayan ve teknik desteklerini veren BİAS A.Ő. Genel MŸdŸrŸ Sayın Aydın KUNTAY ve İNFOTRON A.Ő. Genel MŸdŸrŸ Tarcan KİPER baŐta olmak Ÿzere tŸm BİAS A.Ő. ve İNFOTRON A.Ő. ęalıŐanlarına teŐekkŸr ederim.

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	ii
İÇİNDEKİLER.....	iii
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ.....	vi
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	vii
TABLolar LİSTESİ.....	x
ÖZET.....	xi
SUMMARY.....	xii
BÖLÜM 1.	
GİRİŞ.....	1
1.1. Vitrikiye Ürünlerinin Deformasyon Davranışı.....	2
1.2. Yapılmış Çalışmalar.....	3
1.3. Yapılan Çalışma.....	4
BÖLÜM 2.	
ÜRÜNÜN TEKNOLOJİK ÖNEMİ VE İMALAT YÖNTEMİ.....	7
2.1. Malzeme Özellikleri.....	8
2.2. İmalat Yöntemi.....	12
2.2.1. Tasarım ve kalıp hazırlama.....	13
2.2.2. Şekillendirme.....	13
2.2.3. Kurutma.....	17
2.2.4. Kurutma yöntemleri.....	20
2.2.5. Pişirme.....	22
2.2.6. Sırlama.....	26

BÖLÜM 3.

PROSES KISMINDAKİ DEFORMASYONUN ÖLÇÜLMESİ VE SONLU ELEMANLAR YÖNTEMİ ÇALIŞMASI.....	27
3.1 Giriş Kalite Kontrol.....	27
3.2. Üç Boyutlu Optik Sayısallaştırma.....	28
3.2.1. Aktif metotlar	29
3.2.2. Pasif metotlar.....	31
3.3. Aura 90 cm Lavabo Geometrisinin Sayısallaştırılması.....	33
3.4. CAD Verisinin Oluşturulması.....	36
3.4.1. Tel kafes modelleme.....	36
3.4.2. Yüzey modelleme.....	37
3.4.3. Katı modelleme.....	37
3.5. Sonlu Elamanlar Modeli Oluşturulması.....	38
3.5.1. Sonlu elemanlar hesabı.....	38
3.5.2. Ağ yapısının oluşturulması.....	38
3.6. Aura 90 cm Lavabo Sonlu Elamanlar Çalışması.....	40
3.6.1. Sınır şartlarının tanımlanması.....	41
3.6.2. Malzeme özellikleri.....	42
3.6.3. Hesaplama temel alınacak birimler.....	42
3.6.4. Sonlu elemanlar hesaplama modelinin oluşturulması.....	43

BÖLÜM 4.

SONLU ELEMANLAR HESAPLARI VE ÖLÇÜLEN YÜZEY GEOMETRİSİYLE KONTROLÜ	60
4.1. Kesit Karşılaştırılmaları.....	61
4.1.1. Kesit 1.....	62
4.1.2. Kesit 2.....	64
4.1.3. Kesit 3.....	66
4.1.4. Kesit 4.....	68

BÖLÜM 5.

SONUÇLAR VE ÖNERİLER	71
5.1. Deformasyona Etki Eden Süreçler.....	71

5.2. Bundan Sonra Yapılacak Çalışmalar İçin Öneriler	72
KAYNAKLAR.....	74
EKLER.....	76
ÖZGEÇMİŞ.....	105

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

G	: Yerçekimi ivmesi
U_x	: X yönündeki yer değiştirmeler.
U_y	: Y yönündeki yer değiştirmeler.
U_z	: Z yönündeki yer değiştirmeler.
ν	: Poisson sabiti.
E	: Elastik modülü
y_{SE}	: Hesaplanan veriler üzerinden almış olduğumuz y koordinat değerleri.
y_{stl}	: STL veri üzerinden almış olduğumuz y koordinat değerleri.

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1.	Helsinki rezervuar kılıfı.....	2
Şekil 1.2.	Aura 90 cm lavabo.....	5
Şekil 2.1.	Aura 90 cm lavabo.....	7
Şekil 2.2.	Deformasyon test çubuğu.....	10
Şekil 2.3.	Deformasyon test çubuğu sonlu elemanlar modeli.....	11
Şekil 2.4.	Deformasyon test çubuğu, ağırlık yönündeki yer değiştirmeler.....	12
Şekil 2.5.	Beş eksen freze.....	13
Şekil 2.6.	Aura 90cm lavabo üç parçalı kalıbı.....	14
Şekil 2.7.	Döküme hazır kalıp.....	15
Şekil 2.8.	Döküm yapılmış kalıp.....	16
Şekil 2.9.	Mal alma ceketini üzerindeki yarı mamul.....	16
Şekil 2.10.	Sıcaklık – zaman grafiği.....	18
Şekil 2.11.	Yüzde nem – zaman grafiği.....	18
Şekil 2.12.	Bourry kuruma diyagramı [8].....	19
Şekil 2.13.	Odalı kurutucu. [8].....	21
Şekil 2.14.	Bir tünel kurutucunun şematik şekli [10].....	21
Şekil 2.15.	Tünel fırın kesiti [8].....	23
Şekil 2.16.	SACMI tünel fırına ait fırın rejimi.....	24
Şekil 2.17.	SACMI tünel fırın kesiti [12].....	25
Şekil 2.18.	Brülör kesiti [13].....	26
Şekil 3.1.	Giriş kalite kontrol işlemi.....	28
Şekil 3.2.	Optik üçgenleme ve örneği [2].....	29
Şekil 3.3.	Işık kesiti tekniği ve örneği [2].....	30
Şekil 3.4.	Izgara izdüşümü tekniği ve örneği [2].....	31
Şekil 3.5.	İki kamera ile stereografi [2].....	31
Şekil 3.6.	Bir kamera ile farklı yönlerden fotogrametri. [2].....	32
Şekil 3.7.	Breuckmann üç boyutlu optik sayısallaştırma sistemi.....	33

Şekil 3.8.	Aura 90 cm lavabo optik sayısallaştırma sonucu.....	34
Şekil 3.9.	Inspect workbench register menüsü.....	35
Şekil 3.10.	Whole deviation menüsü.....	35
Şekil 3.11.	Sonuçların görüntülenmesi.....	36
Şekil 3.12.	Aura 90 cm lavabo CAD modeli.....	38
Şekil 3.13.	On düğüm noktalı tetrahedron hacim elemanı [16].....	39
Şekil 3.14.	Dört düğüm noktalı tetrahedron eleman [16].....	40
Şekil 3.15.	Yükleme ve koordinat durumu.....	41
Şekil 3.16.	Sınır koşulları.....	42
Şekil 3.17.	Modelin patran ortamına alınması.....	43
Şekil 3.18.	Ağ yapısı ayarları.....	44
Şekil 3.19.	Aura 90 cm lavabo yarım sonlu elemanlar modeli.....	45
Şekil 3.20.	YZ simetri değerlerinin girilmesi.....	46
Şekil 3.21.	Rijit yüzey değerlerinin girilmesi.....	47
Şekil 3.22.	Netural formatta çıktı alınması.....	47
Şekil 3.23.	Ağ yapısı ve YZ simetrisinin Mentat ortamına alınması.....	48
Şekil 3.24.	Mentat ortamına alınmış model.....	49
Şekil 3.25.	Malzeme özelliklerinin tanımlanması.....	50
Şekil 3.26.	Yerçekimi ivmesinin tanımlanması.....	51
Şekil 3.27.	Yükleme adımlarında yükün tanımlanması.....	52
Şekil 3.28.	JOBSS menüsü.....	52
Şekil 3.29.	Sonlu elemanlar hesabı menüsü.....	53
Şekil 3.30.	Job result menüsü.....	53
Şekil 3.31.	Sonlu elemanlar hesabı seçenekleri.....	54
Şekil 3.32.	Sonlu elemanlar hesabı sonucu.....	55
Şekil 3.33.	Result menüsü.....	56
Şekil 3.34.	Scalar menüsü.....	57
Şekil 3.35.	Ağırlık yüklemesi yönündeki yer değiştirmeler.....	57
Şekil 3.36.	Von Mises gerilme değerleri dağılımı.....	58
Şekil 3.37.	Rezone mesh	59
Şekil 3.38.	Rezone mesh STL verisi.....	59
Şekil 4.1.	Şekil 4.1 Kesitler.....	61
Şekil 4.2.	Şekil 4.2. Kesit 1 için ağırlık yönündeki yer değiştirmeler.....	62

Şekil 4.3.	Şekil 4.3. Kesit 1 için yüzde ortalama sapma.....	63
Şekil 4.4.	Kesit 2 için ağırlık yönündeki yer değiştirmeler.....	64
Şekil 4.5.	Kesit 2 için yüzde ortalama sapma.....	65
Şekil 4.6.	Kesit 3 için ağırlık yönündeki yer değiştirmeler.....	66
Şekil 4.7.	Kesit 3 için yüzde ortalama sapma.....	67
Şekil 4.8.	Kesit 4 için ağırlık yönündeki yer değiştirmeler.....	68
Şekil 4.9.	Kesit 4 için yüzde ortalama sapma.....	69

TABLULAR LİSTESİ

Tablo 2.1.	SÜMER, G [9] e göre sağlık gereçleri çamuru reçetesi.....	8
Tablo 2.2	Brülör özellikleri [13].....	25
Tablo 4.1.	Eleman ve düğüm noktaları sayısı.....	59
Tablo 4.2.	Kesit 1 için yüzde aritmetik ortalama sapma.....	64
Tablo 4.3	Kesit 2 için yüzde aritmetik ortalama sapma.....	65
Tablo 4.4.	Kesit 3 için yüzde aritmetik ortalama sapma.....	67
Tablo 4.5.	Kesit 4 için yüzde aritmetik ortalama sapma.....	69

ÖZET

Anahtar Kelimeler: Vitrikiye Çamuru, Deformasyon Davranışı, Sonlu Elamanlar Yöntemi, Üç Boyutlu Optik Sayısallaştırma.

Vitrikiye ürünlerinde, tasarlanan ürünle pişirilmiş ürün arasında, deformasyon davranışı ve malzemenin kendini çekmesi dolayısıyla boyut ve şekil olarak farklılıklar görülmektedir.

Deformasyon davranışı, ürünün kendi ağırlığı etkisi altında zamandan bağımsız statik olarak incelenmiştir. Yapılan sonlu elemanlar hesapları sonucu elde edilen değerler, üç boyutlu optik sayısallaştırma sonucu elde edilen ölçüm sonuçlarıyla karşılaştırılarak en uygun eleman boyutu ve mertebesi seçilmiştir.

NUMERICAL MODELLING OF VITREOUS CHINA DEFORMATION BEHAVIOR

SUMMARY

Keywords: Vitreous China, Deformation Behavior, Finite Element Analysis, 3D Optical Numerisation.

In vitreous china products, discrepancies are observed between design and actual product performance due to deformation behavior and material shrinkage.

Static deformation behaviour is examined under the effect of self-weight and in steady state conditions. Results obtained from finite element analysis calculations are compared with measurement values from 3D optical numerisation to choose optimum mesh element size and polynomial degree.

BÖLÜM 1. GİRİŞ

Vitrifiye ürünleri; inorganik-metalik olmayan hammaddelerin belirli oranlarda karıştırılarak akışkan bir çamur haline getirilmesi, daha sonra da alçı veya sentetik reçine kalıplarda şekillendirilerek 1200-1250°C civarında pişirilip su emme değeri %0.75'in altında olan ürünlerdir. Kil, kaolen, kuars, feldspat gibi inorganik hammaddeler temel yapıyı oluşturur. Lavabo, ayak, klozet, rezervuar, bide, hela taşı, pisuar ve duş teknesi beyaz ve renkli olmak üzere ürün yelpazesinin başlıca ürünleridir [1].

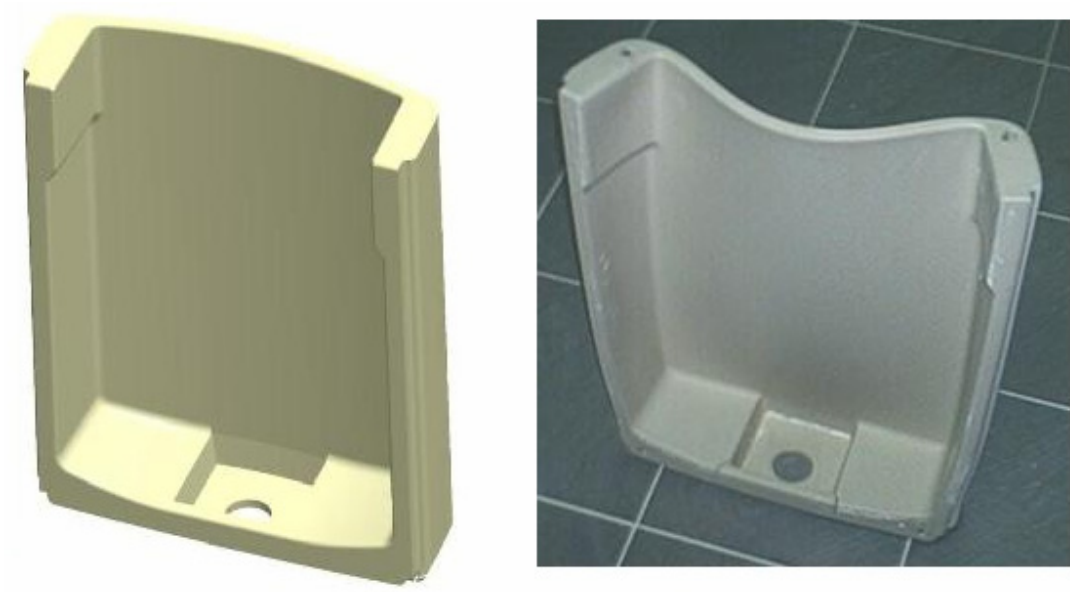
Vitrifiye ürünleri, antik çağlardan itibaren gelişimine başlamış olup, günümüzde sağlık açısından gerekliliği tartışılmayan ürünler durumundadır.

Günümüz modern yaşamında vitrifiye ürünlerinin ihtiyaç karşılama amacının yanında banyo içersinde önemli bir görsel öge konumuna geldiği görülmektedir. Bu durum sonucunda sektör tasarım çalışmalarına önem vermiş, el ile tasarlanan ürünler günümüzde CAD/CAM sistemleri ile tasarlanmaya başlamıştır. Ancak toprak ile uğraşmadaki zorluk, sektörün yatırım yapmayışi ve tasarımcıların güzel sanatlar kökenli olması nedeni ile mühendislik kısmındaki gelişme istenilen seviyelere gelememiştir.

Endüstriyel anlamda seramik üretimine 1950'li yıllarda başlayan Türkiye, bugün dünyanın önde gelen sağlık gereci üreten ülkelerinden biridir. Seramik sağlık gereçleri sektörü ülkemize istihdam ve döviz girdisi sağlayan, ülke ekonomisinde etkin ve önemli yeri olan bir sanayi dalıdır. Büyük oranda yerli girdiler kullanan sektör, yıllık 300 Milyon ABD Dolarlık üretim değeri, 150 Milyon ABD Dolarlık ihracatı ile, ülkemizin rekabet gücü en yüksek sektörlerinden biridir. Ülkemiz vitrifiye ürünleri üretiminde ve ihracatında Avrupa'da birinci ülkedir. Seramik sağlık gereçleri sektörü katma değeri en yüksek sektörlerden biridir. [1]

1.1.Vitrifiye Ürünlerinin Deformasyon Davranışı

Tasarlanan ürünle ilk deneme üretimi boyut ve şekil olarak farklılıklar göstermektedir. Boyut farklılıkları deformasyon ve kendini çekme sonucu oluşurken, şekil farklılıkları deformasyon sonucu oluşmaktadır. Deformasyon problemini daha iyi anlatabilmek için Şekil 1.1’de CAD modeli ve fırın çıkışı ürün görüntüsü verilmiş olan rezervuar kılıfı iyi bir örnektir.



Şekil 1.1. Helsinki rezervuar kılıfı

Ürünün fırın çıkışına bakıldığında istenilen şekil ve boyutlardan oldukça farklı olduğu görülmektedir. Elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde kalıp tadilatından, fırına yükleme sisteminde değişikliğe kadar pek çok alternatif ile sonuçların düzeltilebileceği görülmektedir. Bütün bu alternatiflerin değerlendirilmesi ise tasarım ve pazara çıkış sürecini olumsuz etkilemektedir. Bu nedenlerden dolayı ürün geliştirme sürecinde sonlu elemanlar yönteminin kullanılmasının deneme sayılarını azaltacağı düşünülmektedir.

Tasarım esnasında çamurun deformasyon davranışı tahmin edilmeye çalışılmakta ve CAD modelleri deformasyon davranışı tahminli yapılmasına rağmen deneme ürünleri ile tasarlanan ürünler oldukça farklı olmaktadır. Bu durumda kalıpta tadilat

yapılmakta ve tekrar deneme döküm yapılmaktadır. İkinci ürünün ortaya çıkması ek bir süre almaktadır. Bu denemeler genellikle ikiden fazla olmaktadır. Bu süreç pazara çıkış süresini arttırdığı gibi tadilatların el ile yapılması nedeniyle tasarım sürecini CAD/CAM kontrolünden çıkartmaktadır.

1.2. Yapılmış Çalışmalar

ÇAKIR, A. [2], üç boyutlu optik sayısallaştırmada kullanılan hem fotogrametri hem de topogrametri yöntemlerinin üç boyutlu cisimlerin iki boyutlu fotoğraflarının çekilmesi ve bu fotoğrafların bilgisayar ortamında tekrar üç boyutlu hale getirilmesi işlemini hassas bir şekilde gerçekleştirdiğini belirtmiştir. Ayrıca tüm optik sayısallaştırma tekniklerinin, belli sayıda noktanın konumunu kesin olarak tespit etmek için, bu noktaları tepe olarak kabul ederek üçgenlere bölme işi olan üçgenleme prensibini kullandığını belirtmiş ve optik ölçüm metotlarını aktif ve pasif metotlar olarak ikiye ayırmıştır.

GÖRÜR, B. [3], özellikle dijital görüntüleme teknikleri sayesinde iş parçasına ait nokta verilerinin tek tek toplanması ile imalat toleranslarını doğrulama, yeniden imal edilecek parçalar için geometri belirleme ve deformasyon problemleri görüntüleme gibi pek çok tersine mühendislik ve muayene işlemleri mümkün olduğunu belirtmiş, basit bir kullanım özelliğine sahip olan optik ölçme sistemlerinin, az yer kaplamakta ve ölçme kafası ile birlikte oturaklı bir yapı şekli gösterdiğini söylemiştir. Yalnızca saniyeler süren bir tarama işleminin ardından hassas bir veri kalitesi elde edilebilmekte olduğunu belirtmiştir.

YILMAZ, S. [4], bir porselen tabağın yaklaşık 1300°C'deki sır pişirim sıcaklığındaki sürünme davranışını sonlu elemanlar yöntemi ile incelemiştir. Sürünme deneyleri sonucu elde ettiği deneysel sonuçları, doğrusal olmayan Arrhenius denklemine uygulayarak porselen çamurunun sürünme parametrelerini bulmuş ve iki boyutlu viscoplastik sonlu elemanlar modelini oluşturmuştur. Yaptığı bu çalışma sonucunda porselen tabak çamurunun tepe pişirme sıcaklığında, sıvı fazın artması nedeniyle kendi ağırlığı altında yaşadığı sürünme sonucunda deformasyona uğradığını belirtmektedir.

PONRAJ, R. [5], alüminyum ve silikat ihtiva eden porselenlerin 800 - 1000°C arasındaki sürünme davranışlarını incelemiştir. Her iki malzemede de sürünme deformasyonunun malzemelerin içindeki cam fazı tarafından kontrol edildiğini tespit etmişler ve sürünme deformasyonu oranının bir üslü sürünme denklemine uymakta olduğunu belirlemiştir.

PORTE, F. [6], sürünmeyi büyük ebatlı kısmen desteklenmiş vitrifiye çamurunun pişirilmesi sırasında ortaya çıkan temel problem olarak nitelemiş ve sürünme davranışını etkileyen faktörler arasındaki bağıntıları araştırmıştır. Sürünme deformasyonunu kontrol eden mekanizmaların tamamının sıcaklığa bağımlılığı görünen aktivasyon enerjisinin ölçülmesiyle elde edilebileceğini belirtmiş ve bu değeri bütün malzemeler için $550 \pm 25 kJmol^{-1}$ olarak belirlemiş ve bunun hesaplanan değerlerden oldukça yüksek ve akışkan kompozisyonundan bağımsız olduğu sonucuna varmıştır. Buradan yola çıkarak, sıcaklığın sürünme oranı üzerindeki etkisi genel olarak sıcaklığın akışkanın viskozitesi üzerindeki etkisiyle belirlense de deformasyon mekanizmasını başka parametrelerde etkilemektedir ki yaklaşık $130 kJmol^{-1}$ 'lik fazladan aktivasyon enerjisi sağlanabilse sonucuna ulaşmıştır. Ayrıca vitrifiye çamuru için sürünme davranışını belirleyen en önemli faktörün kil miktarı olduğu belirlemiştir.

1.3. Yapılan Çalışma

Bu çalışmada Ege Vitrifiye Sağlık Gereçleri San. ve Tic. A.Ş' de üretilecek olan Jaacuzi firmasına ait, 900 mm boyunda ve 9 mm et kalınlığı olan Aura 90 cm lavabonun (şekil 1.2) fırın çıkışı deformasyon davranışı tahmin edilmeye çalışılmıştır. Deformasyon davranışı, ürünün pazara çıkış süresini etkileyen en önemli faktör olduğundan doğru tahmin edilmesi ürünün pazara çıkış süresini kısaltmakta ve yapılan deneme kalıp ve döküm sayısını azalttığından ürün geliştirme maliyetlerini düşürmektedir. Ürün geliştirme sürecinde ürünün deformasyon davranışı tecrübeye dayalı olarak tahmin edilmeye çalışılmakta, CAD verisi deformasyon tahminli olarak yapılmaktadır.

adım adım anlatılmış ve sonuçların ne şekilde görüntülediği belirtilmiştir. Bu bölümde ayrıca temel CAD ve sonlu elemanlar yöntemi bilgisine yer verilmiştir. Dördüncü kısımda ise kesitlerdeki sonuçlar her bir sonlu eleman modelimiz grafikler yardımıyla karşılaştırılmış ve her bir kesit için ortalama sapma grafikleri hazırlanmıştır. Beşinci kısımda ise elde edilen sonuçlar değerlendirilmiş ve önerilerimiz sunulmuştur.

BÖLÜM 2. ÜRÜNÜN TEKNOLOJİK ÖNEMİ VE İMALAT YÖNTEMİ

Lavabo, bina ve başka yapılarda ve benzeri yerlerde, genellikle el, yüz yıkamada kullanılan ve musluktan akan suyu toplayarak pis su kanalına gönderen bir tesisat elemanıdır [7].

Bu çalışmada kullandığımız yaklaşık 900mm boyunda ve 9mm et kalınlığına sahip olan aura 90 cm (Şekil 2.1) lavabo fire clay vitrifiye çamurundan üretilmektedir. Ürün daha önce iki kere tadilat görmüş olup, bu çalışmada kullandığımız veriler üçüncü model denemesine aittir.



Şekil 2.1. Aura 90 cm lavabo

Ürün standart olarak pazarda kabul gören 55 cm boyunda ve yuvarlak hatlı lavabolardan boyut olarak oldukça büyük, şekil olarak da köşeli hatlara sahiptir. Köşeli hatlara sahip olan vitrifiye sağlık gereçlerinde deformasyon tahminleri doğru yapılamamakta bu da ürünün pazara çıkış süresini uzatmaktadır. Bu sebeplerden

dolayı ürünün gerek tasarım, gerek de üretim zorluğu olarak üst seviyededir. Bu nedenle bu tip büyük ve köşeli hatlara sahip lavabolar her üretici tarafından üretilmemekte gerek karlılık gerekse bilgi birikimi açısından firmaya katma değeri fazla olmaktadır.

2.1. Malzeme Özellikleri

Bu ürünün üretiminde “Fire Clay özelliğine sahip Vitreous China” çamuru kullanılmıştır. En basit tanımı ile Vitreous China, su emmesi % 1 den küçük olan bir akçini çamuru olarak tanımlanabilir. Özellikleri ve teknolojisi ile feldspatlı akçini ile porselen arasında yer alır ve bu nedenle, çoğunlukla yarı porselen veya sıhhi tesisat porseleni adını alır. Pekişmiş çini çamurlarından ayrılan yönü, özel sinterleşme killeri yerine, sinterleşmenin feldspat ile sağlanmasıdır [8].

Karakteristik bir sağlık gereçleri çamuru reçetesinde hammaddeler şu oranlarda kullanılabilir [8] :

- % 10–15 Potasyum feldspat
- % 10–12 Sodyum feldspat
- % 8–10 Kuartz
- % 25–30 Kaolin
- % 40–50 Kil

SÜMER, G [9] e göre ise bu oranlar aşağıdaki % sınırlar içinde kalmalıdır.

Tablo 2.1. SÜMER, G [9] e göre sağlık gereçleri çamuru reçetesi

Kil ve Kaolinler	Kuartz	Feldpast	Mermer	Magnezit	Dolomit
50	30	20	-	-	-
50	30	12–18	8–2	-	-
50	30	10,6–17,6	-	9,2–2,4	-
50	30	11,8–17,1	-	-	8,2–2,1

Sağlık gereçlerinin üretileceği döküm çamurlarda bazı özelliklerin olması gereklidir ACARSOY, A [8] ya göre bu özellikler:

Döküm çamurunun litre ağırlığı 1780 gr ve daha üzerinde olması, bir saatte 8 mm kalınlık alması, Lehmann aygıtı ölçümlerine göre de tiksotropisinin % 40–46 dolayında olması olarak sayılabilir.

SÜMER, G [10] e göre ise bu özellikler:

DIN 100 elek bakiyesi : 2.5—3.5 %

Bir litresinin ağırlığı: 1690—1700 gr.

Bir litresinin viskozitesi : 43—45 saniye.

100 cm³ ün viskozitesi : 17—19 saniye.

Kuru durumda çekme: 4,5—5 %

Toplam Çekme: 14,5—15 %

Azami Su Emme: 1 %

Deformasyon: 7—8 %

Kuru Durumda Mekanik Mukavemet: 12 kg/cm²

Türk Standartları Enstitüsü [7] ilgili yayınında sırlı pişmiş ürünün malzeme özelliklerini şu şekilde sıralamıştır.

1. Sırlı yüzeyler, fluorit minerali tarafından çizilmeyecek sertlikte olmalıdır.
2. Çarpmaya dayanıklı olmalıdır.
3. Deterjana dayanıklı olmalıdır.
4. Seyreltik aside dayanıklı olmalıdır.
5. Seyreltik alkaliye dayanıklı olmalıdır.

Bu çalışmada kullanılan fire-clay döküm çamurunun çalışma tarihi olan 28.12.2005 tarihli özellikleri [11] aşağıda verilmiştir.

Yoğunluk:	1803 gr/lt
1. viskozite (100ml'sinin):	24 saniye
2. viskozite (100ml'sinin):	29 saniye
Tixotropi:	18,75%
Kalınlık Alma:	7mm/saat
Kuru Küçülme:	1,9 %
Toplu Küçülme:	7,1 %
Kuru Mukavemet:	13,6 kg/cm ²

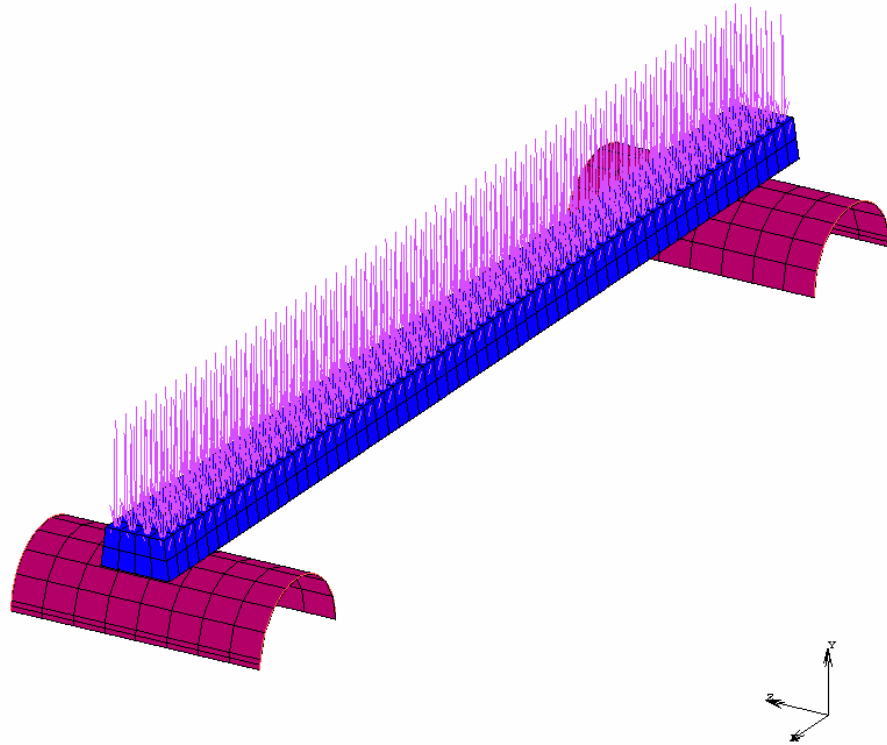
Sonlu elemanlar hesaplarında kullanılan mekanik özellikler için deformasyon talimatı (Ek A) ve daha önce işlenen iki farklı kalıptan alınan ürünlerin verileri kullanılmıştır. Deformasyon tespiti için kullanılan test çubuğumuz 250mm uzunluğunda, 16.5mm genişliğinde ve 9mm yüksekliğinde fire-clay vitrifiye çamurundan yaş şekillendirme yöntemi ile imal edilmiştir. Kalıptan çıkarılan çubuklar düz bir plaka üzerine alınır ve 1 gün, 105°C'de kurutmada bekletilir. Daha sonra çubuklar, 150 mm. aralık bırakarak iki noktadan işaretlenir ve işaretlenen yerler deformasyon ayaklarına karşılık gelecek şekilde çubuk ayaklar üzerine yerleştirilir ve fırına yüklenir. Fırından alınan numune çubuklar(Şekil 2.2), milimetrik kâğıt üzerine iki ayağı teğet gelecek şekilde, yerleştirilir. Numune çubuğun en yüksek noktası ile iki uç nokta arasındaki mesafe, milimetre cinsinden ölçülerek, deformasyon değeri tespit edilir.



Şekil 2.2. Deformasyon test çubuğu

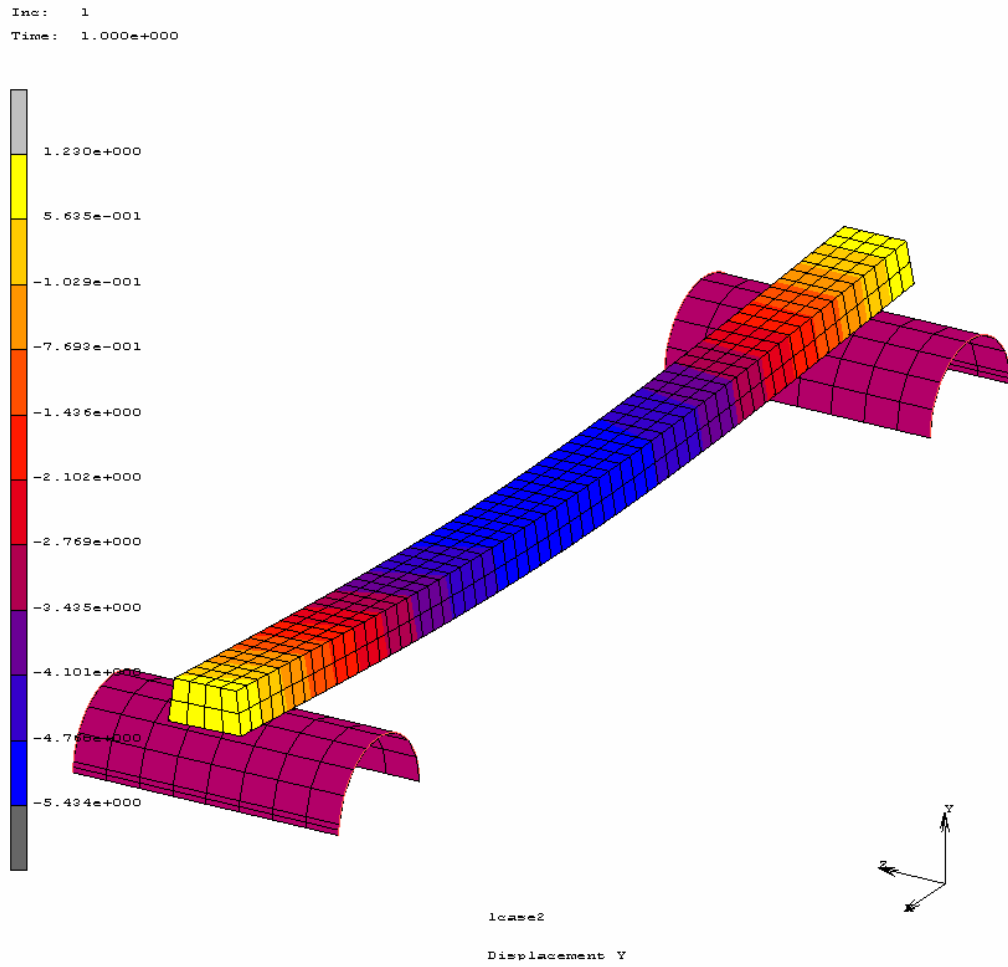
Laboratuarda günlük olarak üretilen her vitrifiye çamuru türü için deformasyon testi yapılmaktadır. Bu testlerde fire-clay özellikli vitrifiye çamuru için elde edilen

değerler 5.5mm olmuştur. Bu veriler kullanılarak bu çalışmada yapacağımız zamandan bağımsız doğrusal statik analiz için poisson oranı 0.3 kabul edilmiş ve Mentat programı kullanılarak deformasyon test çubuğunun Şekil 2.3’de görülen sonlu elemanlar modeli hazırlanmıştır.



Şekil 2.3. Deformasyon test çubuğu sonlu elemanlar modeli

Burada ağırlık yönündeki yer değiştirme 5.5mm olacak şekilde young modülü değiştirilerek sonlu elemanlar hesaplamaları yapılmış (Şekil 2.4) ve daha önce işlenen iki adet ürün incelenerek young modülü 1.25MPa olarak tespit edilmiştir.



Şekil 2.4. Deformasyon test çubuğu, ağırlık yönündeki yer değiştirmeler

2.2. İmalat Yöntemi

Ürünün imalat yönteminde esas olarak hammadde aşamasından, ürünün sevkiyat aşamasına kadar kaliteyi etkileyen tüm süreçlerin belirlenmesini KGP0901 numaralı proses kontrol prosedürü (Ek B) esas alınmıştır. Bu prosedüre göre belirlenmiş olan proses kontrol akış şemasına (Ek C) göre imalat aşamaları;

1. Tasarım ve kalıp hazırlama,
2. Şekillendirme,
3. Kurutma,
4. Pişirme,
5. Sırlama,
6. Kalite Kontrol olarak belirlenmiştir.

2.2.1. Tasarım ve kalıp hazırlama

Ürün tasarımı müşteri tarafından belirlenen ölçü, şekil ve tolerans kıstaslarına göre endüstriyel tasarımcılar tarafından bilgisayar ortamında üç boyutlu olarak yapılmış ve müşteri onayına sunulmuştur. Onayı alınan ürünün kalıplamaya uygun üç boyutlu bilgisayar modeli yapılmış ve kalıpları bilgisayar ortamında alınmıştır. Kalıp parçaları Ege Vitrifiye Sağlık Gereçleri San. ve Tic. A.Ş bünyesinde bulunan 5 eksen bilgisayar kontrollü freze tezgâhı (Şekil 2.5) ile işlenmiş ve tesviye işleminin ardından döküme hazır hale gelmiştir.

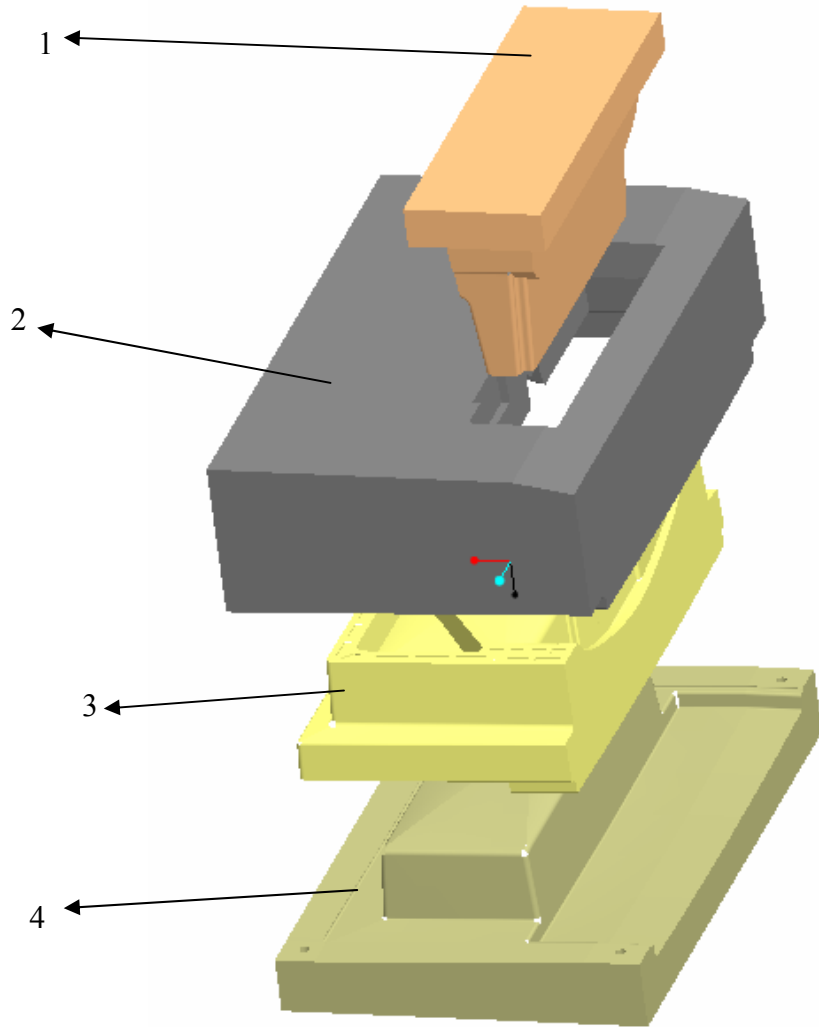


Şekil 2.5 Beş eksen freze

2.2.2. Şekillendirme

Bu ürün yaş yöntemle şekillendirme ile yapılacak kalıp olarak da alçıdan yapılan üç parçalı kalıp kullanılacaktır (Şekil 2.6). Kalıp şekline getirilmiş alçı maddesinin gözenekli oluşu nedeni ile kalıpta oluşan su emme yeteneği, kalıbın içine dökülen döküm çamurunun suyunu emerek, şekillendirme işlemini, herhangi bir yardımcı alet olmaksızın sürdürür. Kalıpta şekillendirme için gerekli kalınlık sağlandığı zaman, kalıp içindeki çamur geri boşaltılır. Böylelikle kalınlık alma işlemi

durmuş olur. Kalıp içinde henüz yaş ve belli bir yumuşaklığa sahip olan çamurun, kalıp tarafından sürekli suyu emildiğinden, şekillendirilen parça bir süre sonra kalıptan çıkacak kadar sertleşir [8] .



Şekil 2.6. Aura 90cm Lavabo üç parçalı kalıbı (1. Maça, 2. Dişi kalıp, 3. Yarı Mamül, 4. Erkek Kalıp)

Dişi ve erkek kalıp parçaları tezgâh üzerine yerleştirilir. Kalıp kapatılır, maçası yerleştirilir ve işkencelerle sıkılır. Döküm ağızı yerleştirildikten sonra kalıp döküme hazır hale gelir (Şekil 2.7).



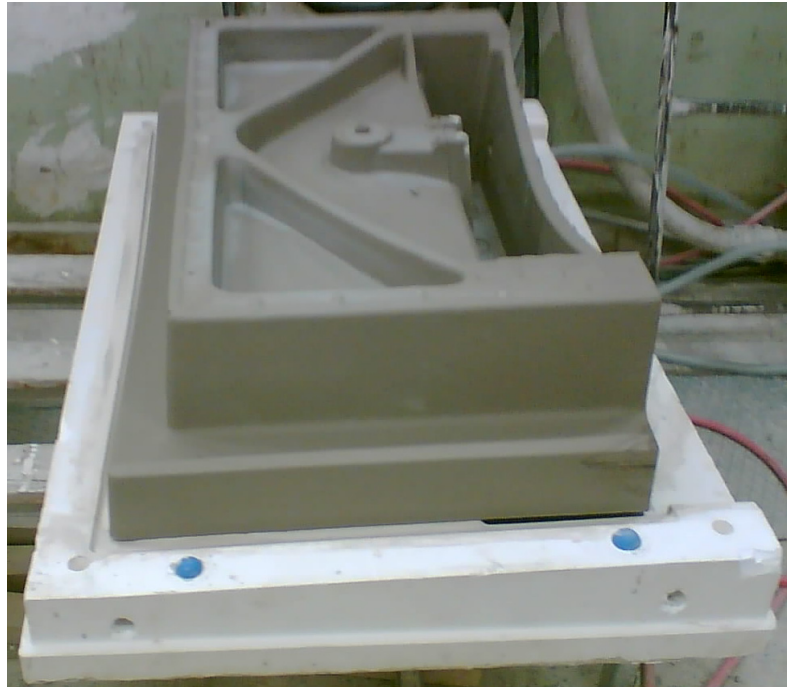
Şekil 2.7 Döküme hazır kalıp

Çamurumuz döküm ağızından boşaltılarak döküm yapılır (Şekil 2.8) . Bu aşamada yarı mamulde istediğimiz 9,79 mm et kalınlığını alması için 1 saat 35 dakika döküm çamuru kalıp içersinde bekletilir.



Şekil 2.8 Döküm yapılmış kalıp

Belirlenen süre sonunda kalıp açılır ve yarı mamul mal alma ceketı üzerine alınır (Şekil 2.9) ve dökümhane ortamında ilk 24 saati ceket üzerinde olmak üzere ortamda kurumaya bırakılır.



Şekil 2.9 Mal alma ceketı üzerindeki yarı mamul

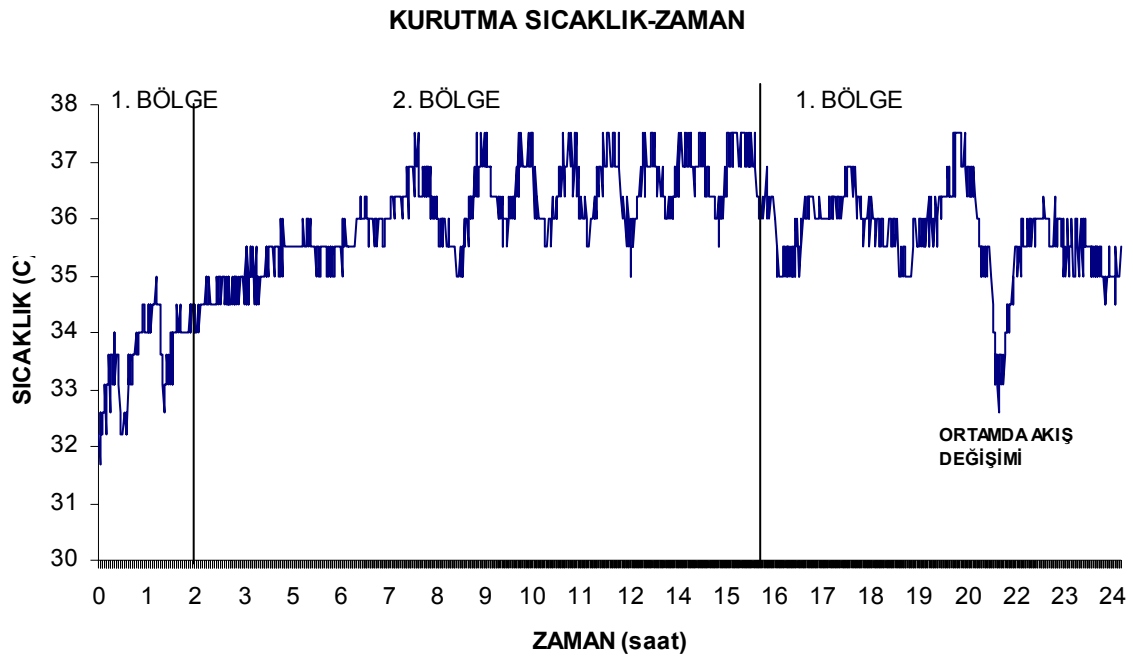
2.2.3. Kurutma

Kurutma fiziksel bir süreçtir ve rutubetli bir malzemedeki suyunun uzaklaştırılıp kurutulması işlemidir. Kurutmanın yapılabilmesi için, malın içindeki suyun buhar şeklinde uzaklaştırılması gerekir. Bu buharlaşmanın miktarı şunlara bağlıdır: Kurutma havasının sıcaklığı, kurutma havasının hızı, kurutma süresi, malın kuruma yüzeyinin büyüklüğü. Kuruyan bir yarı mamulde buharlaşma yüzeyde olur. Bu şekilde bir kuruma, konveksiyon kuruma olarak tanımlanır. Burada hava, kurutma için gerekli sıcaklığı ve kurutmada oluşan su buharını taşıyıcı görev alır. Kurutma havasının, kuruma sırasında oluşan su buharını kabul edebilmesi için sıcak olması gerekir [8].

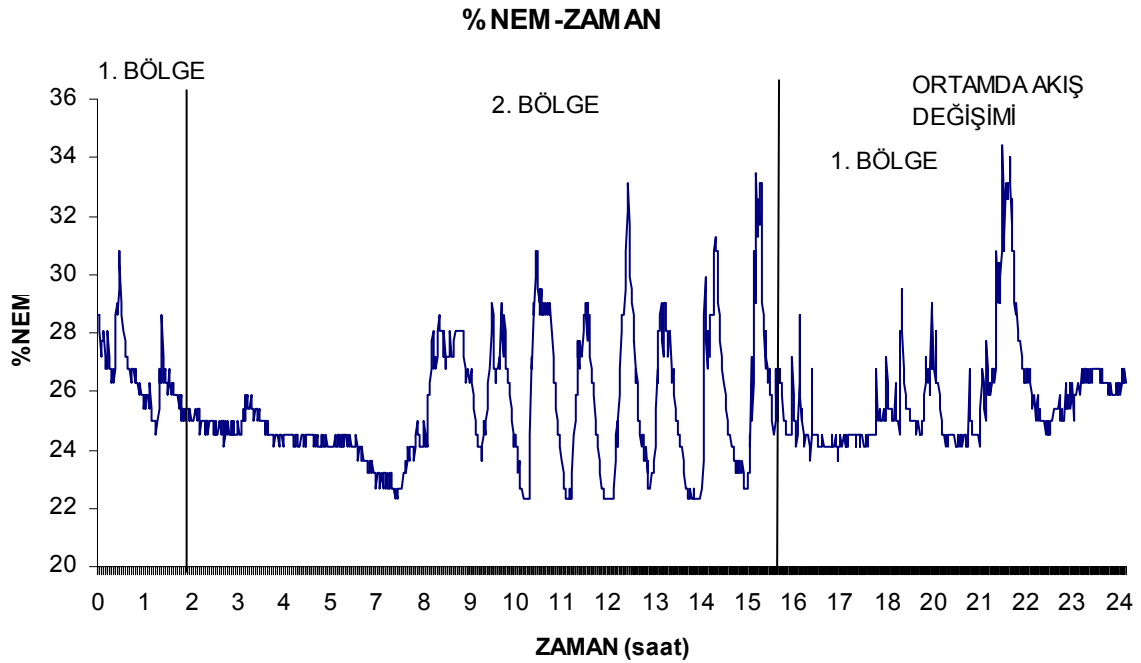
Kalıptan mal alma ceketini üzerine alınmış olan yarı mamul (Şekil 2.9) dökümhane ortamında kurumaya bırakılmıştır. Bu aşamada yarı mamul hem kendi ağırlığı altında deforme olacak bünyesindeki suyu kaybederek kendini çekecektir. Bu kendini çekme ve deformasyon sonlu elemanlar hesaplarımıza dâhil edilmemiştir.

Genelde akçini çamurunun türüne göre, çamurun genleşme katsayısı $210-265 \cdot 10^{-7} / ^\circ\text{C}$ değerleri arasında bulunur [8].

Yarı mamul döküm tarihi olan 28.12.2005 tarihinden fırına verildiği 05.01.2006 tarihine kadar kurutmaya bırakılmıştır. 24 saatlik periyotlar halinde geçen kurutma süresinin ceket üzerinde kurumaya bırakıldığı ilk 24 saatlik periyodunun sıcaklık ve nemi tarafımızdan ölçülerek, Şekil 2.10 ve Şekil 2.11'deki grafiklerde verilmiştir. Burada periyot iki bölgeye ayrılmıştır, 1. bölge normal mesai saatleri içerisinde verilen sıcaklığı, ikinci bölge ise mesai saatinden sonra kalıp ve yarı mamullerin kuruması için sıcaklığı artırılmış havanın verildiği bölgedir. Ceket üzerindeki yarı mamulün kendini çekmesi ve şekil değişimleri bu çalışmada incelenmemiştir.



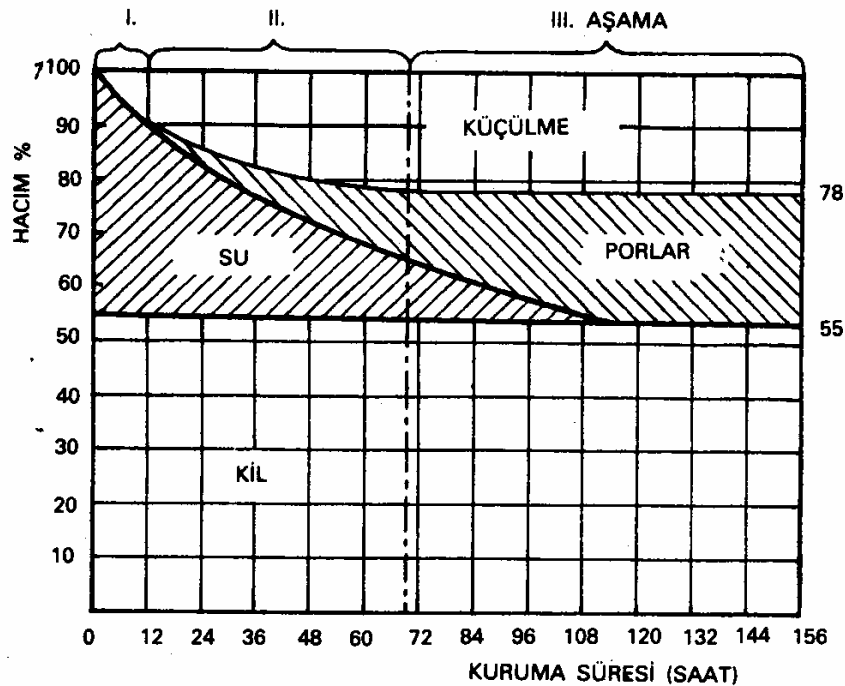
Şekil 2.10 Sıcaklık – zaman grafiği



Şekil 2.11 %nem – zaman grafiği

Seramikte kurutma işleminin, bütün bu sayılan suların çamurdan uzaklaştırılması için yapılır. Kurutma havasının bu nedenle sıcak olması gerekmektedir. Sıcak hava, kuruyacak olan malı ısıtarak içindeki suyun buharlaşmasına aracı olur teorik olarak 1kg suyu buharlaştırmak için gerekli olan ısı enerjisi 539,1 kilokaloridir. Bir kurutma odasında 100 kg kurutulacak seramik mal varsa ve bu malın rutubeti % 25 den % 5 e indirilmek isteniyorsa, 10782 kcal ye gerek vardır. Fakat kurutma sırasında ortaya çıkan ısı kayıpları hesaplandığında, gerekli ısı enerjisinin daha fazla olduğu görülür. Şekillendirme sırasında çamura verilen su, kuruma sırasında tersine bir yol izleyerek çamurdan uzaklaşır. İlk kuruma yüzeyde başlar, gözeneklerden gelen su, yüzeyden buharlaşarak uzaklaşır. Bu sırada kurutma sıcaklığının artması sakınca çıkartabilir. Bu sakınca yüzeyin çok önce kuruyup, içerden gelen suyun geçmesine engel olacak kadar küçülmesidir. Bu durumda oluşan gerilimler, kuruma çatlaklıklarına ve deformasyonlarına yol açarlar. Çamurdaki gözeneklerden su uzaklaştıkça küçülme sürer. Küçülmenin nedeni, kil taneciklerinin birbirlerine yaklaşmalarındandır. Gözeneklerden suyun uzaklaşmasını, tanecik yüzey ve emme suyunun uzaklaşması izler [8].

Kuruma sırasında oluşan aşamaları, kuruma süresi ile birlikte inceleyen Bourry, kendi adı ile anılan bir diyagramda (Şekil 2.12) üç aşamayı şöyle belirlemiştir [8].



Şekil 2.12 Bourry kuruma diyagramı [8]

1. Aşama Çamurdan buharlaşarak uzaklaşan su buharı ile birlikte hacimsel bir küçülme oluşur.
2. Aşama: Çamur küçülmesini sürdürür, bu arada gözenekler oluşmaya başlar.
3. Aşama: Hacmin küçülmesi artık sona erer. Ortaya çıkan gözenekler buharlaşan su miktarı ile orantılıdır.

Kurumaya etki eden faktörler şu şekilde özetlenebilir [8,10].

1. Çamurun tane büyüklüğü ve bunun dağılımı.
2. Çamurun bünyesindeki ham maddelerin mineral türleri.
3. Bünyede eriyen tuzların olup olmadığı.
4. Moleküllerin yapısal düzeni.
5. Çevrenin rutubet koşulları.
6. Ortamdaki hava sıcaklığı.
7. Kurutmaya giren malların boyut, şekil, su oranlarında beraberlik.
8. Kurutma bölgesinin hacmi.
9. Çevre havasının hacmi.
10. Buharın hızı.

Seramik bünyeler kurutuldukları zaman kuru dirençleri artmakta ancak esneklikleri azalmaktadır [10].

2.2.4. Kurutma yöntemleri

Burada sık kullanılan kurutma yöntemleri anlatılmıştır bunlar, odalı kurutucularda kurutma ile kanal ve tünel kurutucularda kurutmadır.

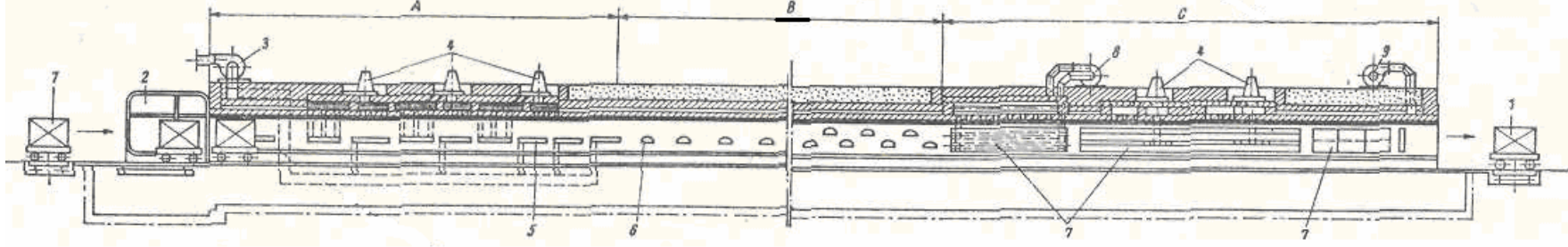
Odalı kurutucular

Yapığımız çalışmada yarı mamul dökümhane ortamda kurutulmaya bırakılmıştır. Bu kurutma şekli periyodik çalışması, mamulün tek taraftan doldurulup boşaltılması ve sıcak havanın verilmiş şekli nedeniyle odalı kurutucularla benzerlik göstermektedir. Mamul 05.01.2006 tarihinde optik sayısallaştırmada parlak yüzey istenmediği için [3] sırlanmadan pişirime verilmiştir.

2.2.5. Pişirme

Çeşitli metal ve ametal oksitlerden meydana gelen seramik bünyesini uygun bir sıcaklıkta sinterleştirme işlemine pişirme denir. Pişirme işleminde amaç; uygun bir pişirme sıcaklığı, uygun bir ısı dağılımı ve sıcak değişim hızı, uygun bir alev kalitesi temin ederek istenilen kalite ve miktarda mamul elde edebilmektir [9].

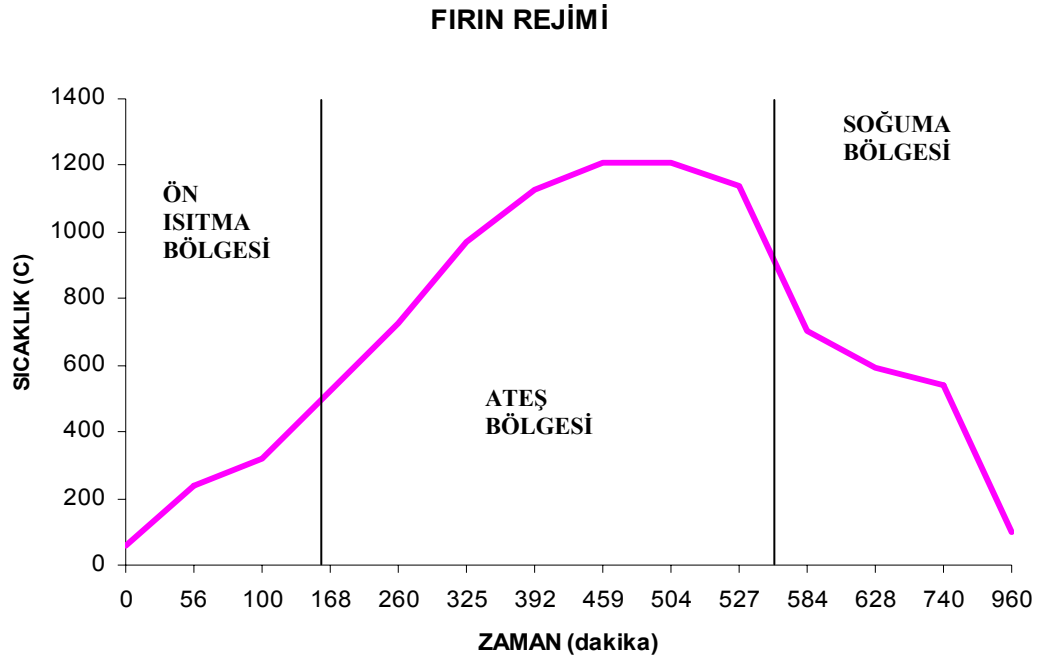
Şekil 2.15’de tünel fırının boyuna kesiti görülmektedir. Fırını oluşturan üç önemli bölgeden "ön ısıtma bölgesi" (A), fırının girişinde bulunur ve yanma bölgesinde oluşan sıcak gazların buraya yöneltilmesi ile ısıtılır. İyi ısıtılmayan mallar pişme hatalarına yol açar. "Ateş bölgesi" (B), fırının ortasında bulunur ve mal burada en yüksek sıcaklığa erişerek pişer. "Soğuma bölgesi" (C) ise, fırının ateş bölgesinin sonundan başlayıp, çıkışa kadar olan bölgesidir [8].



Şekil 2.15. Tünel fırın kesiti [8]

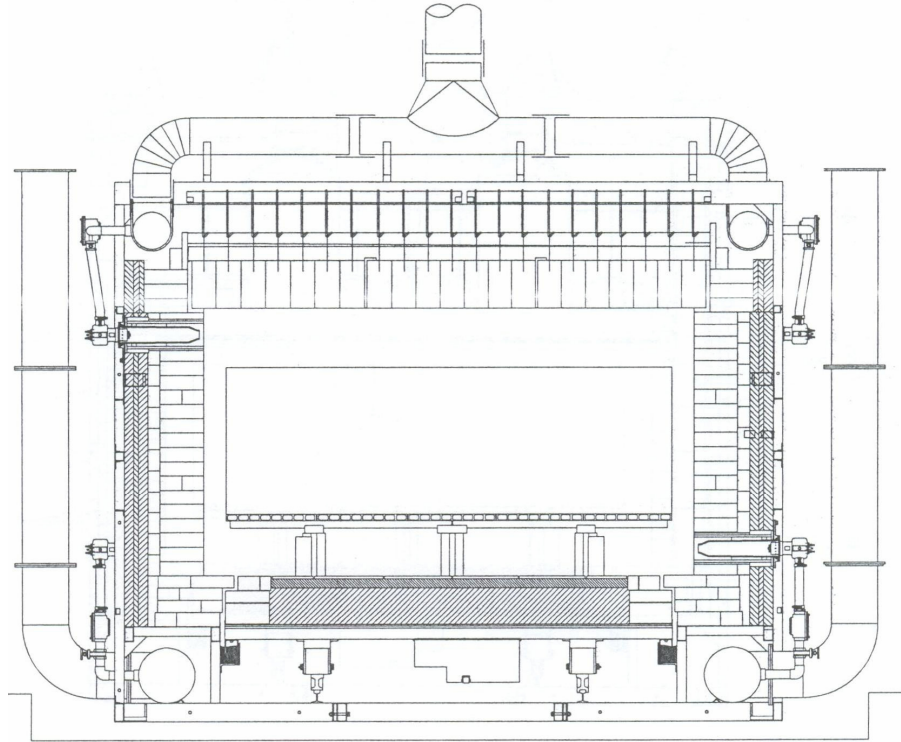
1. Tünel fırın arabası, 2. Açılır kapanır sistemli fırın girişi, 3. Yanma gazları çekiş vantilatörü, 4. Dolaştırma havası üfleyicileri, 5. Çekme kanalları, 6. Ateşleme delikleri, 7. Rekuperatörler, 8. Yanma havası vantilatörü, 9. Perdeleme havası vantilatörü.

Yarı mamulün pişirilmesi Ege Vitrikiye Sağlık Gereçleri San. ve Tic. A.Ş. bünyesinde bulunan Sacmi tünel fırınında yapılmıştır. Pişirme sırasında zamana bağlı sıcaklık eğrisi termokupllar yardımıyla elde edilmiştir. Elde edilen değerler Şekil 2.16'da verilmiştir.



Şekil 2.16 SACMI Tünel fırına ait fırın rejimi

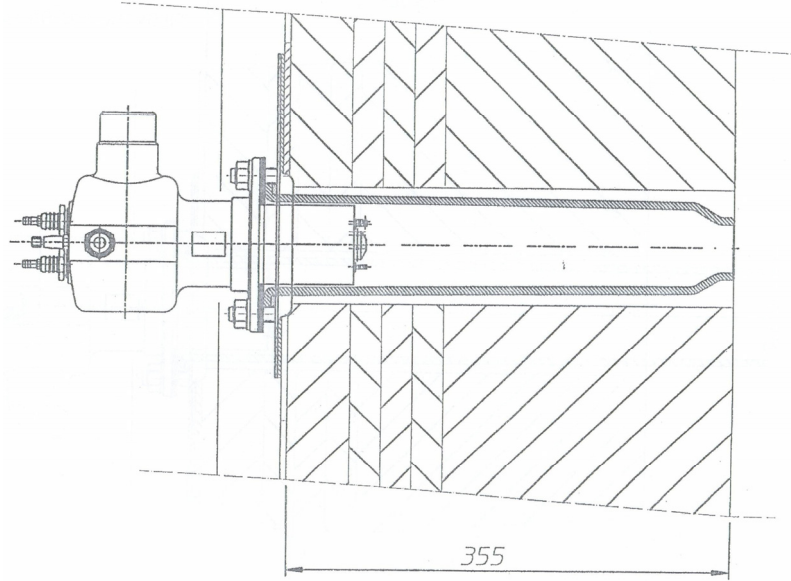
Sacmi tünel fırını (Şekil 2.17) 2003 yılında faaliyete geçmiş olup boyu kurutma bölgesi dâhil 105 metredir. Toplam 64 adet doğal gaz yakıtı kullanan brülör (Şekil 2.18) bulunmaktadır. Brülörler 14kW ile 48kW(41000 kcal) arasında ısı üretebilmektedirler. Brülörler iklim ve ortam koşullarına göre ısı vermesi sayesinde istenilen sıcaklık değerleri elde edilir. Brülör özellikleri tablo 2.2 kesiti de Şekil 2.18'de verilmiştir.



Şekil 2.17 Sacmi tünel fırın kesiti [12]

Tablo 2.2 Brülör özellikleri [13]

	SiC 30	SiC 35	SiC 40	SiC 60	RAY
Fuel	Natural gas		Natural gas	Natural gas	Natural gas
Fiducial Power (Pfid)	48kW 41000 Kcal/h		48kW 41000 Kcal/h	48kW 41000 Kcal/h	48kW 41000 Kcal/h
Min Power	14 kW		14 kW	14 kW	14 kW
Gas pressure At Pfid (mmH2O)	210		144	115	180
Air pressure At Pfid (mmH2O)	195		122	102	140
Gas pressure At Pfid (mmH2O)	70		27	13	23
Turndown ratio (Pmax/Pmin)	3.4		3.4	3.3	3
Lifoff	no		no	no	no
Quenching limit (mmH2O;fixed air 50m3/h)	72		27	13	23
Temperature (burner block)	<1050°C		<1050°C	<1050°C	n.r.
Mapping (in µA at Pfid.)	20 µA		17 µA	20 µA	12 µA
Vu (offtake theoretic velocity)	135 m/s		77 m/s	34 m/s	n.r.



Şekil 2.18. Brülör kesiti [13]

Yarı mamul fırın arabasına yüklenirken aradaki sürtünmeyi azaltmak için Thermal Ceramics firmasının Ultrafelt Paper adlı ürünü kullanılmıştır. Bu ürün asıl olarak seramik fiberlerden oluşmuş inorganik kâğıttır, özelliklerini yüksek sıcaklıklarda koruyabilmektedir. Normal kullanım sıcaklığı 1100°C olup maksimum kullanım sıcaklığı 1260°C’ dir [14]. Bu ürün fırın arabasının üzerine yerleştirilmiş, üzerine de yarı mamul konulmuştur.

Yaptığımız çalışmada yarı mamulün fırın içersindeki kendini çekmesi ihmal edilmiştir. Fırın içindeki deformasyonlar ise doğrusal statik analizler yardımıyla tahmin edilmeye çalışılacaktır.

2.2.6. Sırlama

Sırlama işleminde değirmenlerde reçeteye uygun üretilen sır kullanılmaktadır. Sır işlemleri robot kollar yardımıyla yapılmaktadır. Her ürünün kodu bilgisayara girilir ve sırlanacak ürün operatör tarafından bilgisayara bildirilir. Böylece robot kollarla sırlama en verimli şekilde yapılmış olur. Bazı mamullerde robotun tam olarak sırlayamadığı yerler el ile sırlanmaktadır. Bu çalışmada üç boyutlu optik sayısallaştırmada daha iyi sonuç alınabilmesi için sırlama işlemi yapılmamıştır.

BÖLÜM 3. PROSES KISMINDAKİ DEFORMASYONUN ÖLÇÜLMESİ VE SONLU ELEMANLAR YÖNTEMİ ÇALIŞMASI

Bu bölümde imalat prosesi sırasında meydana gelen deformasyonların hangi yöntemlerle ve nasıl ölçüldüğü anlatılmıştır. Ayrıca deformasyon ölçümlerinde kullanılan üç boyutlu optik sayısallaştırma sisteminin çalışma sistemi hakkında temel bilgiler verilmiştir. İzlenen yöntem CAD verisinden başlamak üzere ele alınmış ve kullanılan modelleme teknikleri hakkında bilgi verilmiştir. Sonlu elemanlar yöntemi hakkında bilgi verilmiş ve yapılan zamandan bağımsız, kendi ağırlığının etkisi altında yapılan doğrusal statik sonlu elemanlar çalışması adım adım anlatılmıştır.

3.1. Giriş Kalite Kontrol

Deformasyonları ve dış boyutları ölçmek için kullanılan bu yöntemde, fonksiyon test yetkilisi müşteri tarafından verilen ölçü ve toleransların olduğu KGKK02/01 formu (Ek D) esas alınarak kumpas, mihengir, sentil çakısı, radyus mastarı, su terazisi ve çelik cetvel yardımıyla ürünü ölçmüş (şekil 3.11) ve sonuçları CCF 09 numaralı kontrol formuna yazmıştır. Ürüne ait kontrol formu Ek E'de verilmiştir. Bu yöntemde yapılan bütün ölçümler el ile yapılmakta olup ürünün bütününe değil sadece müşteri tarafından formda belirtilen bölgeler için ölçüm yapılabilmektedir.



Şekil 3.1. Giriş kalite kontrol işlemi

3.2. Üç Boyutlu Optik Sayısallaştırma

Yüksek çözünürlükteki dijital fotoğraf makinası yardımıyla elde edilen görüntülerin fotogrametrik yöntemler yardımıyla üç boyutlu olarak bilgisayar ortamına aktarılma işlemine üç boyutlu optik sayısallaştırma denir.

Basit bir kullanım özelliğine sahip olan optik ölçme sistemleri, az yer kaplamakta ve ölçme kafası ile birlikte oturaklı bir yapı şekli göstermektedir. Yalnızca saniyeler süren bir tarama işleminin ardından hassas bir veri kalitesi elde edilebilmektedir [3].

Üç boyutlu optik sayısallaştırmada kullanılan hem fotogrametri hem de topogrametri metotları, 3 boyutlu cisimlerin 2 boyutlu fotoğraflarının çekilmesi ve bu fotoğrafların bilgisayar ortamında tekrar 3 boyutlu hale döndürülmesi işlemi hassas biçimde gerçekleştirir. Bu işlemler için dijital kameralar kullanılmaktadır. Bu kameralarda film yerine, lensler arkasında ışık yoğunluğunu elektronik sinyallerine dönüştüren ve bunu bilgisayara transfer edebilen bir CCD (Charge Coupled Device) sensör bulunmaktadır [2].

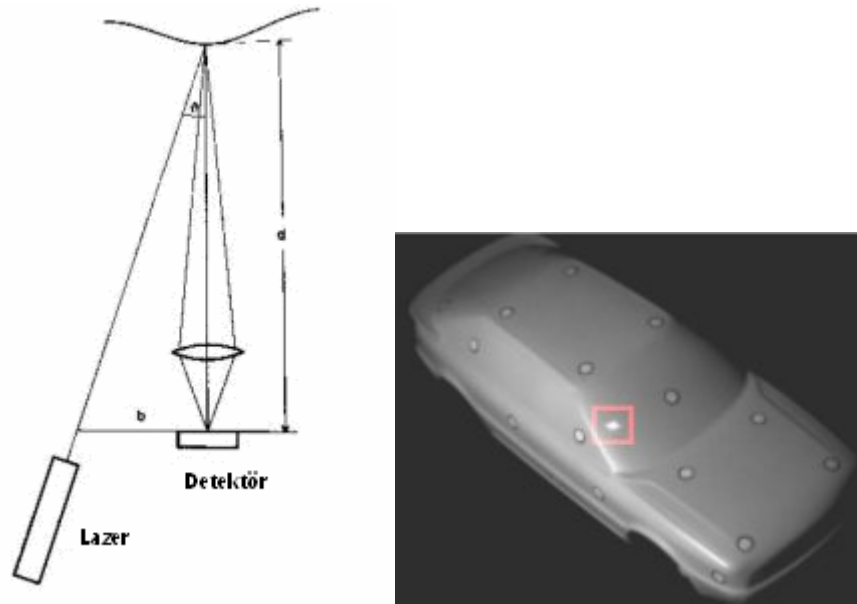
Üç boyutlu optik sayısallaştırmada kullanılan, cisim, bir veya daha fazla kamera ile 2 boyutta taranır. Sonra 3 boyutlu koordinat sistemine aktarılır. Bilgisayar yardımı ile cismin referansları veya yüzeylerinin ve formlarının nokta bulutu şeklinde ölçümlendirilmesi mümkündür. Optik ölçüm, aktif ve pasif metotlar olmak üzere farklılık gösterir [2].

3.2.1. Aktif metotlar

Aktif metotlar; optik üçgenleme, ışık kesiti teknikleri ve ızgara izdüşümü teknikleri olarak üçe ayrılır.

Optik üçgenleme

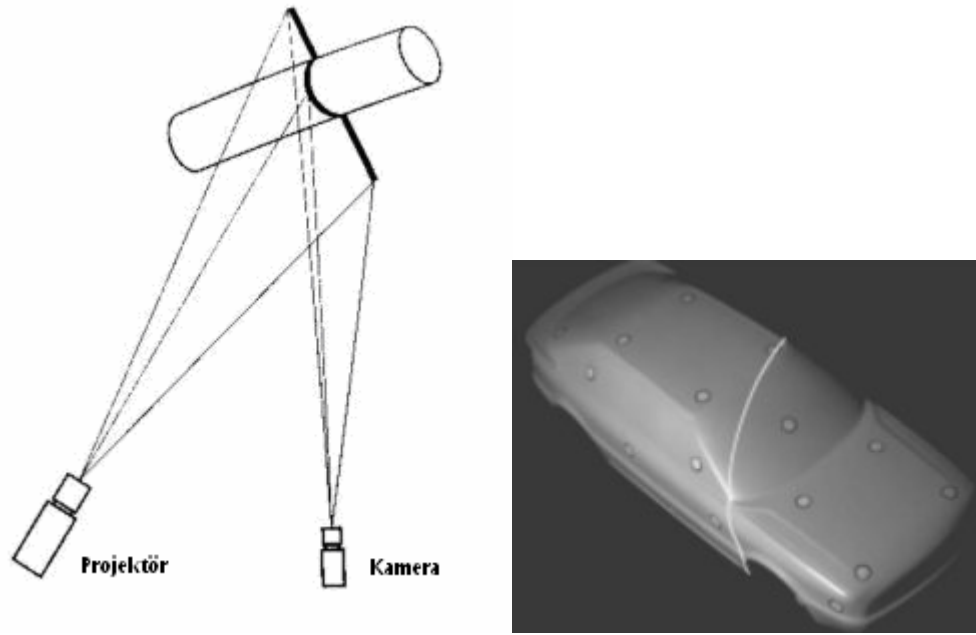
Bir lazer işaretleyici ve optik detektör üçgensel bir yapıda düzenlenir, sonuç olarak üçgensel dayanak noktası olarak adlandırılan, üzerine lazerle ışık düşürülen noktanın uzaklığı detektör tarafından belirlenir (Şekil 3.1).



Şekil 3.2. Optik üçgenleme ve örneği [2]

Işık kesiti teknikleri

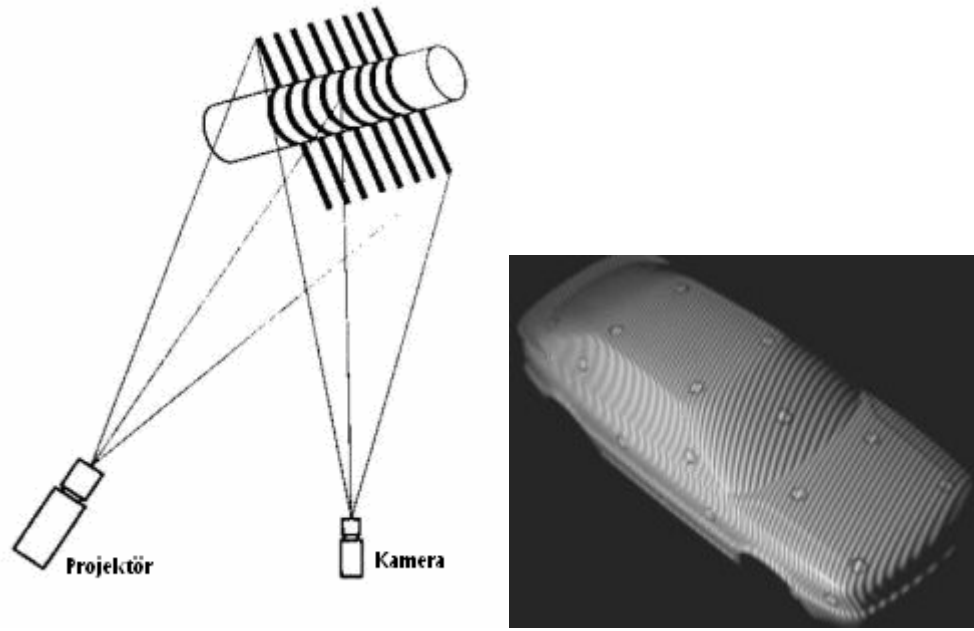
Işık kesiti tekniği, optik üçgenlemenin geliştirilmiş halidir. Bu teknikte cismin üzerine düşürülen bir çizgi ve optik detektör yardımı ile cismin 3 boyutlu profili düzlemde elde edilir (Şekil 3.3).



Şekil 3.3. Işık kesiti tekniği ve örneği [2]

Izgara izdüşümü teknikleri

Izgara izdüşümü tekniği ışık kesiti tekniğinin gelişmiş halidir. Bu yöntemde çoklu ışık kesitleri başka bir deyişle siyah ve beyaz şeritler halindeki desenler cismin yüzeyine düşürülerek ve bir ya da daha fazla yüksek çözünürlükteki kamera yardımı ile bilgisayar ortamına aktarılarak 3 boyutlu yüzey bilgisi elde edilir (Şekil 3.4).



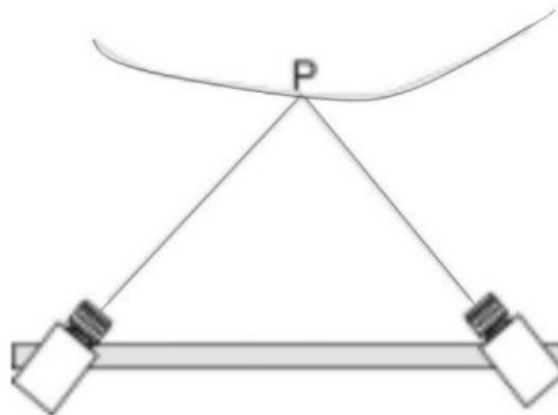
Şekil 3.4. Izgara izdüşümü tekniği ve örneği [2]

3.2.2. Pasif metotlar:

Pasif metotlar sterometri ve fotogrametri teknikleri olarak ikiye ayrılır.

Stereometri

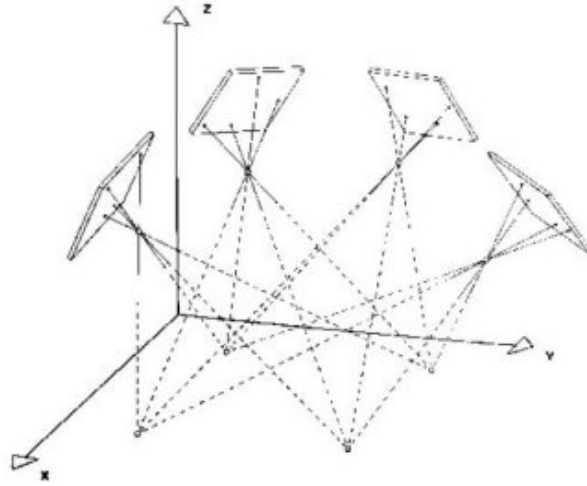
Ölçümü yapılacak olan cismin yüzeyi üzerine herhangi bir ışık kesiti düşürülmez. Bunun yerine cismin 3 boyutlu yüzeyi, iki kameradan alınan üst üste binen görüntülerden hesaplanarak elde edilir (Şekil 3.5).



Şekil 3.5. İki kamera ile stereografi [2]

Fotogrametri

Bu yöntemde taranan obje bir kamera ile farklı açılardan görüntülenip üzerindeki indexmark'lar yardımı ile referansları bilgisayar ortamında 3 boyutlu nokta bulutu halinde elde edilir (Şekil 3.6).



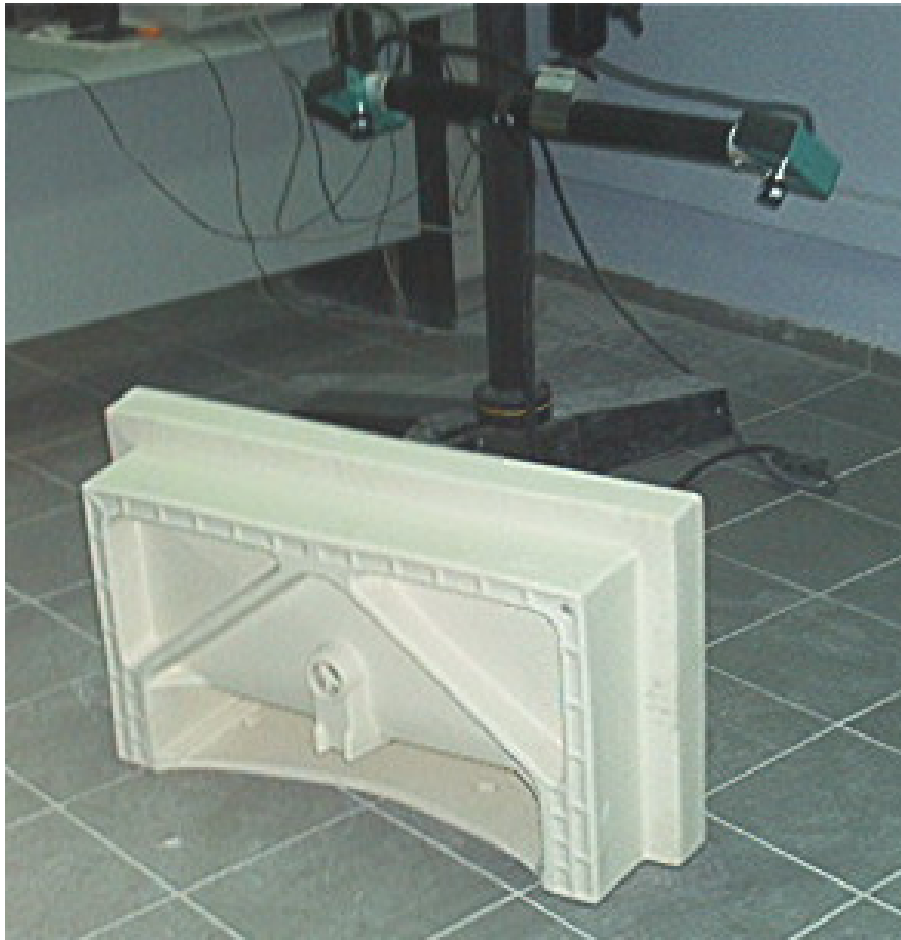
Şekil 3.6. Bir kamera ile farklı yönlerden fotogrametri [2]

Ege Vitrikiye Sağlık Gereçleri San. ve Tic. A.Ş. bünyesinde kullanılan Breuckmann üç boyutlu optik sayısallaştırma sistemi aktif metotları kullanarak ölçüm yapmaktadır.

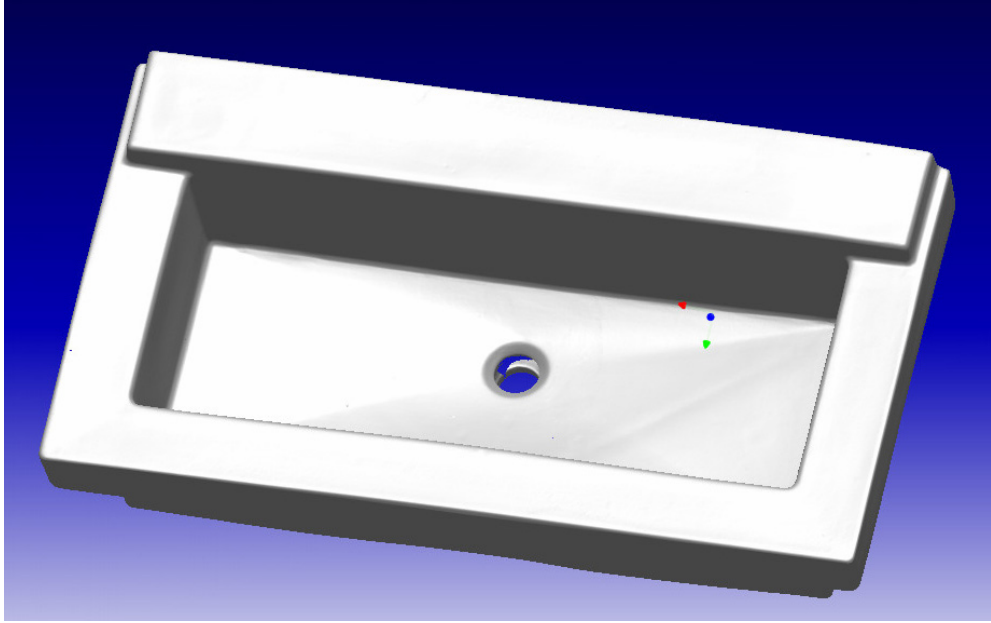
Optik ölçme göz önüne alındığında, çözünürlük ve tamlık arasındaki farkın tanımlanması gerekmektedir. Çözünürlük, sensörün algılayabildiği mesafedeki en küçük değişiktir. Tamlık ise, taranan objenin optik kalitesinin fonksiyonudur. Eğer obje mat bir yüzeye sahipse, tamlık ve çözünürlük hemen hemen aynı olacaktır. Eğer obje parlak bir yüzeye sahipse, lazer ışını CCD üzerinde parlayıp titreme oluşturmaktadır. Bu da, günümüzde, lazer verisinde kullanılan gelişmiş yazılımlarla artık filtre edilebilmekte ve oluşan parazitler azaltılabilmektedir. Diğer taraftan parça ışığı absorbe eden çok koyu renkte bir yüzeye de sahip olabilir. Bu durumda, sensöre yeterli miktarda ışık dönemeyecektir. Anılan dezavantajın ortadan kaldırılması için tarama işlemlerinden önce, objelerin yüzeyleri spreyci boyalarla açık gri tonlarda ve ince tabakalar halinde boyanmalıdır [3].

3.3. Aura 90 cm Lavabo Geometrisinin Sayısallaştırılması

Fırından çıkan 90 cm boyunda ve 9 mm et kalınlığına sahip olan ürün, Ege Vitrikiye Sağlık Gereçleri San. ve Tic. A.Ş. bünyesinde kullanılan Breuckmann üç boyutlu optik sayısallaştırma sistemiyle (şekil 3.7) bilgisayar ortamına alınmıştır (şekil 3.8). Optik sayısallaştırma işlemi sayesinde sonlu elemanlar hesaplarımızla orijinal ürün geometrisi hem kesitler bazında hem de tüm yüzey geometrisi bazında daha hassas karşılaştırılabilmektedir.



Şekil 3.7. Breuckmann üç boyutlu optik sayısallaştırma sistemi



Şekil 3.8. Aura 90 cm lavabo optik sayısallaştırma sonucu

Optik sayısallaştırma ile elde ettiğimiz 3 boyutlu stereolithography modelini, CAD modeliyle karşılaştırmak için Rapidform programının Inspection modülü kullanılmıştır.

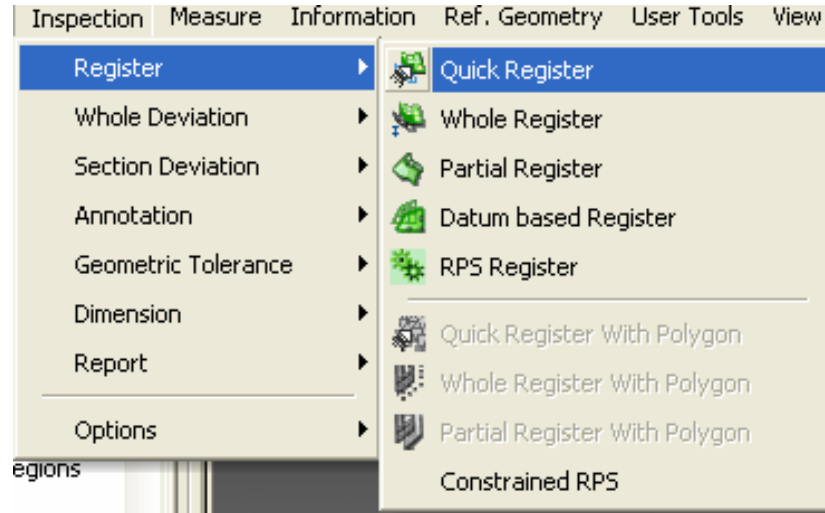
File → Import → aura_900_scan.stl ile sayısallaştırdığımız model rapidform ortamına alınır.

Üç boyutlu optik sayısallaştırma ile elde ettiğimiz veriyi karşılaştırabilmek için INSPECT WORKBENCH seçilir.

Öncelikle iki modeli birbirine en fazla nokta çakışacak şekilde çakıştırmak gerekir. Bunun için;

Inspection → Register → Quick Register komut dizesi çalıştırılır.

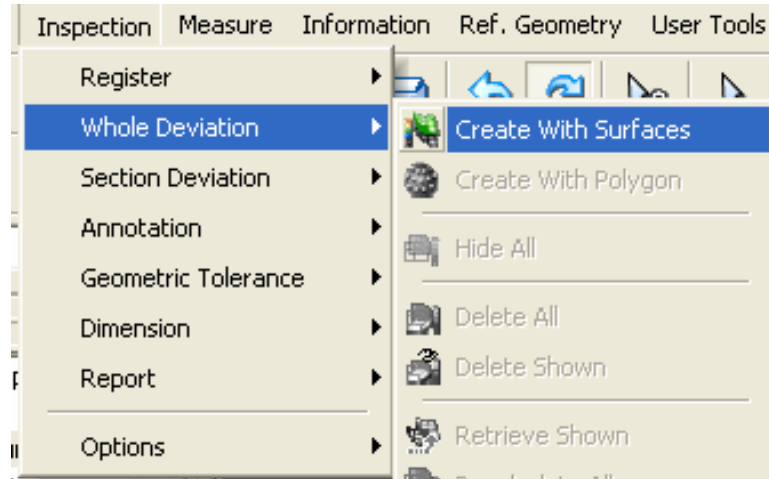
Önce cad model sonra da sayısallaştırdığımız stl model seçilir.



Şekil 3.9. Inspect workbench register menüsü

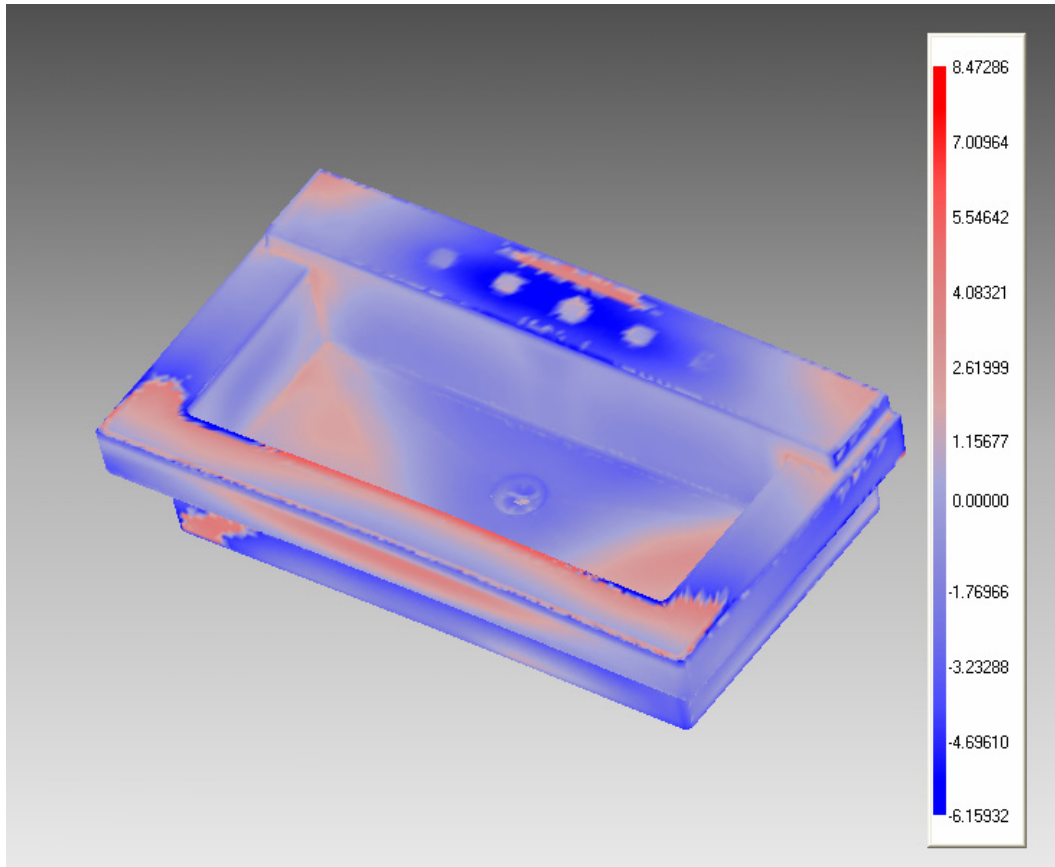
Optik sayısallaştırma cihazından gelen veri ile CAD verimiz arasındaki sapmaları bulmak için Whole Deviation komutu kullanılır.

Inspection → Whole Deviation → Create With Surfaces komut dizisi çalıştırılır. Önce taradığımız stl model sonra da cad model seçilir.



Şekil 3.10. Whole deviation menüsü

Sonuçlar renk ölçeğinde mm cinsinden görüntülenir (Şekil 3.11).



Şekil 3.11. Sonuçların görüntülenmesi

3.4. CAD Verisinin Oluşturulması

CAD verisi müşteri tarafından verilen ürün teknik resmine göre deformasyon tahminleri yapılmak suretiyle tel kafes, yüzey ve katı modelleme teknikleri kullanılmak suretiyle oluşturulmuştur. Bu modelleme teknikleri aşağıda açıklanmıştır.

3.4.1. Tel kafes modelleme

Bir tel kafes model nokta ve eğrilerle tanımlanır. Modelin sadece sınır nokta ve çizgileri modellenir. Modelin yüzeyleri, iç ve dışı tanımlanmaz. Bir tel kafes model, noktalar ve bu noktaları birbirine bağlayan modellerin oluşturduğu, modellenen

parçanın sadece dış kenar ve köşelerinin gösterildiği iskelet modeldir. Tel kafes modellerin mühendislik uygulamaları sınırlıdır, ancak tel kafes modelini meydana getiren eğriler yüzey modelleme tekniğinin temelini oluştururlar [15].

3.4.2. Yüzey modelleme

Otomobil kaportası, ev aletleri, plastik şişe gibi düzgün eğri ve yüzeylere sahip nesnelere klasik çizimlerle kolayca gösterilemez. Tel kafes modeller ile de bu gibi yüzeyler hassas olarak temsil edilemez. Yüzey modelleme sistemlerinde karmaşık yüzeylerin bütünü yüzey olarak modellenir [15].

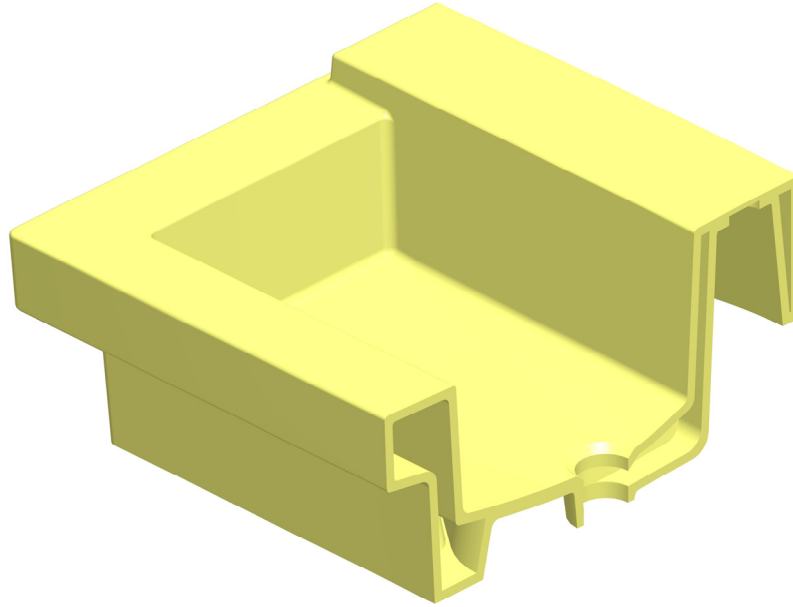
Yüzey modelleri konstrüksiyon işlemlerinde ve mühendislik uygulamalarında yaygın olarak kullanılır. Genellikle kütle özelliklerinin hesaplanmasında, sonlu eleman ağlarının oluşturulmasında, sayısal kontrol takım yollarının üretilmesinde yüzey modellerinden faydalanılır [15].

3.4.3. Katı modelleme

Katı model, parçaların hacimsel şeklinin tanımlanması ile elde edilen gerçeğe en yakın modelleme şeklidir. Katı modelleme, konstrüksiyon ve imalatın otomasyonunu ve entegrasyonunu sağlayan teknolojik bir çözüm olarak ortaya çıkmaktadır. Katı modelleme teknikleri, nesnelere bilgi bakımından tam ve çelişkisiz olarak gösterimini sağlar. Çelişkili modeller çakışma kontrolünde, kütle özellikleri hesaplarında, sonlu eleman modellemesinde, bilgisayar destekli işlem planlamada ve sayısal kontrol programlamada kullanılmazlar [15].

Katı modelleyiciler, tel kafes ve yüzey modelleyicilerden daha fazla geometrik ve topolojik bilgi saklarlar. Büyük ölçekli imalat uygulamalarında katı modelleme tercih edilir. Sadece geometrik verileri kullanan tel kafes ve yüzey modellerinin aksine, katı modeller, yan yana gelen nesnelere hem geometrik verilerini hem de topolojik bilgilerini kullanırlar. Katı modelin sağladığı topolojik ve geometrik bilgiler, daha sonraki kütle özelliklerinin hesabı, sonlu elemanlar ağı üretme gibi işlemlerin otomatik olarak yapılmasını sağlar [15].

Bu çalışmada müşteri tarafından verilen teknik resimlere göre tel kafes modeli hazırlanmış, bu model kullanılarak yüzey modelleme yapıldıktan sonra yüzey modelin yardımıyla katı model haline getirilmiştir. Lavabo geometrisi simetrik olduğundan yarım model yapılmıştır (Şekil 3.12).



Şekil 3.12 Aura 90 cm lavabo cad modeli

3.5. Sonlu Elemanlar Modeli Oluşturulması

3.5.1. Sonlu elemanlar hesabı

Bu çalışmada uygulanan sonlu elemanlar hesaplama yöntemi; yapısal malzeme davranışını sürekli ortam kabulleri içinde, makroskobik ölçekte, gerilme şekil değiştirme elastiklik teorisine göre sanal iş prensibine dayanmaktadır. Bu sebepten dolayı, deplasman ve kuvvet sınır koşullarını içermektedir. Şekil değiştirme, gerilme ilişkisi doğrusal niteliktedir.

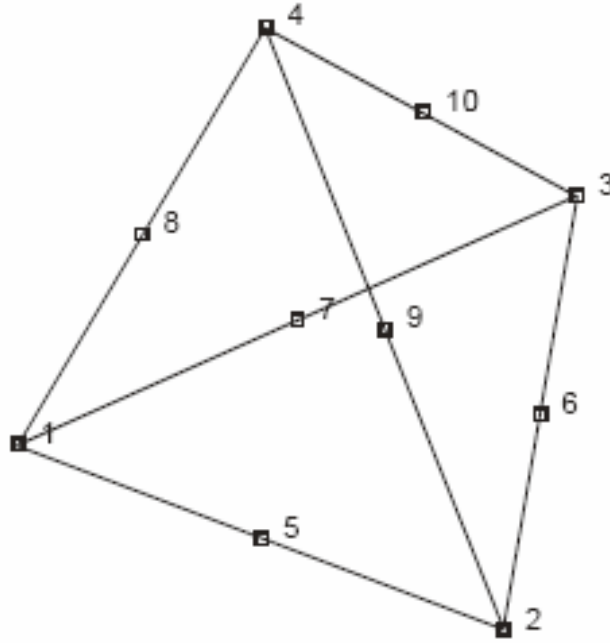
3.5.2. Ağ yapısının oluşturulması

Sonlu elemanlar ağ yapısının oluşturulmasında üç farklı eleman boyutu ve iki farklı düğüm noktası sayısı kullanılarak altı farklı model hazırlanmıştır. Eleman sayısı

belirlemede modelin et kalınlığı esas alınmıştır. Eleman boyutlarımız modelin 9mm olan et kalınlığına eşit, iki katı ve üç katı olacak şekilde üç farklı eleman boyutu, eleman tipi olarak da tetrahedron hacimsel eleman tipi seçilmiştir.

Üç boyutlu on düğüm noktalı tetrahedron hacim elemanı

Bu element ikinci mertebeli isoparametric ve üç boyutlu bir tetrahedrondur (Şekil 3.12). Her kenar bir parabol ile oluşur, böyle ki elemanın köşeleri dört düğüm noktasıyla, orta noktalarının pozisyonu da bunlara eklenen altı düğüm noktasıyla tanımlanır. Bu sayede elastik gerinim alanı analizlerinde yüksek bir doğrulukla modelleme mümkündür [16].

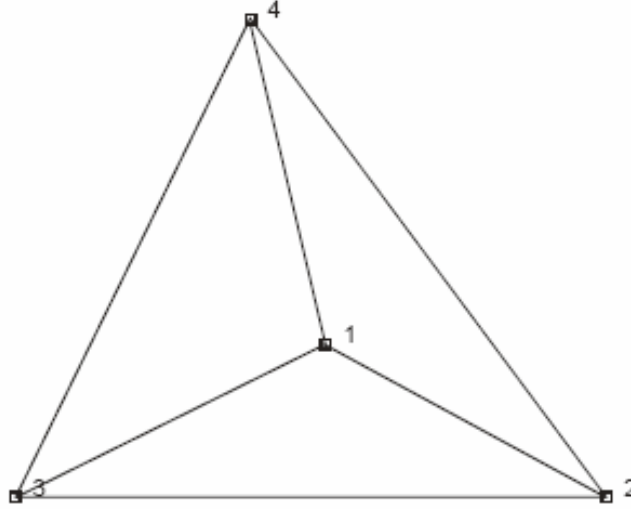


Şekil 3.13. On düğüm noktalı tetrahedron hacim elemanı [16]

Üç boyutlu dört düğüm noktalı tetrahedron hacim elemanı

Bu element lineer isoparametrik üçboyutlu bir tetrahedrondur (Şekil 3.13). Bu eleman doğrusal interpolasyon fonksiyonları kullandığı için gerinimler eleman üzerinde sabittir. İntegrasyon elemanın merkezindeki tek bir nokta kullanılarak yapılır. Bu yüzden kesme davranışının modellenmesi için uygun değildir ve

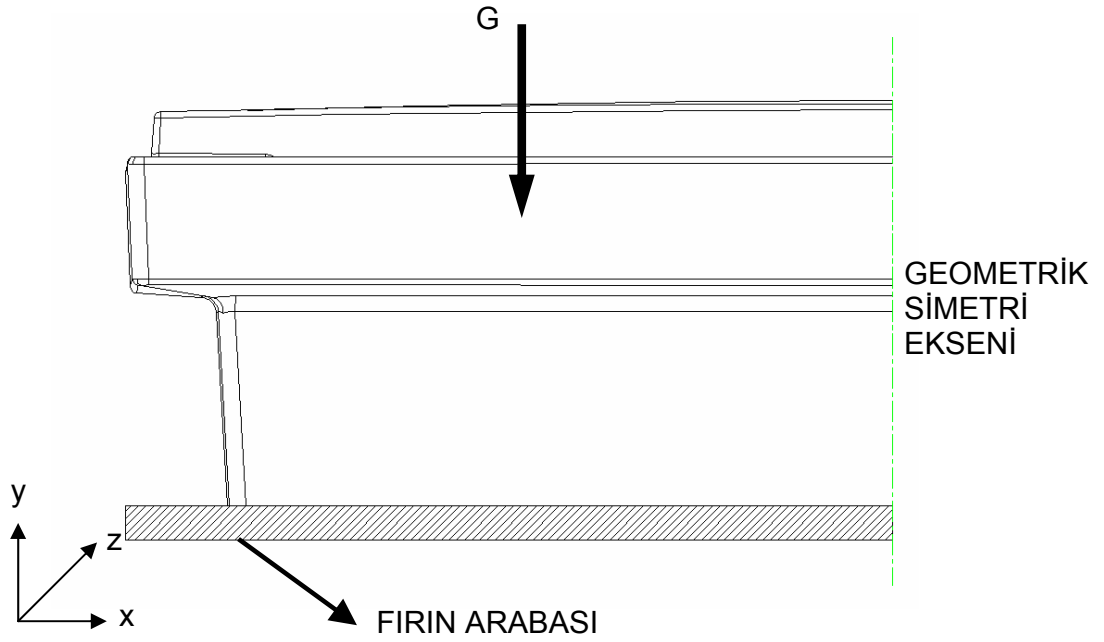
doğruluğu yüksek bir çözüm için çok hassas bir eleman ağı gerekmektedir. Özellikle doğrusal olmayan problemler için bir üst mertebeye eleman daha doğru sonuçlar verir [16].



Şekil 3.14. Dört düğüm noktalı tetrahedron eleman [16]

3.6. Aura 90 cm Lavabo Sonlu Elamanlar Çalışması

Yaklaşık 900mm boyunda ve 9mm et kalınlığına sahip olan aura 90cm lavabo fırın çıkışı deformasyonunun sonlu elemanlar yöntemi ile tespiti yapılmaya çalışılacaktır. Bu çalışmada malzeme özellikleri doğrusal kabul edilmiştir. Fırın arabası üst yüzeyi ile mamul arasında sürtünme olmadığı varsayılmıştır. Modele ait yükleme ve koordinat eksenini Şekil 3.14 de verilmiştir.



Şekil 3.15 Yükleme ve koordinat durumu

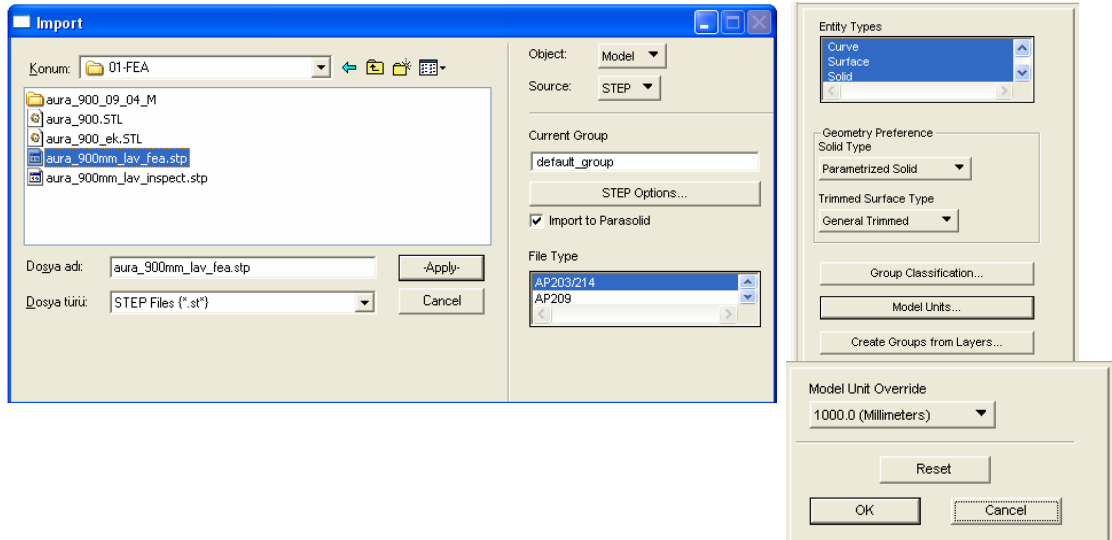
3.6.1. Sınır şartlarının tanımlanması

Modele kendi ağırlığı yük olarak verilmiştir. Bunun için yerçekimi ivmesi 9806 mm/s^2 olarak alınmıştır. Fırın arabası üzerine konulan yüzey ağırlık yönünde sabitlenmiştir. Model YZ ekseninde simetriktir, simetrimiz [17]'e göre tanımlanacaktır. Y doğrultusunda -9806 mm/s^2 yerçekimi ivmesi tanımlanacaktır. Buna göre simetri yüzeyimize şekil 3.13 deki sınır şartları verilmiştir. Ayrıca sürtünmesiz rijit yüzey tanımımızı tamamlamak için en önde gösterilen (şekil 3.15) bir düğüm noktası Z yönünde sabitlenmiştir.

3.6.4. Sonlu elemanlar hesaplama modelinin oluşturulması

Modelin patran ortamına alınması

Pro/ENGINEER ortamından step formatında çıktısı alınan model File→Import komutu ile Patran ortamına alınır. Source kısmı step yapılır, step options da birim “mm” olarak ayarlanır.



Şekil 3.17 Modelin patran ortamına alınması

Ağ yapısının oluşturulması

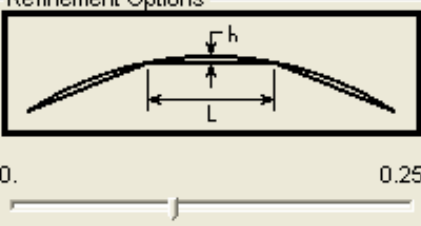
Model üzerinde 4 düğüm noktalı tetrahedron ağ oluşturulacaktır. Modelin et kalınlığıyla ağ boyutu aynı alınmıştır.

Elements→Create→Mesh→Solid seçilir

TetMesh Parameters→Curvature Check→Refinement Options’ da

Maximum h/L→ 0.1

Minumum edge length →Global Edge Length*0.3 → OK’ e basılır.

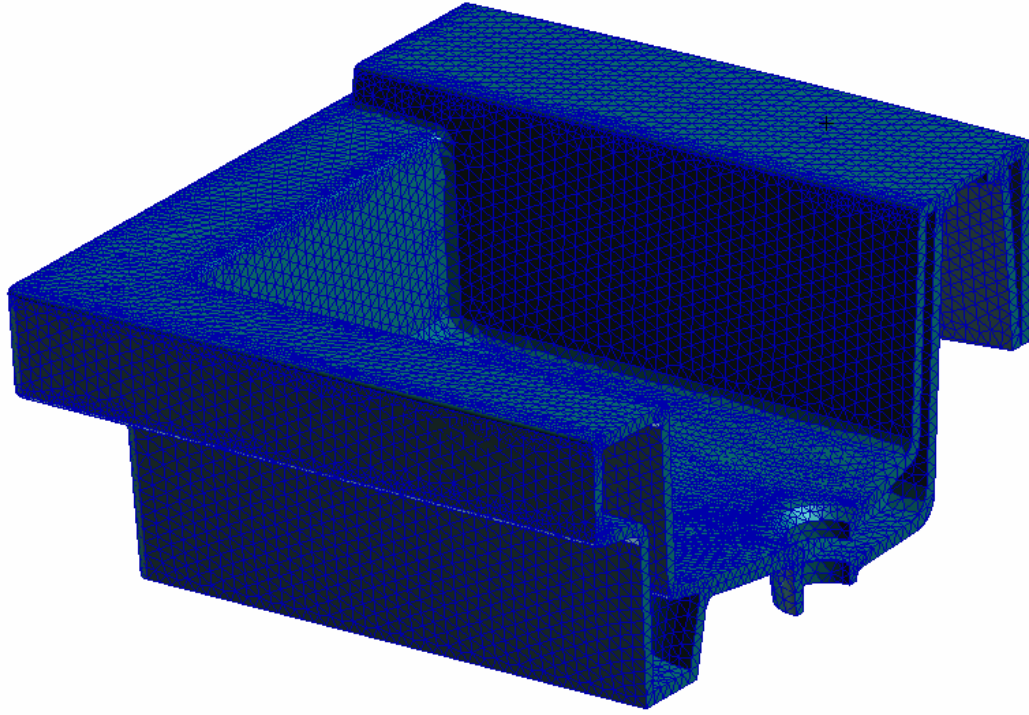
Action:	Create ▾	<input type="checkbox"/> Create P-Element Mesh
Object:	Mesh ▾	<input type="checkbox"/> Internal Coarsening
Type:	Solid ▾	<input checked="" type="checkbox"/> Collapse Short Edges
Output ID List		<input checked="" type="checkbox"/> Curvature Check
Node	1	Refinement Options
Element	1	
Elem Shape	Tet ▾	
Meshes	TetMesh ▾	
Topology	Tet4 ▾	Maximum h/L = 0.1
TetMesh Parameters...		Minimum Edge Length =
Node Coordinate Frames...		Global Edge Length* 0.3
Input List		
Solid 1		
Global Edge Length		
<input type="checkbox"/> Automatic Calculation		
Value	9	

Şekil 3.18 Ağ yapısı ayarları

Input List → Model seçilir

Global Edge Length → 9mm yapılır.

APPLY'a basılır.



Şekil 3.19. Aura 90 cm lavabo yarım sonlu elemanlar modeli

Sınır şartlarının oluşturulması

Modele Şekil 3.13'deki sınır koşulları uygulanacaktır. YZ eksenindeki simetri için

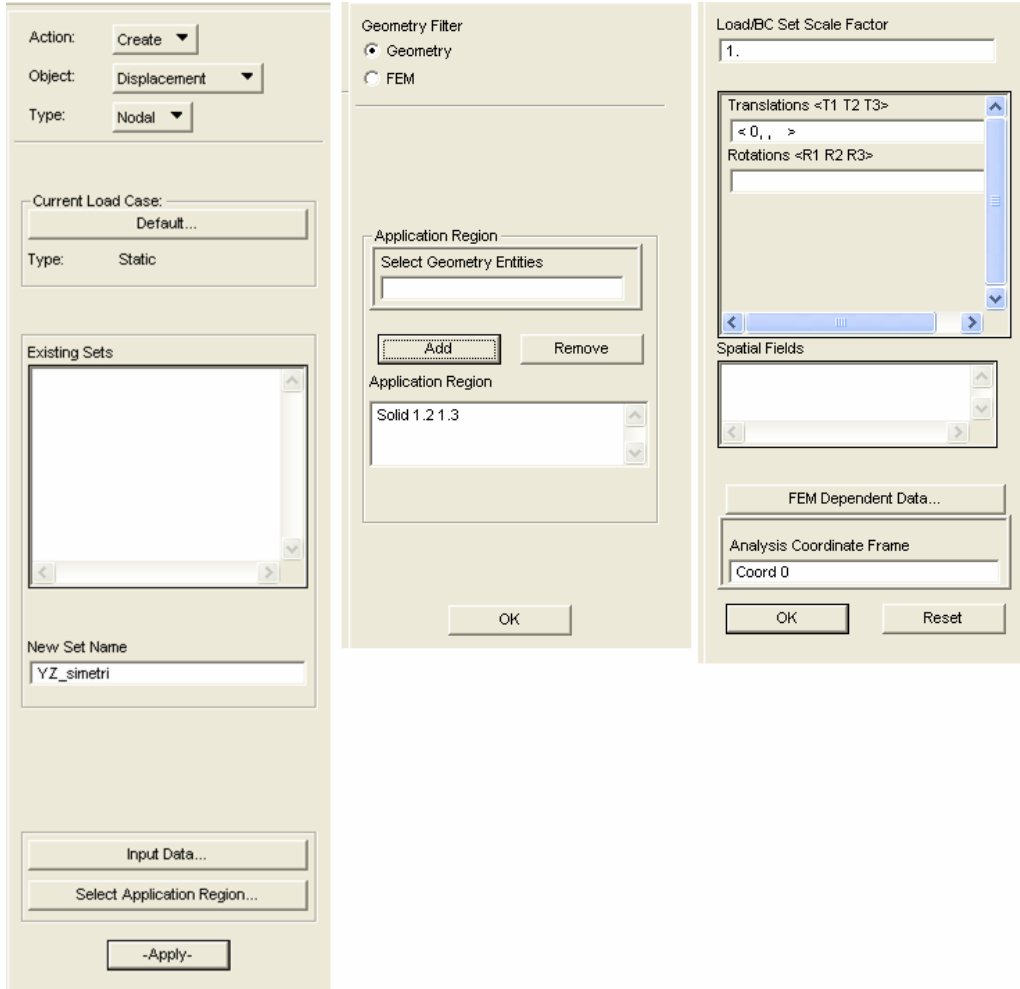
Loads/BCs → Create → Displacement → Nodal

New Set Name → YZ_Simetri adı verilir.

Input Data → translations ve rotations da değerler girilir. (Şekil 3.15)

Select Application Region → Geometry → Application Region simetri yüzeyi seçilir

Add → OK → APPLY



Şekil 3.20. YZ simetri değerlerinin girilmesi

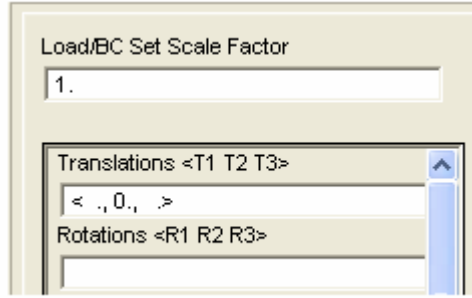
Loads/BCs → Create → Displacement → Nodal

New Set Name → rijit adı verilir.

Input Data → translations kısmına değerlerimiz girilir.

Select Application Region → Geometry → Application Region taban yüzeyi seçilir

Add → OK → APPLY



Şekil 3.21. Rijit yüzey değerlerinin girilmesi

Loads/BCs → Create → Displacement → Nodal
New Set Name → rijit_Z adı verilir.

Input Data → translations kısmına değerlerimiz girilir.

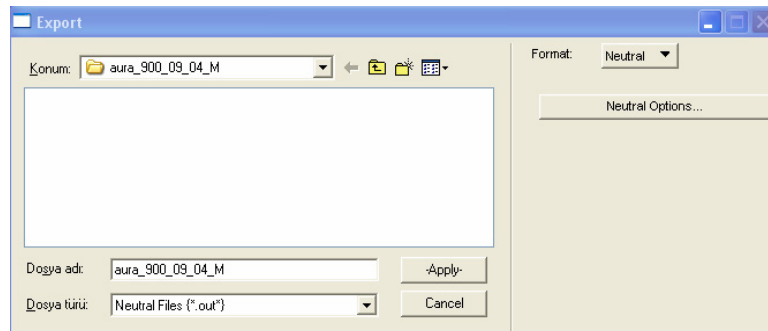
Select Application Region → Geometry → Application Region en öndeki düğüm noktası seçilir.

Add → OK → APPLY

Mentat ortamı için çıktı alınması

Modeli mentat ortamına almak için uygun dosya yapısı ile patran ortamından çıktı almamız gereklidir. Burada patran netural dosya formatı kullanılmıştır.

File → export format Netural seçilir isim verilir. APPLY'a basılır.

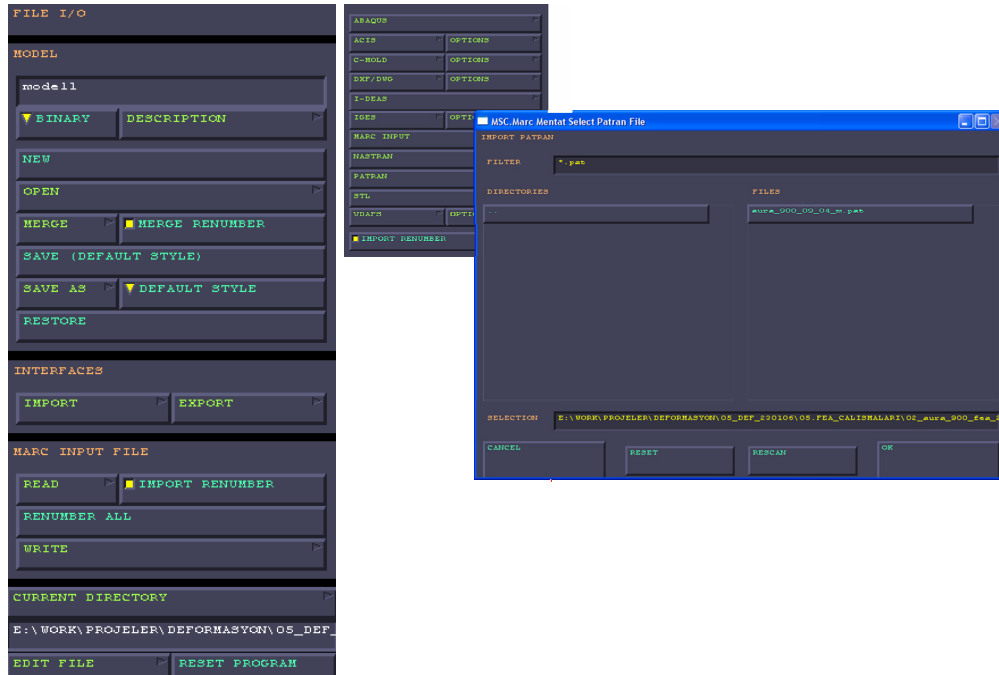


Şekil 3.22 Netural formatta çıktı alınması

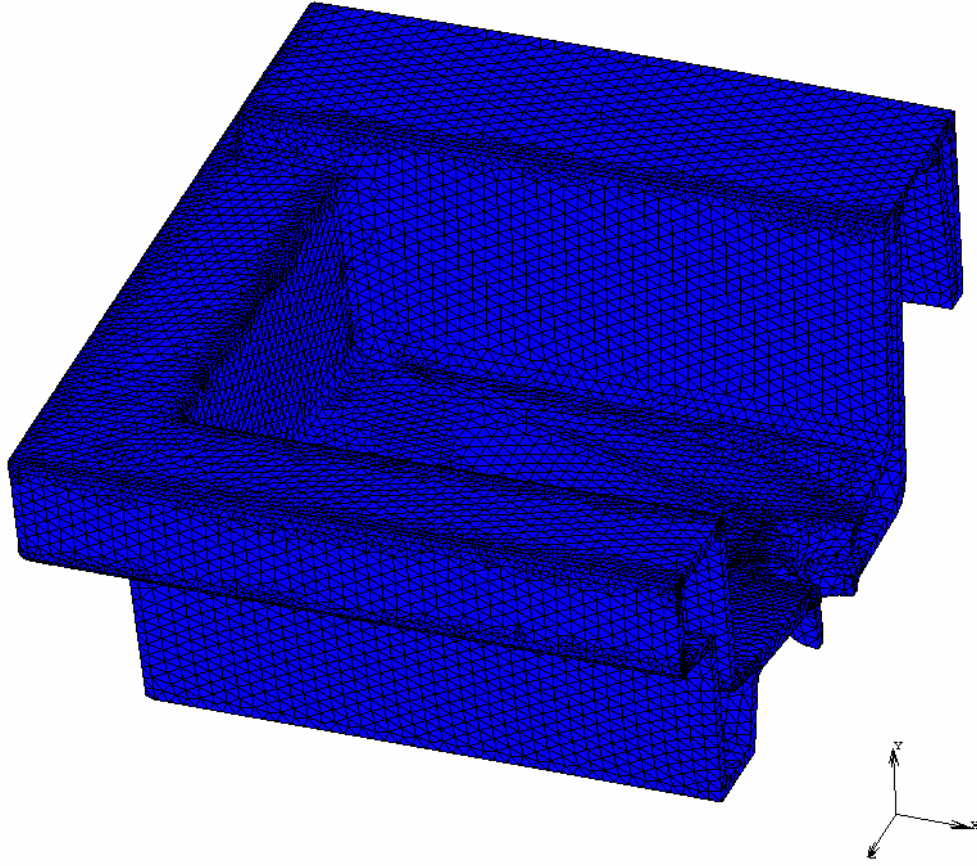
Ağ yapısı ve YZ simetrisinin Mentat ortamına alınması

Files → Import → Import Renumber → Patran

Patran ortamında netural formatında oluşturduğumuz dosya seçilir.



Şekil 3.23 Ağ yapısı ve YZ simetrisinin Mentat ortamına alınması



Şekil 3.24. Mentat ortamına alınmış model

Malzeme özelliklerinin tanımlanması

Kullandığımız malzeme doğrusal elastik olarak kabul edilmiştir, modele ait malzeme özellikleri,

Elastik modül, $E = 1.25MPa$

Poisson sabiti, $\nu = 0.3$

Olarak alınmıştır.

Material Properties → name → “clay” adı verilir

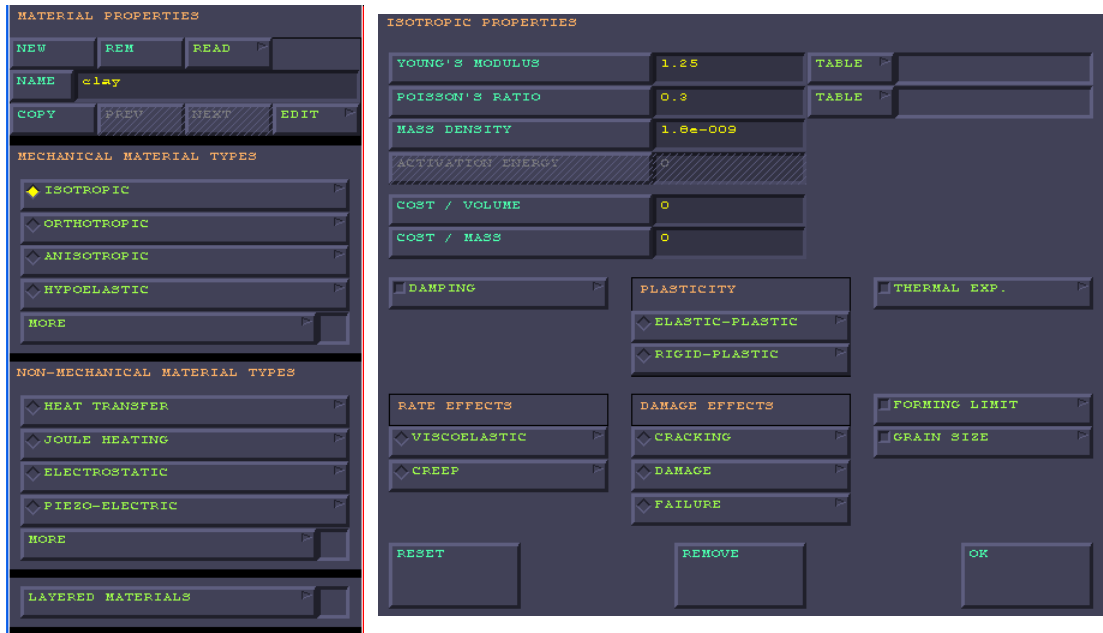
Isotropic

Young Modulus → 1.25 MPa

Poisson Ratio → 0.3

Mass Density → 1.8e-9ton/mm³

→OK



Şekil 3.25 Malzeme özelliklerinin tanımlanması

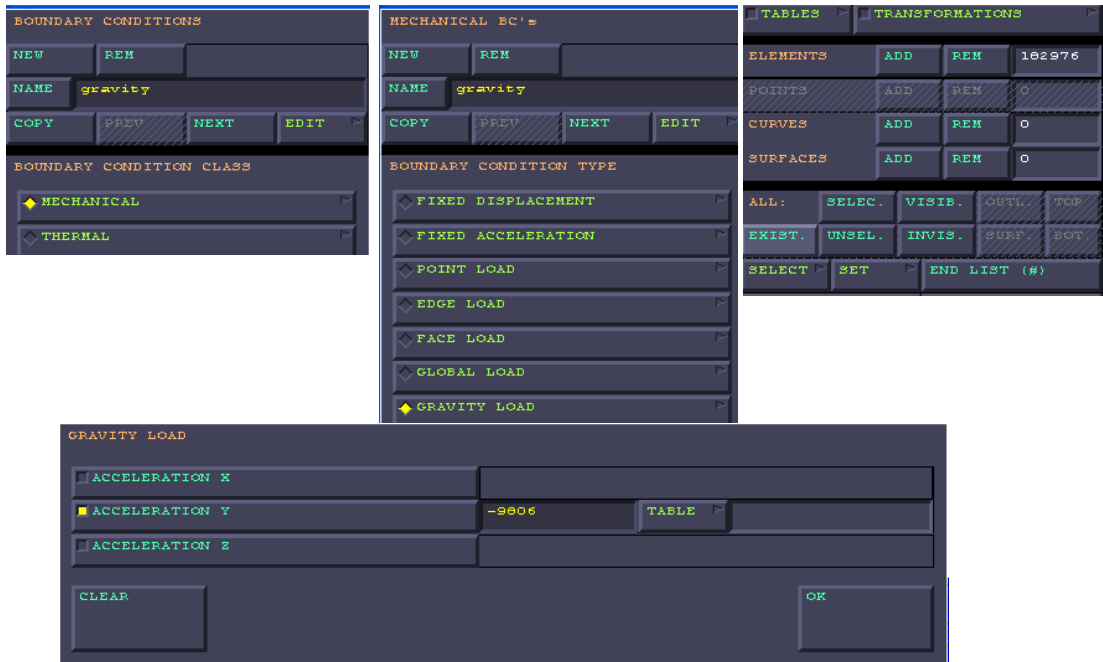
Bu özelliklerin bütün elemanlara tanımlanması gereklidir. Bunun için Elements → Add → All Exist ile bütün elemanlar seçilir ve girdiğimiz malzeme özellikleri atanmış olur.

Ağırlık tanımlanması

Model kendi ağırlığı altında deformasyona uğrayacaktır. Bu nedenle yerçekimi ivmesinin girilmesi gereklidir.

Boundry Conditions → Gravity Load → name → “gravity”

Accelarition Y → -9806 mm/s^2



Şekil 3.26. Yerçekimi ivmesinin tanımlanması

Yerçekimi ivmesinin bütün elemanlara tanımlanması gereklidir. Bunun için;
Elements → Add → All Exist ile bütün elemanlar seçilir ve girdiğimiz yerçekimi ivmesi atanmış olur.

Yükleme adımları

Modele zamandan bağımsız, kendi ağırlığı etkisi altında, doğrusal statik hesap uygulanacaktır. Bu nedenle toplam adım sayısının bir olması yeterlidir.

Load Cases → Mechanical → Static →

Total Load Case Time → 1s

Steps → 1 girilir

Loads → “YZ_Simetri, rijit, rijit_z ve gravity seçilir.” → OK



Şekil 3.27. Yükleme adımlarında yükün tanımlanması

Sonlu elemanlar hesaplaması

Sonlu elemanlar hesabımızla ilgili çözüm ve sonuç ayarlarını yapmamız gereklidir. Bunun için JOBSS menüsü kullanılır.



Şekil 3.28. JOBSS menüsü

Jobss → Mechanical → oluşturduğumuz load case seçilir. Yüklerimiz ve sınır koşullarımız bu loadcase içersindedir.



Şekil 3.29. Sonlu elemanlar hesabı menüsü

İstediğimiz sonuçlar job result seçeneğiyle belirlenir. (Şekil 3.29)

Job Results → Equivalent Von Mises Stress



Şekil 3.30. Job result menüsü.

Sonlu elemanlar hesabı seçenekleri için Analysis Options menüsü kullanılır (Şekil 3.30).

MECHANICAL ANALYSIS OPTIONS

<input type="checkbox"/> LINEAR ELASTIC ANALYSIS	BUCKLE SOLUTION METHOD
<input checked="" type="checkbox"/> REDUCED STORAGE	<input type="checkbox"/> INVERSE POWER SWEEP
<input type="checkbox"/> SCALE TO FIRST YIELD	<input checked="" type="checkbox"/> LANCZOS
<input type="checkbox"/> LARGE DISPLACEMENT	BUCKLE INCREMENTS <input type="checkbox"/> ON <input checked="" type="checkbox"/> OFF
<input checked="" type="checkbox"/> NO FOLLOWER FORCE	MODAL SOLUTION METHOD
RUBBER ELASTICITY PROCEDURE	<input type="checkbox"/> INVERSE POWER SWEEP
<input checked="" type="checkbox"/> SMALL STRAIN	<input checked="" type="checkbox"/> LANCZOS
PLASTICITY PROCEDURE	MODAL INCREMENTS <input type="checkbox"/> ON <input checked="" type="checkbox"/> OFF
<input checked="" type="checkbox"/> SMALL STRAIN	DYNAMIC TRANSIENT OPERATOR
<input type="checkbox"/> LUMPED MASS	<input checked="" type="checkbox"/> IMPLICIT
SHELL ELEMENTS	<input type="checkbox"/> EXPLICIT
<input checked="" type="checkbox"/> ROTATIONAL INERTIA TERMS	DYNAMIC HARMONIC
<input type="checkbox"/> TRANSVERSE SHEAR	<input type="checkbox"/> COMPLEX DAMPING
CREEP TYPE & PROCEDURE	<input type="checkbox"/> INERTIA EFFECTS
<input checked="" type="checkbox"/> EXPLICIT MAXWELL	DISPLACEMENT SPECTRAL DENSITY
<input checked="" type="checkbox"/> ELASTIC TANGENT	<input checked="" type="checkbox"/> ENTERED VALUES
VISCOELASTICITY	TABLE <input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> USER SUB. CRPVIS	<input type="checkbox"/> ADVANCED OPTIONS
<input type="button" value="OK"/>	

Şekil 3.31. Sonlu elemanlar hesabı seçenekleri

Run → Submit ile MARC çalıştırılır. Sonlu elemanlar hesabı bittiğinde exit number 3004 olmalıdır.

RUN JOB

USER SUBROUTINE FILE

No Domains for DDM

TITLE NEW-STYLE TABLES SAVE MODEL

SUBMIT (1) ADVANCED JOB SUBMISSION

UPDATE MONITOR KILL

STATUS Complete

CURRENT INCREMENT (CYCLE) 1 (2)

SINGULARITY RATIO 0.031768

CONVERGENCE RATIO 0.007059

ANALYSIS TIME 1

WALL TIME 104

TOTAL	CYCLES	2	CUT BACKS	0
	SEPARATIONS	0	REMESHES	0

EXIT NUMBER 3004 EXIT MESSAGE

EDIT OUTPUT FILE LOG FILE STATUS FILE ANY FILE

OPEN POST FILE (RESULTS MENU)

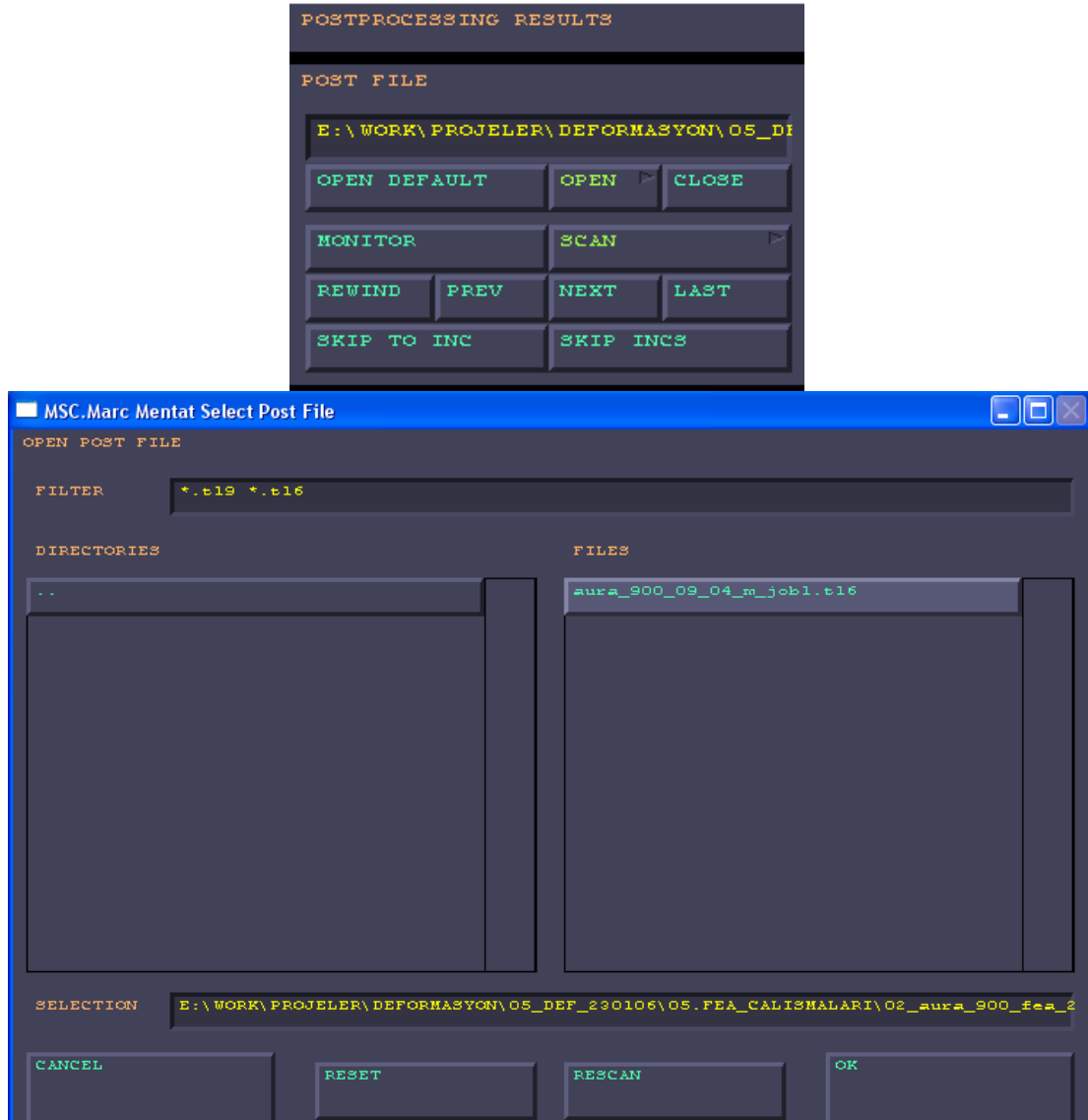
RESET OK

Şekil 3.32. Sonlu elemanlar hesabı sonucu.

Sonuçların görüntülenmesi

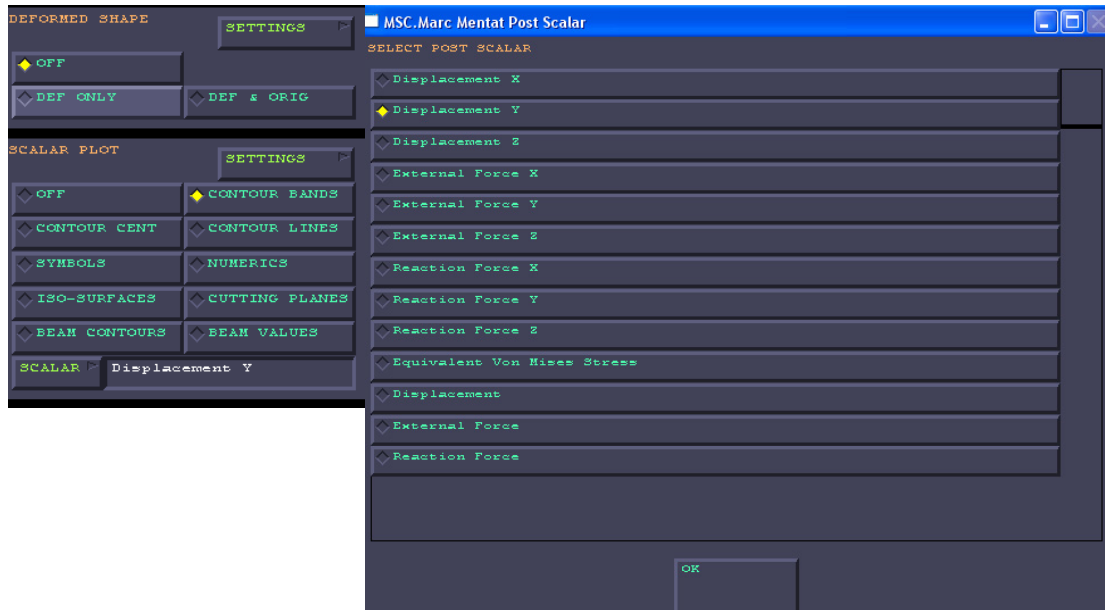
Sonuçları almak için Result menüsü kullanılır.

Result → Open → sonuçların olduğu t16 dosyası seçilir

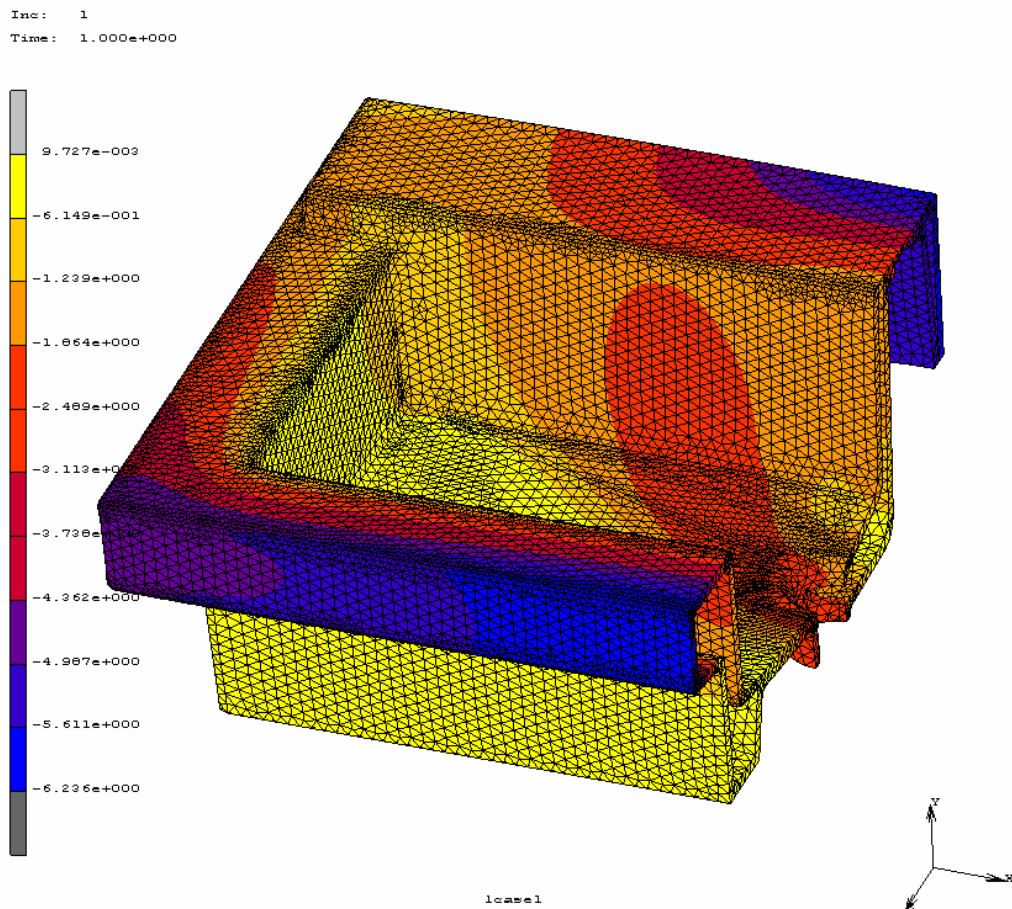


Şekil 3.33. Result menüsü

Scalar → görüntülemek istediğimiz sonuç seçilir. Burada Y eksenindeki deplasmanı seçtik. → OK



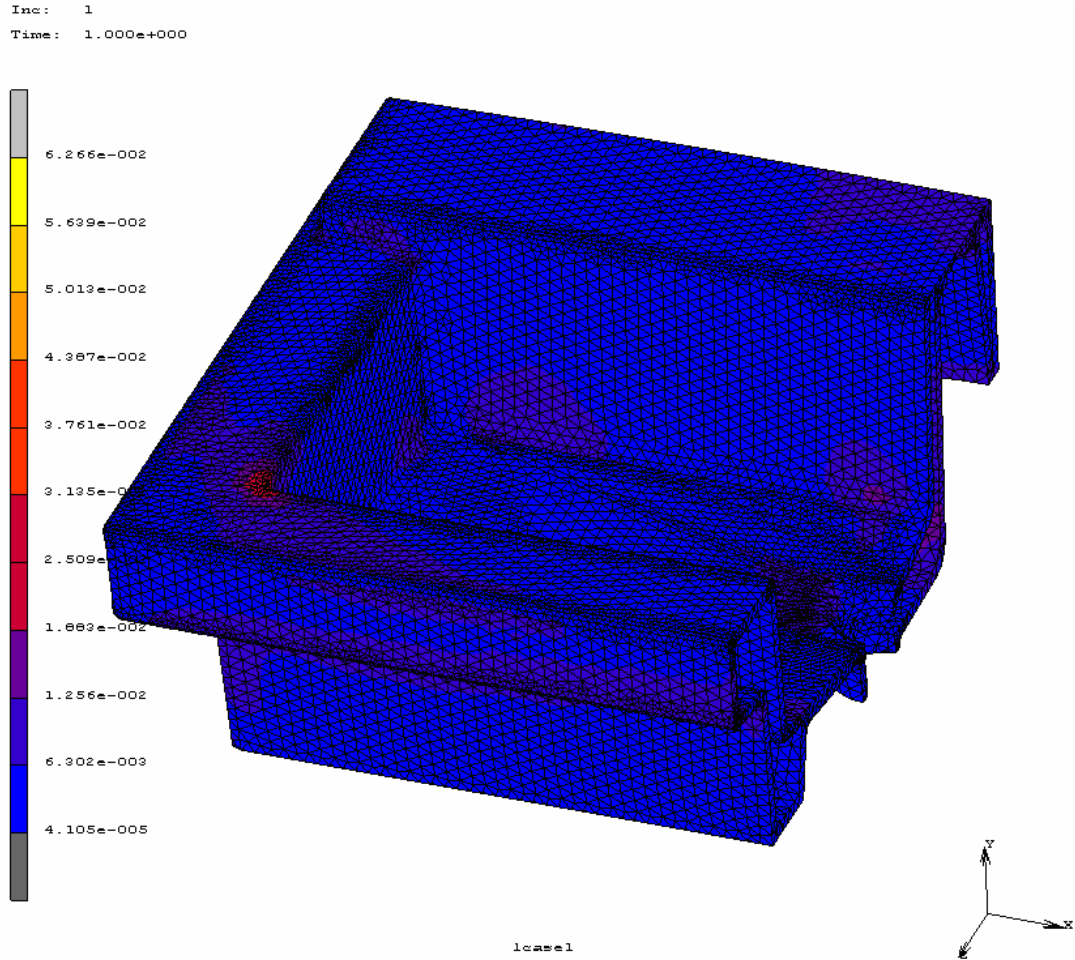
Şekil 3.34. Scalar menüsü



Şekil 3.35. Ağırlık yüklemesi yönündeki yer değiştirmeler

Von Mises gerilme değerini görüntülemek için ise

Scalar → Equivalent Mises Stres →OK komut dizisi kullanılır.



Şekil 3.36. Von Mises gerilme değerleri dağılımı

STL model oluşturulması

Sonlu elemanlar hesabı sonucu elde ettiğimiz modeli istediğimiz herhangi bir kesitten ölçebilmek için okuyabileceğimiz stereolithography formatına çevirmemiz gereklidir.

Result → Tools → Rezone Mesh ile modeldeki deęiŐikler mesh modele uygulanır.



Şekil 3.37. Rezone mesh

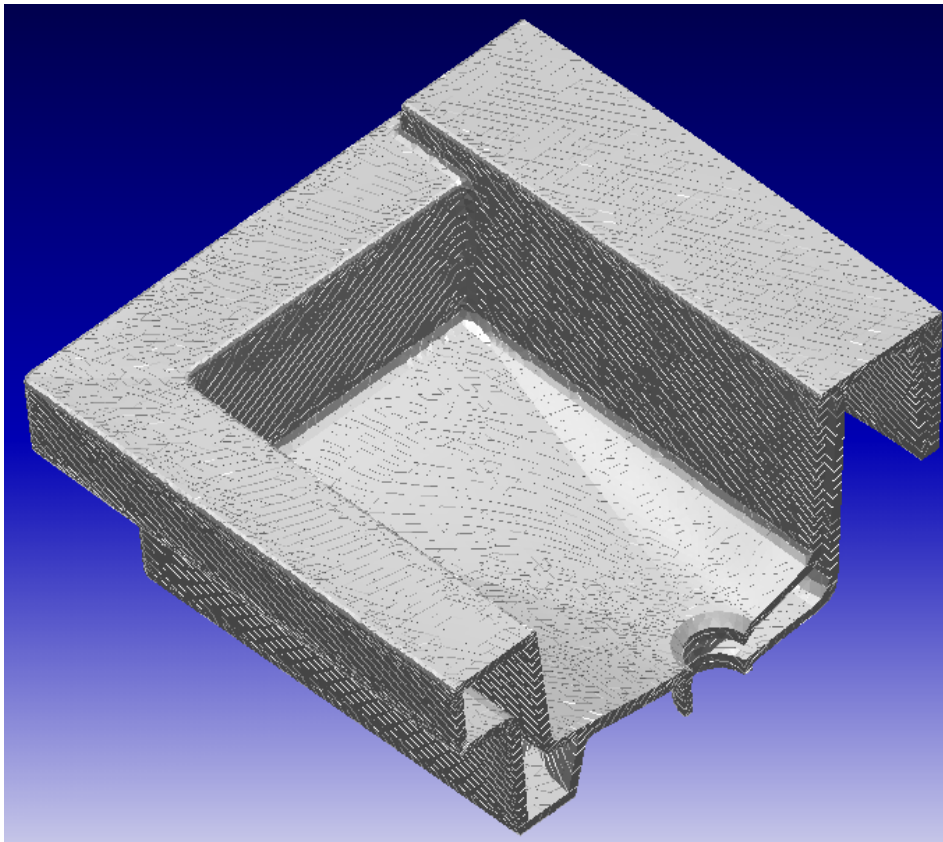
Bu model başka bir adla mfd formatında save edilmelidir.

Files → Save AS → aura_900_09_04_M_rez.mfd adıyla kaydedilir.

Oluşturduğumuz mfd modeli açılır,

Convert → Faces To Elements → All Exist

Files → Export → STL komutu ile stereolithography formatında çıktısı alınır.



Şekil 3.38. Rezone mesh STL verisi

BÖLÜM 4. SONLU ELEMANLAR HESAPLARI VE ÖLÇÜLEN YÜZEY GEOMETRİSİYLE KONTROLÜ

Bu bölümde, önceki bölümde verilen ölçüm ve sonlu elemanlar hesaplama tekniği kullanılarak elde edilen sonuçların toplam dört adet kesitte karşılaştırılması yapılmış ve elde edilen sonuçlar gerek kesit şekil değiştirme grafikleri, gerekse yüzde ortalama sapma grafikleri ile gösterilmiştir. Ayrıca her bir kesit için yüzde ortalama sapma tabloları hazırlanmıştır. Bu yolla en uygun eleman boyutu ve mertebe seçimi yapılmıştır.

Bu çalışmada incelediğimiz aura 90cm lavabonun sonlu elemanlar analizi 9mm, 18mm ve 27mm olmak üzere üç farklı eleman boyutu ve dört ve on olmak üzere iki farklı düğüm noktası sayısı için zamandan bağımsız, kendi ağırlığı etkisi altında doğrusal statik olarak yapılmıştır (Tablo 4.1).

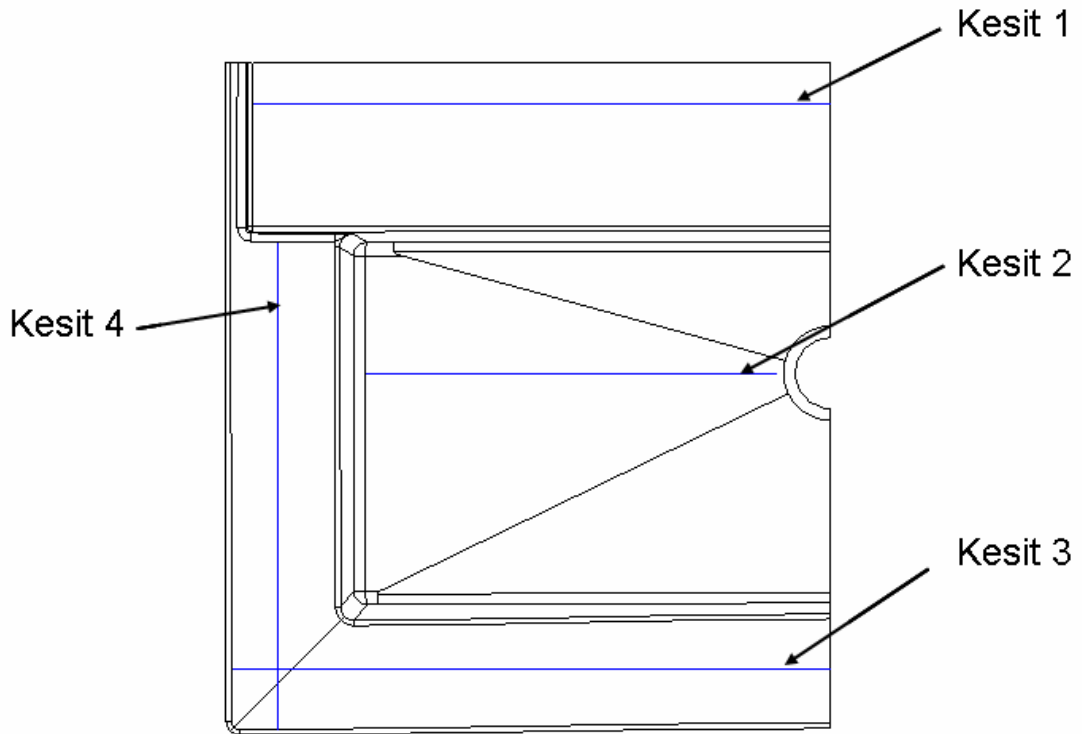
Tablo 4.1 Eleman ve Düğüm Noktaları Sayısı

Model Adı	Hesap Adı	Eleman Boyutu (mm)	Elemandaki Düğüm Noktası Sayısı	Modeldeki Eleman Sayısı	Modeldeki Düğüm Noktası Sayısı
aura_900_09_10_M	SE-1	9	10	182976	307912
aura_900_09_04_M	SE-2	9	4	182976	46502
aura_900_18_10_M	SE-3	18	10	60570	141575
aura_900_18_04_M	SE-4	18	4	60570	21978
aura_900_27_10_M	SE-5	27	10	41705	78177
aura_900_27_04_M	SE-6	27	4	41705	12598

Bu hesaplamalar için çift Pentium Xeon 3.00 GHz işlemcili, üzerinde 4 GB Ram bulunan bilgisayar kullanılmıştır. Patran ve Mentat ortamında hazırlanan sonlu elemanlar modelleri Marc ile hesaplanmıştır.

4.1. Kesit Karşılaştırılmaları

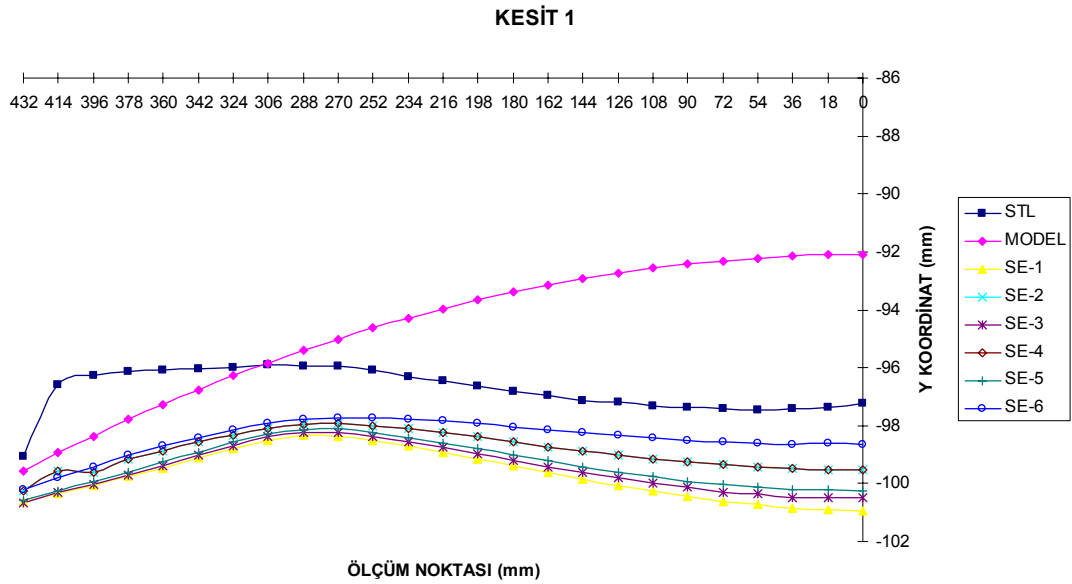
Her bir analiz için şekil 4.1 de belirtilmiş olan dört farklı kesit için ağırlık yönündeki yer değiştirmelere bakılmıştır. Yer değiştirmelerin alınmasında tam olarak kesit üzerinde ölçüm yapabilmek amacıyla oluşturduğumuz STL verilerinin üzerine izdüşümü yöntemi ile kesitlerden geçen eğriler oluşturulmuş ve bu eğrilerin ölçümü yapılmıştır. Karşılaştırmaya temel teşkil eden kesitlerimiz müşteri tarafından verilen ölçü ve toleransların olduğu KGKK02/01 formu (Ek D) esas alınarak kalite kriterleri uyarınca belirlenmiştir.



Şekil 4.1 Kesitler

4.1.1. Kesit 1

Üründe tesisat bağlantılarının konulduğu yüzeyde yer alan kesit 1, görsel açıdan önemli bir kesittir. Ölçülen verimizle (Şekil 4.2) karşılaştırdığımızda birinci mertebeden tetrahedron hacimsel eleman boyutunun 27 mm olduğu sonlu eleman ağından elde edilen sonuçların ölçüm sonuçlarına en yakın sonuçları verdiği söylenebilir. Bununla birlikte diğer tüm ağlardaki sonuçların şekilsel olarak ve yatay eksen değişimine göre aynı formda olduğu görülmektedir. Kesit 1 için 18mm aralıklarla alınmış toplam 25 adet ölçüm noktası vardır.



Şekil 4.2. Kesit 1 için ağırlık yönündeki yer değiştirmeler

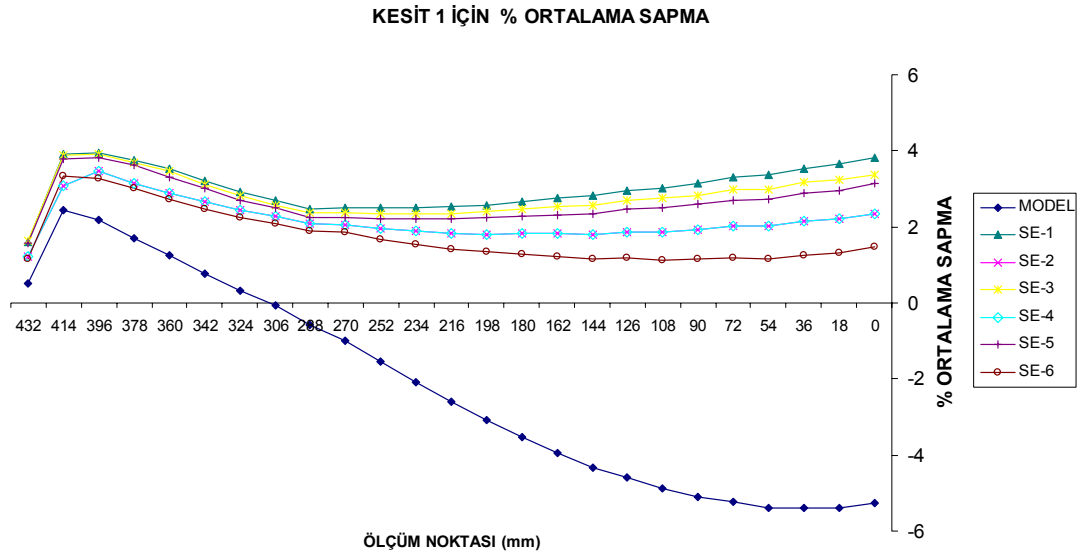
Her bir ölçüm noktası için deneysel sonuçlar ile sonlu elemanlar hesaplama modeli arasındaki fark Eşitlik 4.1'e göre orantısal olarak hesaplanmıştır. Bu fark Şekil 4.3 'de grafik olarak verilmiştir. Buradan da birinci mertebeden tetrahedron hacimsel eleman boyutunun 27 mm olduğu sonlu eleman ağından elde edilen sonuçların ölçüm sonuçlarına en yakın sonuçları verdiği söylenebilir.

$$\%OrtlamaSapma = \frac{y_{SE} - y_{stl}}{y_{stl}} \times 100 \quad (4.1)$$

Burada,

y_{stl} : STL veri üzerinden almış olduğumuz y koordinat değerleri.

y_{SE} : Hesaplanan veriler üzerinden almış olduğumuz y koordinat değerleri.



Şekil 4.3. Kesit 1 için yüzde ortalama sapma

Kesit 1 için yüzde aritmetik ortalama sapma değeri hesaplanmıştır. Bu değer her bir ölçüm noktası için elde edilen ortalama sapmaların toplamı toplam ölçüm sayısına bölünmesiyle elde edilmiştir. n ölçüm sayısı olmak üzere,

$$\%AritmetikOrtalamaSapma = \frac{\sum_{i=1}^n \%OrtalamaSapma}{n} \quad (4.2)$$

Olarak ifade edilir.

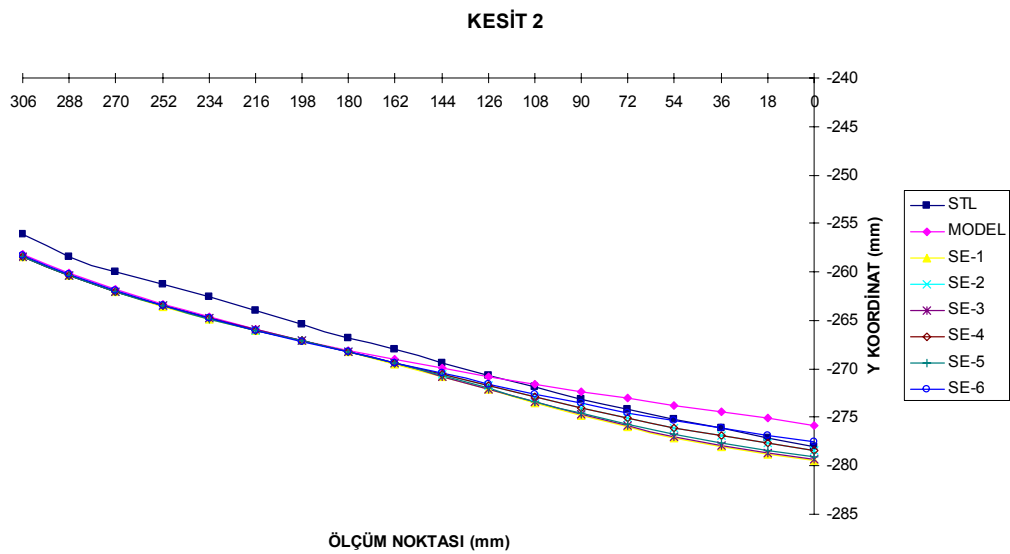
Kesit 1 için yüzde aritmetik ortalama sapmalar tablo 4.2’de verilmiştir. Burada da birinci mertebeden tetrahedron hacimsel eleman boyutunun 27 mm olduğu sonlu eleman ağından elde edilen sonuçların ölçüm sonuçlarına en yakın sonuçları verdiği görülmektedir.

Tablo 4.2. Kesit 1 için yüzde aritmetik ortalama sapma

Model Adı	Hesap Adı	% Aritmetik Ortalama Sapma
CAD Modeli		-2.1917
aura_900_09_10_M	SE-1	3.0274
aura_900_09_04_M	SE-2	2.1887
aura_900_18_10_M	SE-3	2.8324
aura_900_18_04_M	SE-4	2.1887
aura_900_27_10_M	SE-5	2.6661
aura_900_27_04_M	SE-6	1.7412

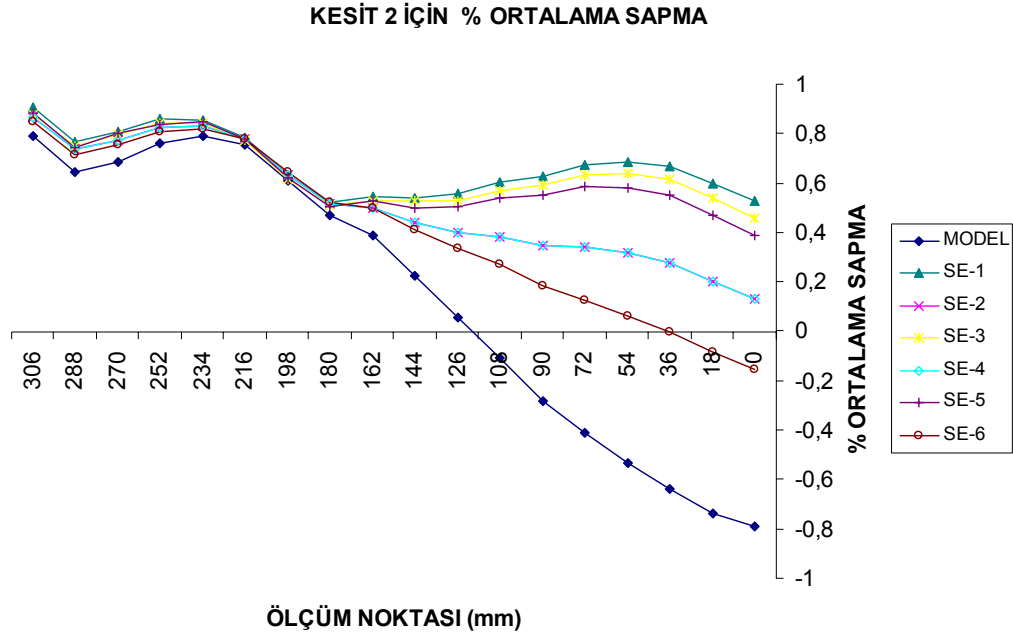
4.1.2. Kesit 2

Üründe hazne yüzeyinde yer alan kesit 2, fonksiyon açısından önemli bir kesittir. Ölçülen verimizle (Şekil 4.4) karşılaştırdığımızda tüm ağılardaki sonuçların şekilsel olarak ve yatay eksen değişimine göre aynı formda olduğu görülmektedir. Kesit 2 için 18mm aralıkla alınmış toplam 18 adet ölçüm noktası vardır.



Şekil 4.4. Kesit 2 için ağırlık yönündeki yer değiştirmeler

Bununla birlikte Eşitlik 4.1'e göre hesaplanmış olan yüzde ortalama sapma grafiğimize (Şekil 4.5) göre birinci mertebeden tetrahedron hacimsel eleman boyutunun 27 mm olduğu sonlu eleman ağından elde edilen sonuçların ölçüm sonuçlarına en yakın sonuçları verdiği söylenebilir. Bu durum Eşitlik 4.2'ye göre hesaplanan yüzde ortalama sapma tablosunda da (Tablo 4.3) görülmektedir.



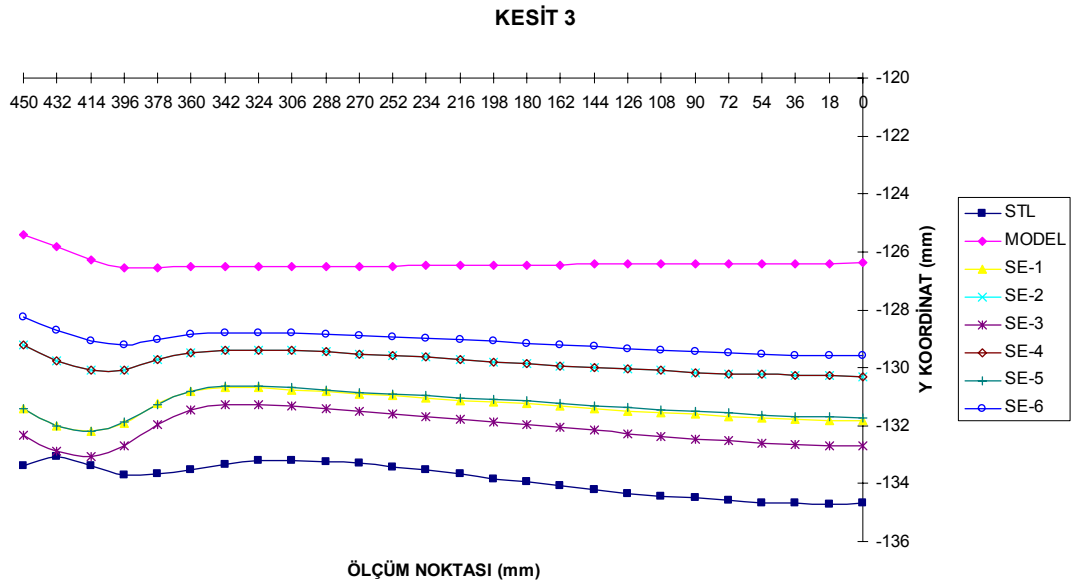
Şekil 4.5. Kesit 2 için yüzde ortalama sapma

Tablo 4.3. Kesit 2 için yüzde aritmetik ortalama sapma

Model Adı	Hesap Adı	% Aritmetik Ortalama Sapma
CAD Modeli		0.1481
aura_900_09_10_M	SE-1	0.6750
aura_900_09_04_M	SE-2	0.5166
aura_900_18_10_M	SE-3	0.6456
aura_900_18_04_M	SE-4	0.5166
aura_900_27_10_M	SE-5	0.6232
aura_900_27_04_M	SE-6	0.4184

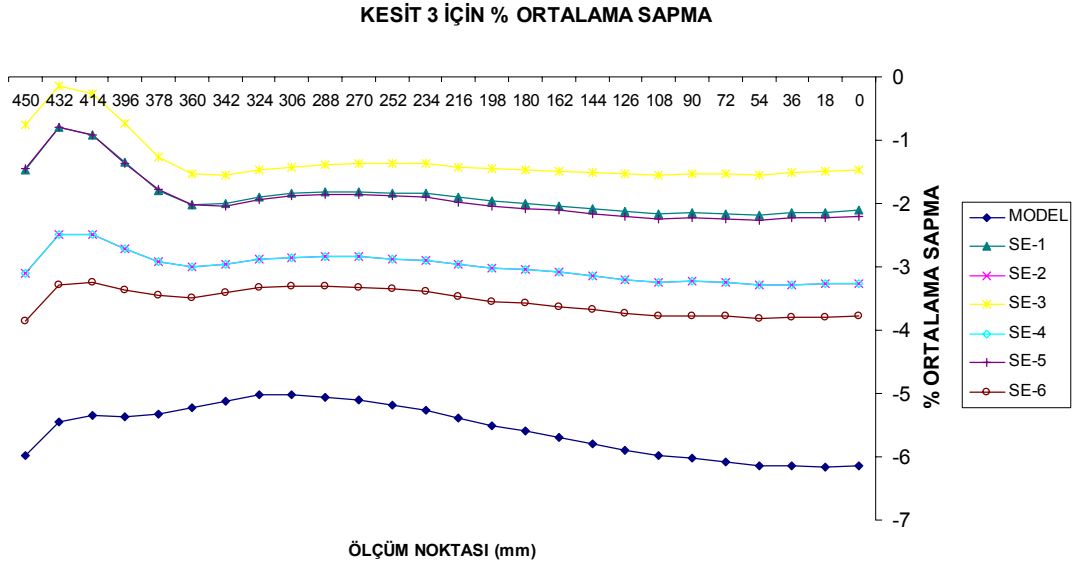
4.1.3. Kesit 3

Ürünün ön bandında yüzeyde yer alan kesit 3, görsel açıdan önemli bir kesittir. Ölçülen verimizle (Şekil 4.6) karşılaştırdığımızda ikinci mertebeden tetrahedron hacimsel eleman boyutunun 18 mm olduğu sonlu eleman ağından elde edilen sonuçların ölçüm sonuçlarına en yakın sonuçları verdiği söylenebilir. Bununla birlikte diğer tüm ağlardaki sonuçların şekilsel olarak ve yatay eksen değişimine göre aynı formda olduğu görülmektedir. Kesit 3 için 18mm aralıkla alınmış toplam 26 adet ölçüm noktası vardır.



Şekil 4.6. Kesit 3 için ağırlık yönündeki yer değiştirmeler

Eşitlik 4.1'e göre hesaplanmış olan yüzde ortalama sapma grafiğimizde de (Şekil 4.7) ikinci mertebeden tetrahedron hacimsel eleman boyutunun 18 mm olduğu sonlu eleman ağından elde edilen sonuçların ölçüm sonuçlarına en yakın sonuçları verdiği söylenebilir.



Şekil 4.7. Kesit 3 için yüzde ortalama sapma

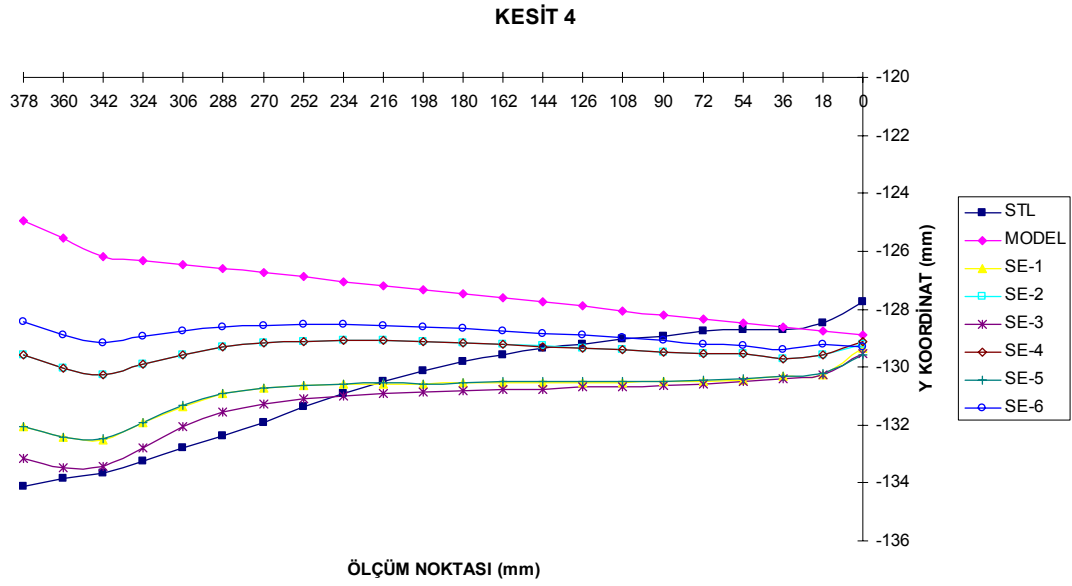
Eşitlik 4.2'ye göre hesaplanmış olan yüzde aritmetik ortalama sapma tablomuzda da (Şekil 4.7) ikinci mertebeden tetrahedron hacimsel eleman boyutunun 18 mm olduğu sonlu eleman ağından elde edilen sonuçların ölçüm sonuçlarına en yakın sonuçları verdiği görülmektedir.

Tablo 4.4. Kesit 3 için yüzde aritmetik ortalama sapma

Model Adı	Hesap Adı	% Aritmetik Ortalama Sapma
CAD Modeli		-5.5766
aura_900_09_10_M	SE-1	-1.8676
aura_900_09_04_M	SE-2	-3.0043
aura_900_18_10_M	SE-3	-1.3147
aura_900_18_04_M	SE-4	-3.0043
aura_900_27_10_M	SE-5	-1.9174
aura_900_27_04_M	SE-6	-3.5463

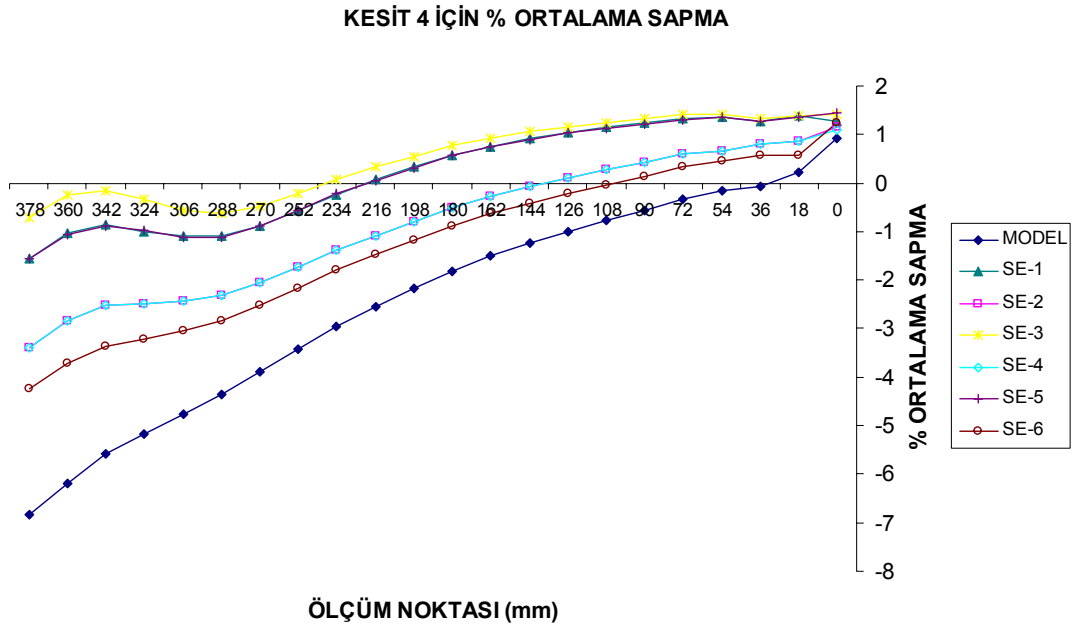
4.1.4. Kesit 4

Ürünün yan bandında yer alan kesit 4 görsel açıdan önemli bir kesittir. Ölçülen verimizle (Şekil 4.8) karşılaştırdığımızda tüm ağırlardaki sonuçların şekilsel olarak ve yatay eksen değişimine göre aynı formda olduğu görülmektedir. Kesit 4 için 18mm aralıkla alınmış toplam 22 adet ölçüm noktası vardır.



Şekil 4.8. Kesit 4 için ağırlık yönündeki yer değiştirmeler

Bununla birlikte Eşitlik 4.1'e göre hesaplanmış olan (Şekil 4.9) ve Eşitlik 4.2'ye göre hesaplanmış olan yüzde aritmetik ortalama sapma tablomuza (Tablo 4.5) göre ikinci mertebeden tetrahedron hacimsel eleman boyutunun 9 mm olduğu sonlu eleman ağından ve ikinci mertebeden tetrahedron hacimsel eleman boyutunun 27 mm olduğu sonlu eleman ağından elde edilen sonuçların ölçüm sonuçlarına en yakın sonuçları verdiği söylenebilir.



Şekil 4.9. Kesit 4 için yüzde ortalama sapma

Tablo 4.5. Kesit 4 için yüzde aritmetik ortalama sapma

Model Adı	Hesap Adı	% Aritmetik Ortalama Sapma
CAD Modeli		-2.4653
aura_900_09_10_M	SE-1	0.1962
aura_900_09_04_M	SE-2	-0.86201
aura_900_18_10_M	SE-3	0.5031
aura_900_18_04_M	SE-4	0.8638
aura_900_27_10_M	SE-5	0.1925
aura_900_27_04_M	SE-6	-1.2916

Kesitleri genel olarak incelediğimizde ise, kesit 1 için birinci mertebeden tetrahedron hacimsel eleman boyutunun 27 mm olduğu sonlu eleman ağından elde edilen sonuçların ölçüm sonuçlarına en yakın sonuçları verdiği söylenebilir. Kesit 2 için birinci mertebeden tetrahedron hacimsel eleman boyutunun 27 mm olduğu sonlu eleman ağından elde edilen sonuçların ölçüm sonuçlarına en yakın sonuçları verdiği

söylenbilir. Kesit 3 için ikinci mertebeden tetrahedron hacimsel eleman boyutunun 18 mm olduğu sonlu eleman ağından elde edilen sonuçların ölçüm sonuçlarına en yakın sonuçları verdiği söylenbilir. Kesit 4 için ise ikinci mertebeden tetrahedron hacimsel eleman boyutunun 9 mm olduğu sonlu eleman ağından ve ikinci mertebeden tetrahedron hacimsel eleman boyutunun 27 mm olduğu sonlu eleman ağından elde edilen sonuçların ölçüm sonuçlarına en yakın sonuçları verdiği söylenbilir.

BÖLÜM 5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu tez çalışmasında Aura 90 cm lavabonun imalat süreci sonrasında gözlenen deformasyonların sonlu elemanlar yöntemi ile tahmin edilmesine yönelik deneysel ve sayısal bir çalışma yapılmıştır. Bu bölümde sonlu elemanlar hesaplarına dahil etmediğimiz faktörlerin bölüm 4'de elde edilen kesit karşılaştırmalarına olan etkileri incelenecektir.

5.1. Deformasyona Etki Eden Süreçler

Aura 90 cm lavabonun imalatı sırasında şekil değiştirmesine etki eden faktörlerden

- Kurutma Süreci,
- Malzeme özellikleri ve malzeme deformasyon davranışı
- Pişirme süreci

Hesaplama modelimize dahil edilmemiştir. Bu çalışmada kullandığımız hesaplama modeli statik, izotermal, mekanik özelliklerin zamana ve sıcaklığa bağlı değişmediği doğrusal malzeme davranışı kabulüne dayanmaktadır, ayrıca fırın yüzeyi ile lavabo arasında arasındaki temas koşulunun sürtünmesiz olduğu kabul edilmiştir.

Kesitlerimiz, üç boyutlu optik sayısallaştırma yöntemi ile elde edilen stereolithography formatı üzerinde iz düşüm metodu ile ölçülmüştür. Tek sayısallaştırma işlemi yapılmıştır. Üç boyutlu optik sayısallaştırma yüksek çözünürlükteki dijital fotoğraf makinası yardımıyla elde edilen görüntülerin fotogrametrik yöntemler yardımıyla üç boyutlu olarak bilgisayar ortamına aktarılması işlemidir. Bu çalışmada, Ege Vitrikiye Sağlık Gereçleri San. ve Tic. A.Ş.

bünyesinde bulunan ve aktif metotları kullanarak ölçüm yapan Breuckmann üç boyutlu optik sayısallaştırma sistemi kullanılmıştır.

Bu çalışmada kullandığımız CAD verisi tel kafes, yüzey ve katı modelleme teknikleri kullanarak yapılmıştır. Lavabo geometrimiz simetrik olduğundan yarım model yapılmıştır. Modelimizin ağ yapısının oluşturulmasında modelimizin 9 mm olan et kalınlığı esas alınmıştır, eleman boyutları et kalınlığına eşit, iki katı ve üç katı olacak şekilde seçilmiştir. Eleman tipi olarak dört ve on düğüm noktalı olmak üzere iki farklı tetrahedron hacimsel eleman seçilmiştir. Hazırlanan sonlu elemanlar modellerimize kendi ağırlığı etkisi altında zamandan bağımsız, doğrusal statik sonlu elemanlar hesabı uygulanmıştır. Yaptığımız sonlu elemanlar hesaplamalarında fırın arabası yüzeyi ile mamul arasında sürtünme olmadığı kabul edilmiştir.

Dördüncü kısımda yaptığımız kesit karşılaştırmalarını incelediğimizde karşılaştırma yaptığımız tüm ağlardaki sonuçların şekilsel olarak ve yatay eksen değişimine göre aynı formda olduğu görülmektedir. Bununla birlikte kesit 1 ve kesit 2 için birinci mertebeden 27 mm eleman boyutuna sahip tetrahedron hacimsel elemanların oluşturduğu sonlu eleman ağından elde edilen sonuçların daha iyi sonuç verdiği görülürken, kesit 3 ve kesit 4 için ikinci mertebeden tetrahedron hacimsel elemanların oluşturduğu sonlu eleman ağından elde edilen sonuçların daha iyi sonuç verdiği görülmüştür. Bununla birlikte kesit 3 ve kesit 4 için birbirinden farklı eleman boyutlarının daha iyi sonuç verdiği görülmüştür.

5.2. Bundan Sonra Yapılacak Çalışmalar İçin Öneriler

Ölçüm tekniği açısından incelediğimizde, üç boyutlu optik sayısallaştırma yöntemi elde edilen stereolithography formatındaki veri, üç boyutta nokta kümesinden oluştuğu için kesit karşılaştırması yanında üç boyutlu hacimsel karşılaştırma yapılabilmesi için uygundur. Böylece tüm lavabo geometrisinin hacimsel olarak, sonlu elemanlar hesapları sonucu elde ettiğimiz değerlerle karşılaştırılması en uygun eleman mertebesi ve hacimsel eleman boyutu daha iyi tespit edilebilir.

Daha gelişmiş zaman ve sıcaklık etkisini dikkate alan, viskoz elastik malzeme davranışının dikkate alındığı, zamana bağlı sonlu elemanlar hesapları ölçümlere daha yakın sonuçlar verecektir.

Fırın yüzeyi ile lavabo arasında sürtünme koşulu tanımlanması sonuçlarımızı iyileştirecektir. Ayrıca kurutma sürecinde mamulün mal alma ceketini üzerindeki mekanik, sıcaklık ve sürtünme davranışlarının incelenmesinin de sonuçlarımızı yaptığımız ölçümlere daha da yaklaştıracaktır.

Ağırlık yükleme yönünü ters vererek yapacağımız sonlu elemanlar hesaplamalarından elde edilecek sonuçlar yardımıyla yapılacak olan CAD modellerinin, istenilen geometriye uygun ürünleri daha az deneme süresi ve zamanda üretmek mümkün olacaktır.

KAYNAKLAR

- [1] Devlet Planlama Teşkilatı Müsteşarlığı, Seramik Sağlık Gereçleri Sektörü Dokuzuncu Kalkınma Planı (2007–2013)
- [2] 3D Optik Taramanın Temel Prensipleri; Optik Üçgenleme, Ahmet Çakır, <http://www.turkcdcam.net/rapor/3d-optik-tarama/index.html>, Eylül 2005
- [3] Optik Ölçme Yöntemlerinin Sac ve Plastik Parçaların İmalatındaki Sayısallaştırma, Tersine Mühendislik ve Muayene Prosesleri Yönünden Sağladığı Yararlar, Arş. Gör. Burak Veli GÖRÜR, Arş. Gör. Anıl Nomak Prof. Dr. Ayşegül AKDOĞAN, Prof. Mehmet Emin YURCİ, Yıldız Teknik Üniv. Makine Fak. Makine Malzemesi ve İmalat Teknolojisi Anabilim Dalı, <http://www.turkcdcam.net/rapor/optik-olcme/index.html>, Aralık 2003
- [4] YILMAZ, S., Porselenin Sürünme Davranışının Modellenmesi, Seramik Türkiye Kasım-Aralık 2005 No:12
- [5] PONRAJ, R, RAMAKRISHNA, S, RADHAKRISHNAN, V.M, Creep of Porcelain- Containing Silica and Alumina, Journal of Materials Science, 1994
- [6] PORTE, F, BRYDSON, R, RAND, B, RILEY, F.L., Creep Viscosity of Vitreous China, Journal of American Ceramic Soc., 2004
- [7] TS 605 Lavabolar (Seramik veya dökme demirden), TSE, Ankara, 1982
- [8] ARCASOY, A., Seramik teknolojisi, Marmara Üniversitesi Güzel Sanatlar Fakültesi , İstanbul, Mart 1983
- [9] SÜMER, G., Seramik Sanayi El Kitabı, Anadolu Üniversitesi Basımevi, Eskişehir, Temmuz 1988
- [10] SÜMER, G., Seramik Fırınları, Ak Ofset, Eskişehir, 2002
- [11] Ege Vitrifiye A.Ş. Laboratuvar raporları
- [12] Sacmi Parts Manual Fort The Car Clin Type STK-260/82,66
- [13] SACMI Burner Manual PL8

- [14] Ultrafelt Product Information Paper, Thermal Ceramics
- [15] KOCABIÇAK, Ü., Bilgisayar Destekli Tasarım ve İmalat Ders Notları, Sakarya
- [16] MSC.Marc Volume B: Element Library
- [17] http://www.ptc.com/cs/cs_24/howto/mst723/mst723.htm
- [18] MSC.Patran User's Guides
- [19] MSC.Patran Reference Manuals
- [20] MSC.Marc User's Guide
- [21] MSC.Marc Volume A: Theory and User Information

EKLER


EGE VİTRİFİYE

SAĞLIK GEREÇLERİ SAN. VE TİC. A.Ş.

TARİH: 01.07.2004

DOKÜMAN NO :GKT19/00

REV. TARİHİ : 01.07.2004

SAYFA NO :1/1

DEFORMASYON TALİMATI
AMAÇ:

Malzemelerin deformasyon tespiti.

İLGİLİ FORMLAR :

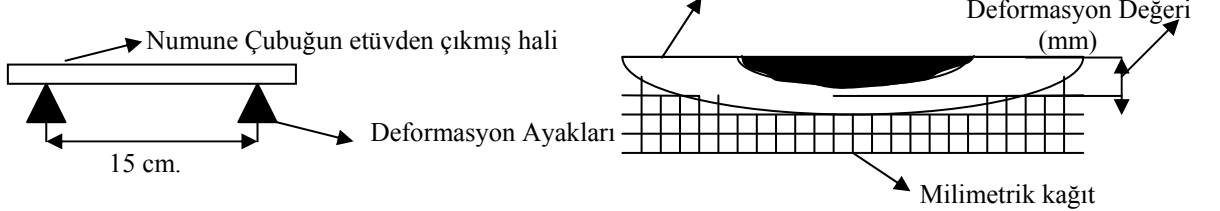
Proses Kontrol Laboratuvar Deneme
 Sır ve Çamur Kontrol Formu.....PKF05
 Proses Kontrol Laboratuvar Stok
 Çamur Kontrol Formu.....PKF01
 Proses Kontrol Laboratuvar Deneme
 Çamur Kontrol Formu.....PKF02
 Girdi Kontrol Laboratuvar Hammadde
 Test Sonuçları Formu.....GKF09

SORUMLULAR :

Girdi Kontrol Laboratuvar Yetkilisi

İŞLEMLER :

1. Deformasyonuna bakılacak malzeme, 002 NOLU deformasyon kalıbına dökümü yapılır.
2. 1 saat sonra, 002 nolu açılarak şekillenmiş malzeme düzgün bir plakaya konulur.
3. Plakadaki çubuklar, 1 gün, 105*C'de etüvde bekletilir. Numune çubuğun pişmiş hali





4. Ertesi gün, çubuklar, 15 cm. aralık bırakarak iki noktadan işaretlenir ve işaretlenen yerler deformasyon ayaklarına karşılık gelecek şekilde çubuk ayaklar üzerine yerleştirilir.
5. Fırından alınan numune çamurlar, milimetrik kağıt üzerine iki ayağı teğet gelecek şekilde, yerleştirilir. Numune çubuğun en yüksek noktası ile iki uç nokta arasındaki mesafe, mm. cinsinden ölçülerek, deformasyon değeri tespit edilir.
6. Kullanılmış olan deformasyon kalıbı, nemli süngerle temizlenir ve iki kalıp üst üste gelmeyecek şekilde kaldırılarak, havalanması sağlanır.
7. Sonuçlar,deformasyon ölçümü yapılan malzemeye göre Proses Kontrol Laboratuvar Stok Çamur Kontrol Formu PKF01, Girdi Kontrol Laboratuvar Hammadde Test Sonuçları Formu GKF09, Proses Kontrol Laboratuvar Deneme Sır ve Çamur Kontrol Formu PKF05 ve Proses Kontrol Laboratuvar Deneme Çamur Kontrol Formu PKF02'ye kaydedilerek bölüm yöneticisine bildirilir.


HAZIRLAYAN :
 ÇAMUR-SIR HAZIRLAMA
 YÖNETİCİSİ

ONAY :
 ÜRETİM YÖNETİCİSİ

KALİTE YÖNETİMİ ONAYI:

 EGE VİTRİFİYE SAĞLIK GEREÇLERİ SAN. VE TİC. A.Ş.	TARİH :20.07.1999	DÖKÜMAN NO :KGP09/01																																														
	REV. TARİHİ :01.07.2004	SAYFA NO : 1/3																																														
PROSES KONTROL PROSEDÜRÜ																																																
<p>AMAÇ : Hammadde aşamasından , ürün sevkiyat aşamasına kadar kaliteyi etkileyen tüm süreçlerin belirlenmesi ve sistemin planlı yürümesinin sağlanması.</p> <p>KAPSAM VE UYGULAMA : Tüm üretim bölümleri , Pazar Ürün Geliştirme ve Mamül Ambar Sevkiyat bölümlerince uygulanır. Tüm prosesi kapsar.</p> <p>İLGİLİ DOKÜMANLAR :</p> <table border="0"> <tr><td>Tekser Kalıp Hazırlama Çalışma Talimatı.....</td><td>TKT05</td></tr> <tr><td>Basınçlı Döküm Çalışma Talimatı.....</td><td>BDT08</td></tr> <tr><td>Reçine Kalıp Hazırlama Çalışma Talimatı.....</td><td>RHT06</td></tr> <tr><td>Hammadde Girdi Kontrol Çalışma Talimatı.....</td><td>GKT13</td></tr> <tr><td>Çamur Hazırlama Çalışma Talimatı.....</td><td>CHT20</td></tr> <tr><td>Sır Hazırlama Çalışma Talimatı.....</td><td>SHT18</td></tr> <tr><td>Mekik ve Tünel Fırın Çalışma Talimatı.....</td><td>FRT15</td></tr> <tr><td>Fonksiyon Test Çalışma Talimatı.....</td><td>FTT10</td></tr> <tr><td>Kalite Ayırım Çalışma Talimatı.....</td><td>KAT03</td></tr> <tr><td>Paketleme Çalışma Talimatı.....</td><td>PKT08</td></tr> <tr><td>Soğuk Tamir-Taşlama Çalışma Talimatı.....</td><td>STT11</td></tr> <tr><td>Mamül Ambar ve Sevkiyat Çalışma Talimatı.....</td><td>SVT13</td></tr> <tr><td>Planlı Bakım Talimatı.....</td><td>BOT01</td></tr> <tr><td>Sırlama Süreci</td><td>SRS01</td></tr> <tr><td>Yardımcı Tesisler Çalışma Talimatı.....</td><td>YTT03</td></tr> <tr><td>Yer Tezgahtı Döküm Ve Yarımamül İşlem Talimatı.....</td><td>KDT05</td></tr> <tr><td>Ön Döküm Talimatı.....</td><td>KDT08</td></tr> <tr><td>Tasarım Süreci.....</td><td>CCS01</td></tr> <tr><td>Ürün Geliştirme Prosedürü.....</td><td>ÜGP01</td></tr> <tr><td>Ürün Devreye Alma Prosedürü.....</td><td>ÜDAP01</td></tr> <tr><td>Sorunlu Ürünlerin Performans Yükseltme Prosedürü</td><td>SPYP01</td></tr> <tr><td>Aylık Üretim Planı.....</td><td>PLF18</td></tr> <tr><td>Dökümcü Talimatı.....</td><td>AKT08</td></tr> </table> <p>UYGULAMALAR : Cad/Cam ve Yeni Ürün Devreye Alma ve Ürün Geliştirme Bölümleri tarafından CCS01 süreci uygulanarak tasarımı onaylanan ve devreye alınan ürünlerin model kalıpları Tekser Kalıp Hazırlama bölümüne teslim edilir.</p> <p>Tekser Kalıp Hazırlama Bölümü tarafından bu ürünlerin Tekser Kalıp Hazırlama Çalışma talimatı TKT05 baz alınarak tekser kalıpları hazırlanır. Hazırlanan tekser kalıplar kullanılarak Alçı Kalıp hazırlama bölümü tarafından alçı kalıpları hazırlanır ve alçı kalıpların Klasik dökümhanede montajı yapılır. Eğer Basınçlı Dökümhanede üretilecek bir ürün ise, Tekser Kalıp Hazırlama Çalışma talimatı TKT05 uygulanarak hazırlanan tekser kalıplar Reçine kalıp Hazırlama Bölümüne teslim edilir.</p>			Tekser Kalıp Hazırlama Çalışma Talimatı.....	TKT05	Basınçlı Döküm Çalışma Talimatı.....	BDT08	Reçine Kalıp Hazırlama Çalışma Talimatı.....	RHT06	Hammadde Girdi Kontrol Çalışma Talimatı.....	GKT13	Çamur Hazırlama Çalışma Talimatı.....	CHT20	Sır Hazırlama Çalışma Talimatı.....	SHT18	Mekik ve Tünel Fırın Çalışma Talimatı.....	FRT15	Fonksiyon Test Çalışma Talimatı.....	FTT10	Kalite Ayırım Çalışma Talimatı.....	KAT03	Paketleme Çalışma Talimatı.....	PKT08	Soğuk Tamir-Taşlama Çalışma Talimatı.....	STT11	Mamül Ambar ve Sevkiyat Çalışma Talimatı.....	SVT13	Planlı Bakım Talimatı.....	BOT01	Sırlama Süreci	SRS01	Yardımcı Tesisler Çalışma Talimatı.....	YTT03	Yer Tezgahtı Döküm Ve Yarımamül İşlem Talimatı.....	KDT05	Ön Döküm Talimatı.....	KDT08	Tasarım Süreci.....	CCS01	Ürün Geliştirme Prosedürü.....	ÜGP01	Ürün Devreye Alma Prosedürü.....	ÜDAP01	Sorunlu Ürünlerin Performans Yükseltme Prosedürü	SPYP01	Aylık Üretim Planı.....	PLF18	Dökümcü Talimatı.....	AKT08
Tekser Kalıp Hazırlama Çalışma Talimatı.....	TKT05																																															
Basınçlı Döküm Çalışma Talimatı.....	BDT08																																															
Reçine Kalıp Hazırlama Çalışma Talimatı.....	RHT06																																															
Hammadde Girdi Kontrol Çalışma Talimatı.....	GKT13																																															
Çamur Hazırlama Çalışma Talimatı.....	CHT20																																															
Sır Hazırlama Çalışma Talimatı.....	SHT18																																															
Mekik ve Tünel Fırın Çalışma Talimatı.....	FRT15																																															
Fonksiyon Test Çalışma Talimatı.....	FTT10																																															
Kalite Ayırım Çalışma Talimatı.....	KAT03																																															
Paketleme Çalışma Talimatı.....	PKT08																																															
Soğuk Tamir-Taşlama Çalışma Talimatı.....	STT11																																															
Mamül Ambar ve Sevkiyat Çalışma Talimatı.....	SVT13																																															
Planlı Bakım Talimatı.....	BOT01																																															
Sırlama Süreci	SRS01																																															
Yardımcı Tesisler Çalışma Talimatı.....	YTT03																																															
Yer Tezgahtı Döküm Ve Yarımamül İşlem Talimatı.....	KDT05																																															
Ön Döküm Talimatı.....	KDT08																																															
Tasarım Süreci.....	CCS01																																															
Ürün Geliştirme Prosedürü.....	ÜGP01																																															
Ürün Devreye Alma Prosedürü.....	ÜDAP01																																															
Sorunlu Ürünlerin Performans Yükseltme Prosedürü	SPYP01																																															
Aylık Üretim Planı.....	PLF18																																															
Dökümcü Talimatı.....	AKT08																																															
HAZIRLAYAN : KALİTE YÖNETİCİSİ	KALİTE YÖNETİMİ ONAYI:	ONAY : YÖNETİM TEMSİLCİSİ																																														

 EGE VİTRİFİYE SAĞLIK GEREÇLERİ SAN. VE TİC. A.Ş.	TARİH :20.07.1999	DÖKÜMAN NO :KGP09/01
	REV. TARİHİ : 01.07.2004	SAYFA NO : 2/3
PROSES KONTROL PROSEDÜRÜ		
<p>Çamur ve sır hazırlama proseslerinde kullanılan hammaddelerin girdi kontrolleri Girdi Kontrol Laboratuvar'ı tarafından Hammadde Girdi Kontrol Çalışma Talimatı GKT13 uygulanarak yapılır. Kullanım onayı verilen hammaddeler işletme tarafından kullanılır.</p> <p>Sırlama bölümünde kullanılan sır , Sır Hazırlama bölümünde SHT18 talimatı kullanılarak hazırlanır ve Sırlama bölümüne gönderilir.</p> <p>Dökümhanelerde kullanılmak üzere hazırlanan çamur , Çamur Hazırlama prosesinde CHT20 talimatına göre Çamur Hazırlama bölümü tarafından üretilir. Çamur Hazırlama bölümü tarafından yapılan kontrollerden sonra uygun görülen çamur dökümhanelere gönderilir.</p> <p>Basınçlı Döküm prosesinde kullanılan reçine kalıplar , Reçine Kalıp Hazırlama Çalışma Talimatı RHT06 uygulanarak Reçine Kalıp Hazırlama Bölümü tarafından üretilir ve Basınçlı Döküm Bölümüne teslim edilir.</p> <p>Alçı Kalıp Hazırlama Bölümü tarafından Aylık Üretim Planı PLF18'e göre Dökümcü Talimatı AKT08'e uygun olarak iş kalıpları üretilir. Üretilen alçı kalıplar, bu bölüm tarafından Kalıp Montaj Talimatı AKT09 baz alınarak Klasik Dökümhanede monte edilir.</p> <p>Montajı yapılmış olan tezgahlarda , Klasik Döküm Çamur Ölçüm Talimatı KDT07 ve Ön Döküm Talimatı KDT08 talimatları kullanılarak döküm işlemi gerçekleştirilir. Bölümün diğer dokümanları kullanılarak işlemleri tamamlanan ürünler Kamara Kurutmaya yerleştirilir.Kamara kurutmadan çıkan ürünlerde yapılan son kontroller sonrası ürünler sırlanmak üzere uygun alana çekilerek , Sırlama Bölümü için hazırlanır.</p> <p>Basınçlı Döküm bölümünde kalıp montajları bölüm talimatları doğrultusunda yapılır ve BDT08 bölüm çalışma talimatı uygulanarak döküm işlemi gerçekleştirilir.Döküm sonrası bölüm talimatları kullanılarak yapılan işlemler sonrası yarımamüller Hızlı Kurutmaya beslenir.</p> <p>Klasik Dökümhane ürünleri ve Basınçlı Döküm ürünleri Sırlama Bölümü tarafından SRS01 baz olmak üzere , bölüm talimatları doğrultusunda manuel veya robotta sırlanır.</p> <p>Sırlanmış olan yarımamüller FRT15 talimatı doğrultusunda Tünel Fırına yüklenir ve pişirim işlemine tabi tutulur.</p> <p>Tünel fırından çıkan ürünler kalite ayırımları yapılmak üzere Kalite Ayırım bölümüne taşıyıcı bantlarla gönderilir.Kalite Ayırım bölümü KAT03 talimatını baz alarak çalışır.</p> <p>Kalite Ayırım bölümünde soğuk tamir ve/veya taşlama yapılması gereken ürünler seçilerek , Soğuk Tamir-Taşlama bölümüne gönderilir.Bu bölüm çalışanları uygulamalarda STT11 talimatını baz alırlar.Uygulama sonrası ürünler kalite verilerek Paketleme Bölümüne gönderilir veya ıskarta olarak ayrılırlar.</p>		
HAZIRLAYAN : KALİTE YÖNETİCİSİ	KALİTE YÖNETİMİ ONAYI:	ONAY : YÖNETİM TEMSİLCİSİ

 EGE VİTRİFİYE SAĞLIK GEREÇLERİ SAN. VE TİC. A.Ş.	TARİH :20.07.1999	DÖKÜMAN NO :KGP09/01
	REV. TARİHİ : 01.07.2004	SAYFA NO : 3/3
PROSES KONTROL PROSEDÜRÜ		
<p>Kalite Ayırım bölümü tarafından sıcak tamiri yapılacak ürünler ayrılır ve Fırınlar bölümüne gönderilir.Bu bölüm çalışanları Mekik ve Tünel Fırın Çalışma Talimatı , FRT15 , kullanarak tamir işlemlerini yapar ve ürünleri FRT15 talimatı doğrultusunda Mekik Fırına yüklerler.Pişirim işlemi sonrası ürünler kalitelendirilerek Paketleme Bölümüne gönderilir veya ıskartaya ayrılır.</p> <p>Kalite Ayırım Bölümü çalışanları verilen talimatlar doğrultusunda , Fonksiyon Test için ürün ayırırlar.Bu ürünler Fonksiyon Test Laboratuvarında FTT10 talimatı doğrultusunda test edilir.Olumsuz sonuç görüldüğünde ürünlerde kontrol aralığı sıklaştırılır.Sonuç olumlu olan ürünler paketlenmesi için Paketleme bölümüne gönderilir.Paketleme bölümüne gelen ürünler , bölüm çalışanları tarafından PKT08 talimatı baz alınarak paketlenir ve Mamül Ambar –Sevkiyat bölümüne gönderilir.</p> <p>Mamül Ambar –Sevkiyat Bölümü çalışanları işlemlerde SVT13 talimatını baz alırlar ve ürünlerin ambara yerleşimini ve sevk işlemlerini gerçekleştirirler.</p> <p>Firmamız bünyesine bakım ve onarım çalışmaları , Bakım-Onarım Bölümü tarafından Bakım Onarım Prosedürü BOP01 doğrultusunda gerçekleştirilir. Bölümler bakım çalışmalarından bir kısmını kendi bünyelerinde tamamlarlar.</p> <p>İşletmede kullanılan sıcak su , hava ve doğal gaz temini çalışmalarını Yardımcı Tesisler Bölümü gerçekleştirir.Yardımcı Tesisler Bölümü çalışmalarında YTT03 talimatını baz alarak bölüme ait diğer dokümanları kullanır.</p>		
HAZIRLAYAN : KALİTE YÖNETİCİSİ	KALİTE YÖNETİMİ ONAYI:	ONAY : YÖNETİM TEMSİLCİSİ

EK D



JACUZZI KALİTE KRİTERLERİ



EGEVİTRİFİYE
SAĞLIK GEREÇLERİ SAN.VE TİC.A.Ş.

TARİH: 27.01.2006
Revizyon Tarihi: 15.02.2006

DOKÜMAN NO: KGKK02/01
SAYFA NO: /13

JACUZZI KALİTE KRİTERLERİ

1. Boyut Standartları

- EN 31** Pedestal washbasins connect dimns.
- EN 32** Wall-hung washbasins connect dimns.
- EN 33** Pedestal WC Pans with close-coupled flushing cistern connect dimns.
- EN 34** Wall hung pans with closed coupled flushing cisterns connect dimns.
- EN 35** Pedestal Bidets with over-rim-supply connect dimns.
- EN 36** Wall hung bidets over-rim-supply connect dimns.
- EN 37** Pedestal WC Pans with independent water supply connect dimns.
- EN 38** Wall hung pans
- EN 80** Wall-hung urinals connect dimns.
- EN 111** Wall-hung hand rinse basins connect dimns.

2. Fonksiyonel Gereklilikler

- Klozetlerde;** EN 997'ye uygun olmalıdır.
- Bütün lavabolar;** Mukavemet testi uygun olmalıdır.

3. Teknik Gereklilikler

Aura lavabolar dışında su emme oranı max. 0,5% olmalıdır.

4. Renk

EGE beyazı olmalıdır, ürünlerde renk farkı olmamalıdır.

5. Önemli Boyutlar ve Çizim

Ek 1'e uygun olmalıdır.
Belirtilmeyen ölçülerde tolerans +/-2%'dir.

6. İzlenebilirlik

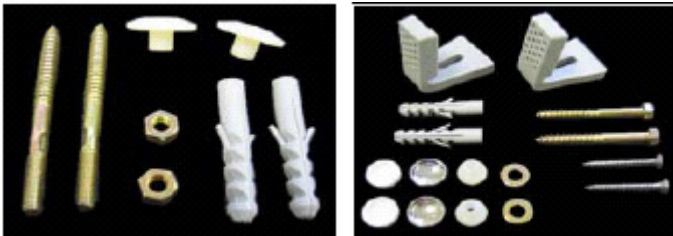
Model no., döküm tarihi.

7. Taşlama

Ürün spesifikasyonlarına ulaşabilmek için min. taşlamaya izin verilir.

8. Montaj

Standard duvara montaj vidaları M10 Nuts kullanılacaktır. Yere montaj vidaları klozetlerle beraber EGE tarafından tedarik edilecektir.



9. Etiket

Ürün üzerinde etiket olmayacak, sadece kutu üzerinde etiket olacaktır.

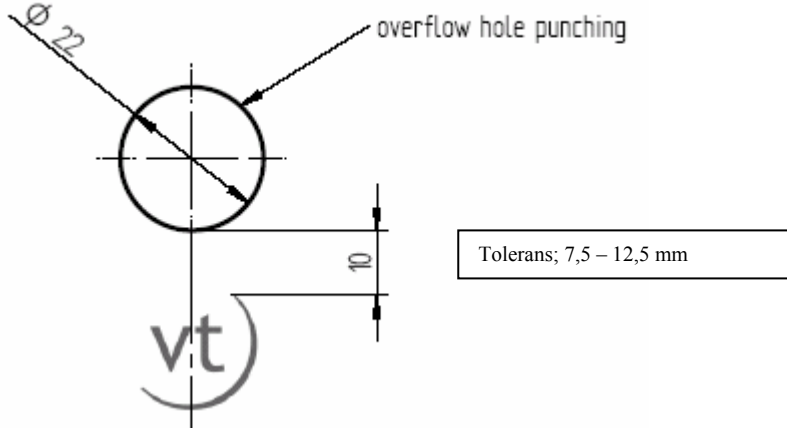
HAZIRLAYAN: KALİTE GÜVENCE YÖNETİMİ	ONAYLAYAN : ÜRT.SOR.GENEL MÜDÜR YRD.	KALİTE YÖNETİM ONAYI



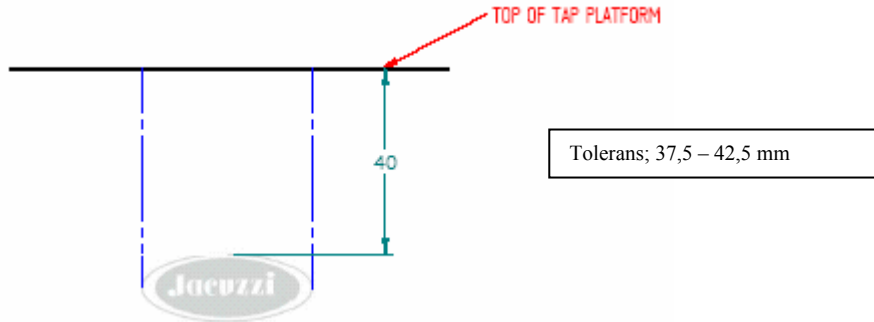
JACUZZI KALİTE KRİTERLERİ

10. Logo Pozisyonu

- Contract Lavabolar için;



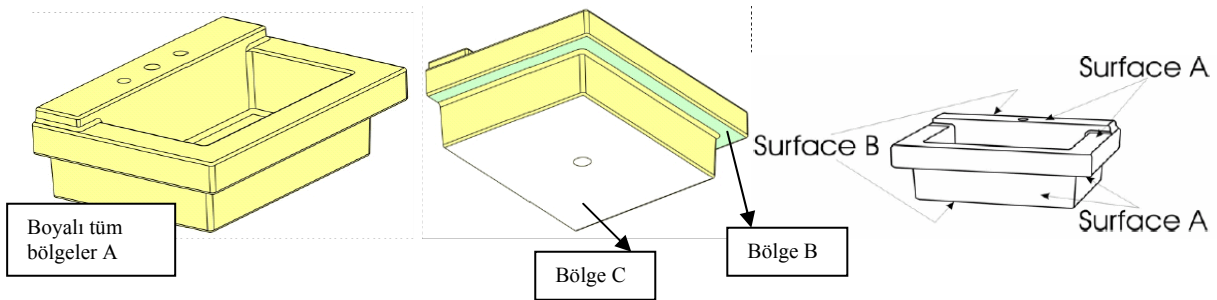
- Aura lavabolar için;



- Klozetlerde logo olmayacaktır.

AURA 50-60-70-90 cm Lavabolar

Yüzey Kriterleri



HAZIRLAYAN: KALİTE GÜVENCE YÖNETİMİ	ONAYLAYAN : ÜRT.SOR.GENEL MÜDÜR YRD.	KALİTE YÖNETİM ONAYI



JACUZZI KALİTE KRİTERLERİ

Hata Tanımı	Bölge A	Bölge B	İzin Verilen Max. Büyüklük
Hava	Olmayacak	Olmayacak	0,5 mm
Kil Lekesi	1	1	0,5 mm
Leke	3	4	
Sır Lekesi	2	3	1 mm zıt renk 2 mm yakın renk
Parça	Olmayacak	1	3 mm çapında ve düz
İnce Sır	Hafif	Hafif	
Rötuş	Referansa bakılacak	Referansa bakılacak	
Pinhole	Referansa bakılacak	Referansa bakılacak	
Kaynama	Olmayacak	Olmayacak	
Sır Kopması	1 minör	1	
Bölgede izin verilen toplam kusur sayısı	2 Gruplaşma olmamalı	4 Gruplaşma olmamalı	

- **Bölge A:**

Sır yüzeyinde hava, parça, yapışma olmayacak. Mürekkep lekesi tutmayacak şekilde pinole izin verilir.

- **Bölge B:**

Büyüklüğü iğne başından (0,5 mm den küçük) küçük olan iki yabancı madde kabul edilir.

- **Bölge C:**

Büyüklüğü iğne başından (0,5 mm den küçük) küçük olan yüzey hataları ve bir soğuk tamire izin verilir.

- Büyüklüğü 0,25 mm'den küçük lekeler için izin verilir. Her bir ürün için max. 5 adet (2 grup) olabilecek 0,25 mm çapından daha küçük lekeler gözardı edilebilir. Birbirine 15 cm den daha yakın olan lekeler gruplaşmış leke olarak kabul edilir.



Düzlük;
Max. 1,5 mm

HAZIRLAYAN: KALİTE GÜVENCE YÖNETİMİ	ONAYLAYAN : ÜRT.SOR.GENEL MÜDÜR YRD.	KALİTE YÖNETİM ONAYI



EGEVİTRİFİYE
SAĞLIK GEREÇLERİ SAN.VE TİC.A.Ş.

TARİH: 27.01.2006
Revizyon Tarihi: 15.02.2006

DOKÜMAN NO: KGKK02/01
SAYFA NO: /13

JACUZZI KALİTE KRİTERLERİ



Düzlük;
Max. 1,5 mm



Düzlük;
Max. 1,5 mm



Peçlik;
Ürün pleyte ters
yatırıldığında max 3mm

HAZIRLAYAN: KALİTE GÜVENCE YÖNETİMİ	ONAYLAYAN : ÜRT.SOR.GENEL MÜDÜR YRD.	KALİTE YÖNETİM ONAYI

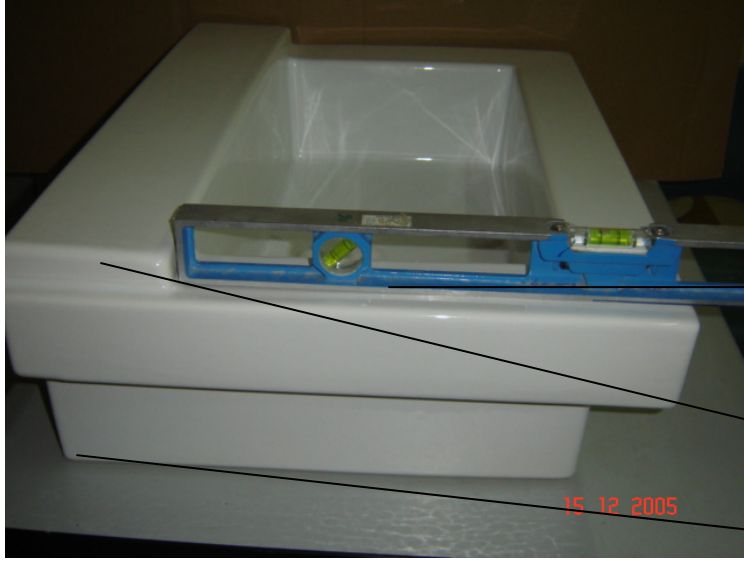


EGEVİTRİFİYE
SAĞLIK GEREÇLERİ SAN.VE TİC.A.Ş.

TARİH: 27.01.2006
Revizyon Tarihi: 15.02.2006

DOKÜMAN NO: KGKK02/01
SAYFA NO: /13

JACUZZI KALİTE KRİTERLERİ



Düzlük;
Max. 1,5 mm

Köşeler keskin
olmalı, 5mm'lik
masterla kontrol
edilmeli, köşe
açması
olmamalıdır.

Taban
deformasyonu;
Max. 3mm



Düzlük;
Max. 1,5 mm

HAZIRLAYAN: KALİTE GÜVENCE YÖNETİMİ	ONAYLAYAN : ÜRT.SOR.GENEL MÜDÜR YRD.	KALİTE YÖNETİM ONAYI



EGEVİTRİFİYE
SAĞLIK GEREÇLERİ SAN.VE TİC.A.Ş.

TARİH: 27.01.2006
Revizyon Tarihi: 15.02.2006

DOKÜMAN NO: KGKK02/01
SAYFA NO: /13

JACUZZI KALİTE KRİTERLERİ



Düzlük;
max 1,5 mm



Düzlük ;
Max 5 mm

Ürünlerde semi-punch delikleri
çizili olmalıdır.

HAZIRLAYAN: KALİTE GÜVENCE YÖNETİMİ	ONAYLAYAN : ÜRT.SOR.GENEL MÜDÜR YRD.	KALİTE YÖNETİM ONAYI



EGEVİTRİFİYE
SAĞLIK GEREÇLERİ SAN.VE TİC.A.Ş.

TARİH: 27.01.2006
Revizyon Tarihi: 15.02.2006

DOKÜMAN NO: KGKK02/01
SAYFA NO: /13

JACUZZI KALİTE KRİTERLERİ



Düzlük;
max 1,5 mm



Düzlük;
max1,5 mm

HAZIRLAYAN: KALİTE GÜVENCE YÖNETİMİ	ONAYLAYAN : ÜRT.SOR.GENEL MÜDÜR YRD.	KALİTE YÖNETİM ONAYI

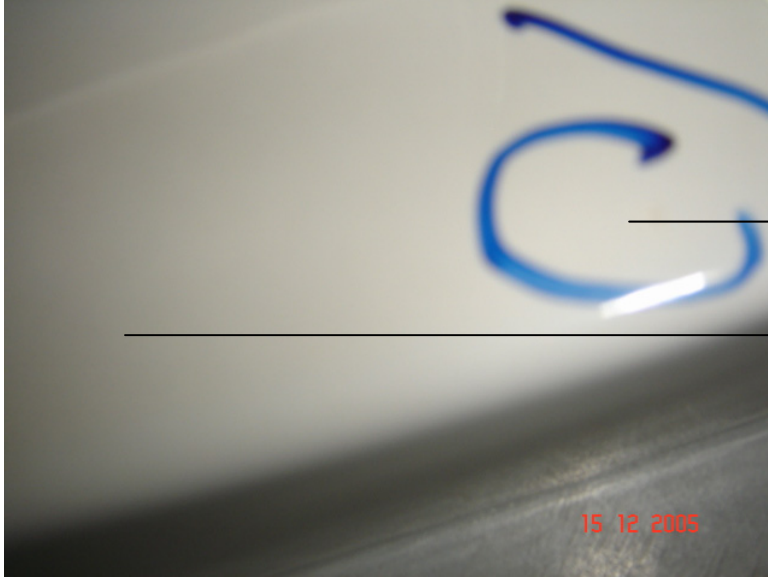


EGEVİTRİFİYE
SAĞLIK GEREÇLERİ SAN.VE TİC.A.Ş.

TARİH: 27.01.2006
Revizyon Tarihi: 15.02.2006

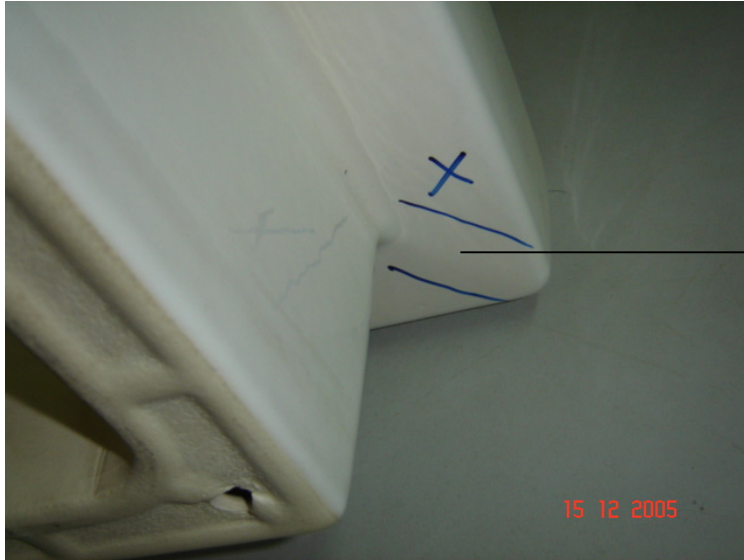
DOKÜMAN NO: KGKK02/01
SAYFA NO: /13

JACUZZI KALİTE KRİTERLERİ



B bölgesindeki ufak kusurlara soğuk tamir yapılmaya izin verilir.

15mm enindeki dolap altında kalan bölgede ince sıra izin verilir.



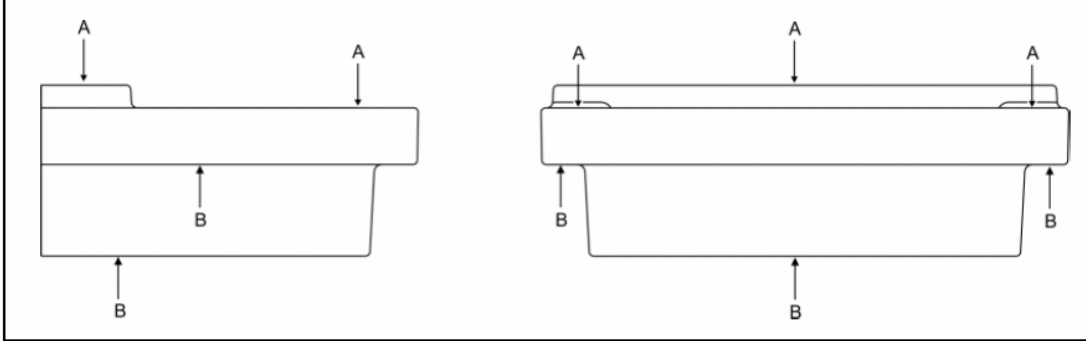
Birleşim izine izin verilmez

HAZIRLAYAN: KALİTE GÜVENCE YÖNETİMİ	ONAYLAYAN : ÜRT.SOR.GENEL MÜDÜR YRD.	KALİTE YÖNETİM ONAYI



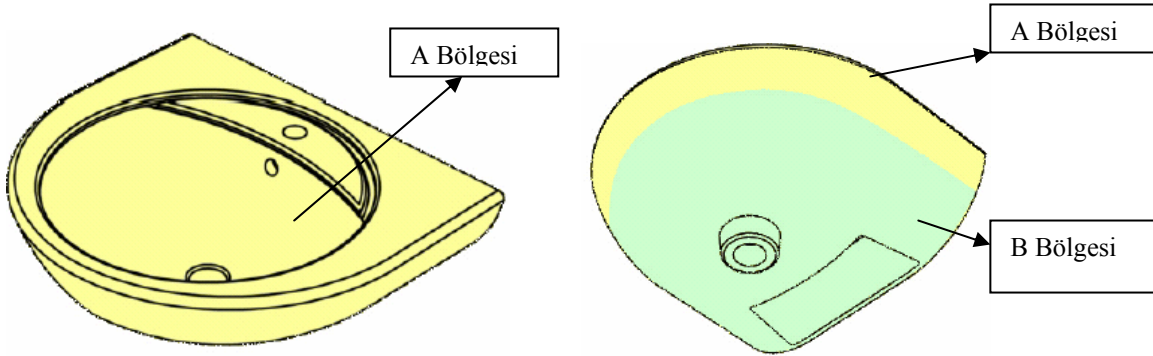
JACUZZI KALİTE KRİTERLERİ

A bölgesindeki yüzeylerin toplam deformasyonu max. 5mm olabilir. B bölgesindeki yüzeylerin toplam deformasyonu max. 3mm olabilir.



CONTRACT 45-56-60 cm Lavabolar

Yüzey Kriterleri



Hata Tanımı	Bölge A	Bölge B	İzin Verilen Max. Büyüklük
Hava	Olmayacak	Olmayacak	0,5 mm
Kil Lekesi	1	1	0,5 mm
Leke	3	4	
Sır Lekesi	2	3	1 mm zıt renk 2 mm yakın renk
Parça	Olmayacak	1	3 mm çapında ve düz
İnce Sır	Hafif	Hafif	
Rötuş	Referansa bakılacak	Referansa bakılacak	
Pinhole	Referansa bakılacak	Referansa bakılacak	
Kaynama	Olmayacak	Olmayacak	
Sır Kopması	1 minör	1	
Bölgede izin verilen toplam kusur sayısı	2 Gruplaşma olmamalı	4 Gruplaşma olmamalı	

HAZIRLAYAN: KALİTE GÜVENCE YÖNETİMİ	ONAYLAYAN : ÜRT.SOR.GENEL MÜDÜR YRD.	KALİTE YÖNETİM ONAYI



JACUZZI KALİTE KRİTERLERİ

- **Bölge A:**

Sır yüzeyinde hava, parça, yapışma olmayacak. Mürekkep lekesi tutmayacak şekilde pinole izin verilir.

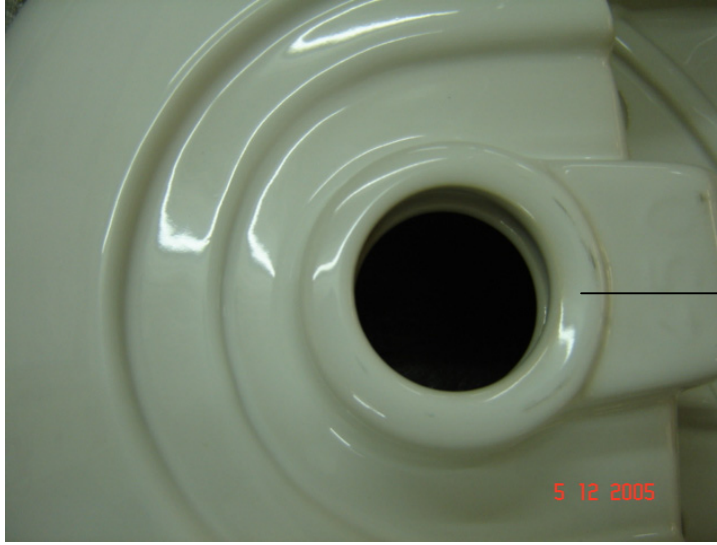
- **Bölge B:**

Büyüklüğü iğne başından (0,5 mm den küçük) küçük olan iki yabancı madde kabul edilir.

- **Bölge C:**

Büyüklüğü iğne başından (0,5 mm den küçük) küçük olan yüzey hataları ve bir soğuk tamire izin verilir.

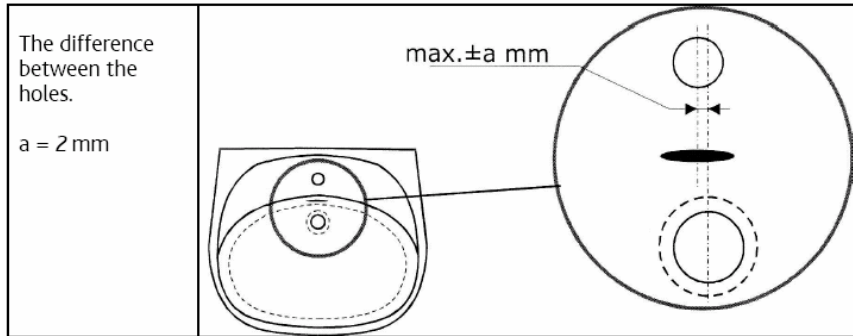
- Büyüklüğü 0,25 mm'den küçük lekeler için izin verilir. Her bir ürün için max. 5 adet (2 grup) olabilecek 0,25 mm çapından daha küçük lekeler gözardı edilebilir. Birbirine 15 cm den daha yakın olan lekeler gruplaşmış leke olarak kabul edilir.



Sifon altı sirsız olmalıdır.

Su Taşma Deliği-Batarya Deliği-Boşaltma Deliği Yerleri

Delik merkezleri arasındaki kaçıklık max. 2mm olmalıdır.

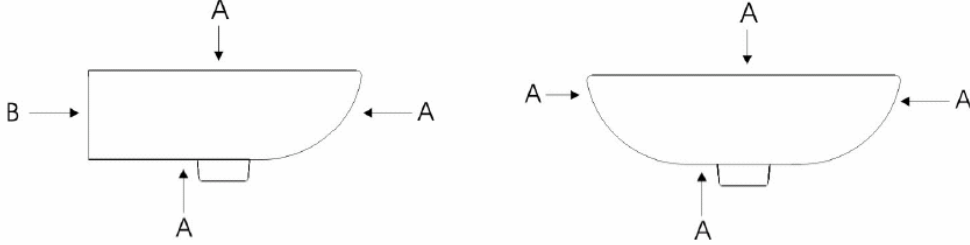


HAZIRLAYAN: KALİTE GÜVENCE YÖNETİMİ	ONAYLAYAN : ÜRT.SOR.GENEL MÜDÜR YRD.	KALİTE YÖNETİM ONAYI



JACUZZI KALİTE KRİTERLERİ

A bölgesindeki yüzeylerin toplam deformasyonu max. 5mm olabilir. B bölgesindeki yüzeylerin toplam deformasyonu max. 3mm olabilir.



Ürün pleyte ters yatırıldığında peçlik;
45'lik lavaboda 4mm'lik şablon girmemeli
56'lik lavaboda 5mm'lik şablon girmemeli
60'lık lavaboda 5mm'lik şablon girmemeli

KLOZETLER



HAZIRLAYAN:
KALİTE GÜVENCE YÖNETİMİ

ONAYLAYAN :
ÜRT.SOR.GENEL MÜDÜR YRD.

KALİTE YÖNETİM ONAYI



EGEVİTRİFİYE
SAĞLIK GEREÇLERİ SAN.VE TİC.A.Ş.

TARİH: 27.01.2006
Revizyon Tarihi: 15.02.2006

DOKÜMAN NO: KGKK02/01
SAYFA NO: /13

JACUZZI KALİTE KRİTERLERİ

Yüzey Kriterleri

Genel Görünüş

Sırlı bölgeler pürüzsüz ve kesintisiz olmalıdır. Ürüne müşteri gözüyle bakıldığında olumsuz etki yapacak kusurlar olmamalıdır.

Hata Tanımı	Bölge A	Bölge B	Bölge C	İzin Verilen Max. Büyüklük
Hava	Olmayacak	Olmayacak	3	
Kil Lekesi	1	1	3	0,5 mm
Leke	3	4	5	
Sır Lekesi	2	3	4	1 mm zıt renk 2 mm yakın renk
Parça	1	1	2	3 mm çapında ve düz
İnce Sır	Hafif	Hafif	Hafif	
Rötuş	Referansa bakılacak	Referansa bakılacak	Referansa bakılacak	
Pinhole	Referansa bakılacak	Referansa bakılacak	Referansa bakılacak	
Kaynama	Olmayacak	Olmayacak	Olmayacak	
Sır Kopması	1 minör	1	1	
Bölgede izin verilen toplam kusur sayısı	2 Gruplaşma olmamalı	4 Gruplaşma olmamalı	4 2 adet gruplaşma izin verilir	

Her bir ürün için max. 5 adet olabilecek 0,25 mm çapından daha küçük lekeler gözardı edilebilir.

Soğuk Tamir:

Klozetlerde B bölgesinde 1 adet soğuk tamire izin verilir. A bölgesi için Kalite Yöneticisine danışın.

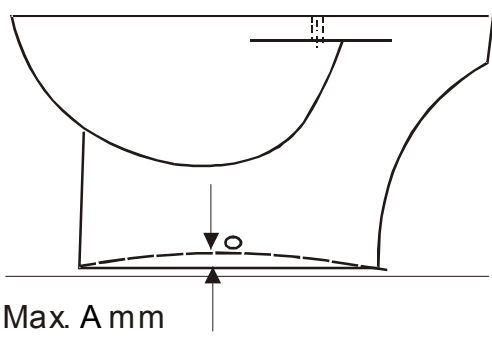
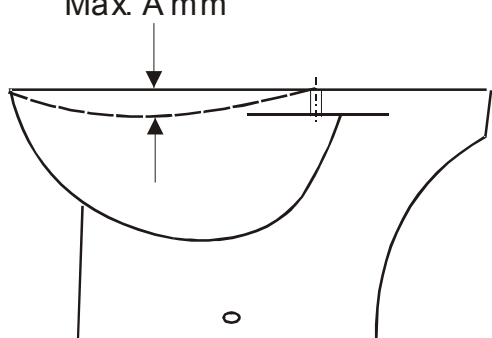
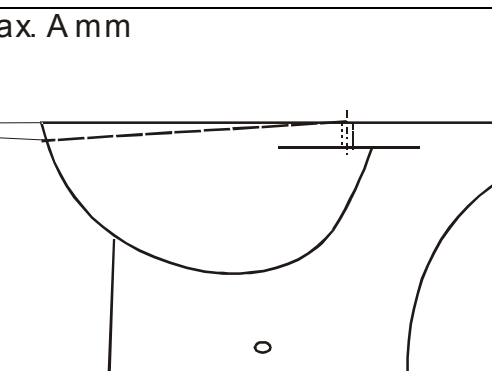
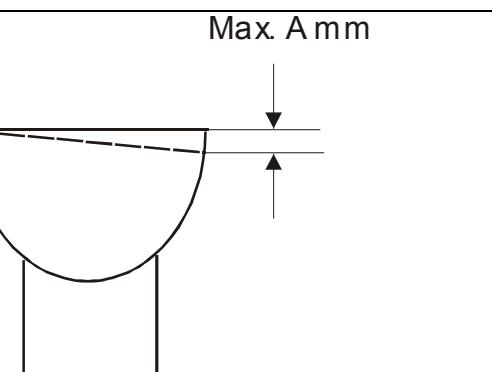
Deformasyon

<p>Klozetin arka yüzeyindeki diklik sınırı; Yukarıdaki açıklık max 3mm Aşağıdaki açıklık max 5mm</p>	<p>BTW pan or bidet</p>
--	-------------------------

HAZIRLAYAN: KALİTE GÜVENCE YÖNETİMİ	ONAYLAYAN : ÜRT.SOR.GENEL MÜDÜR YRD.	KALİTE YÖNETİM ONAYI

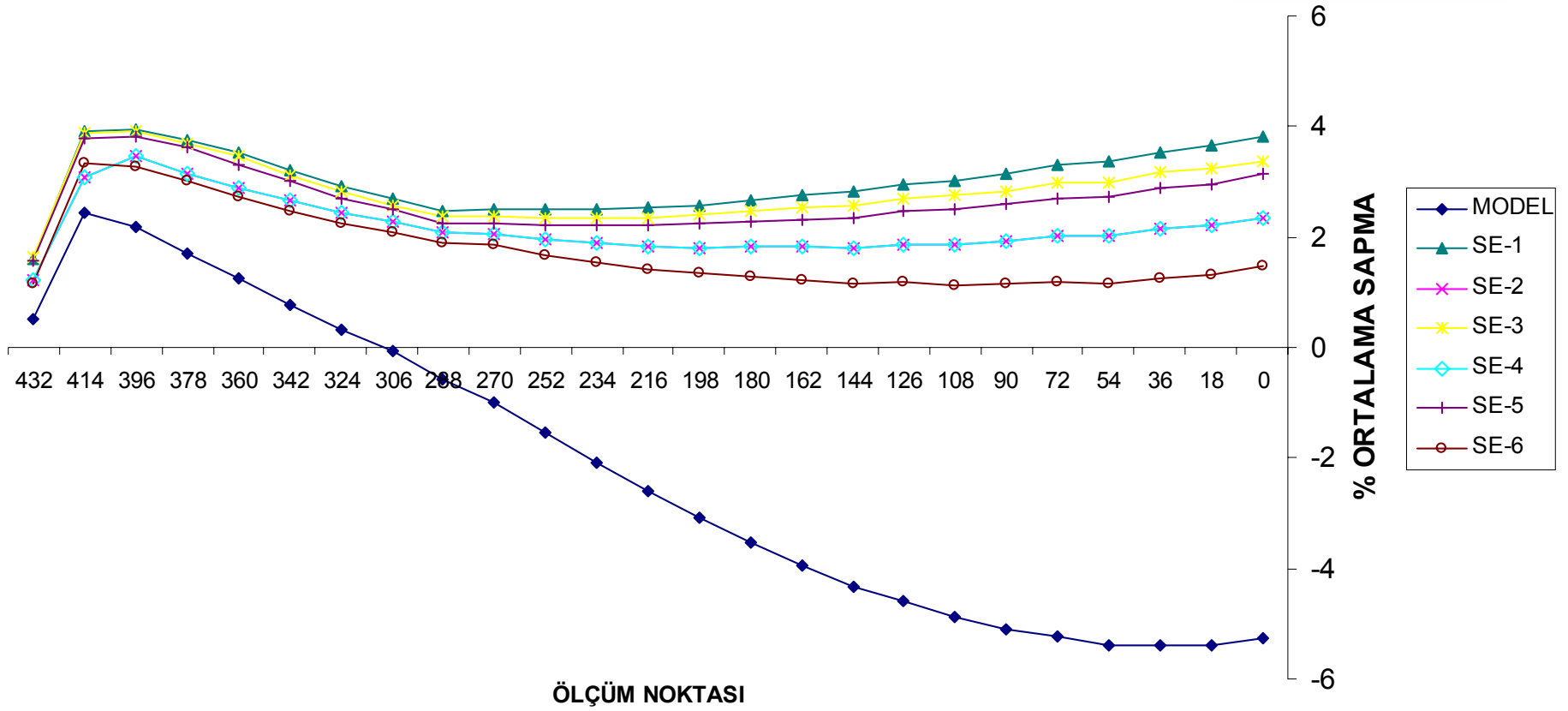
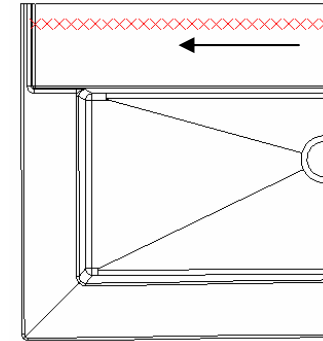


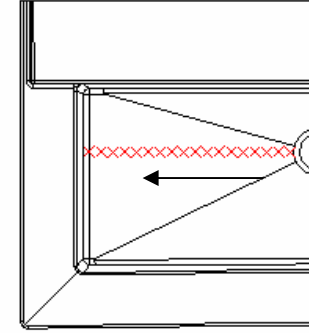
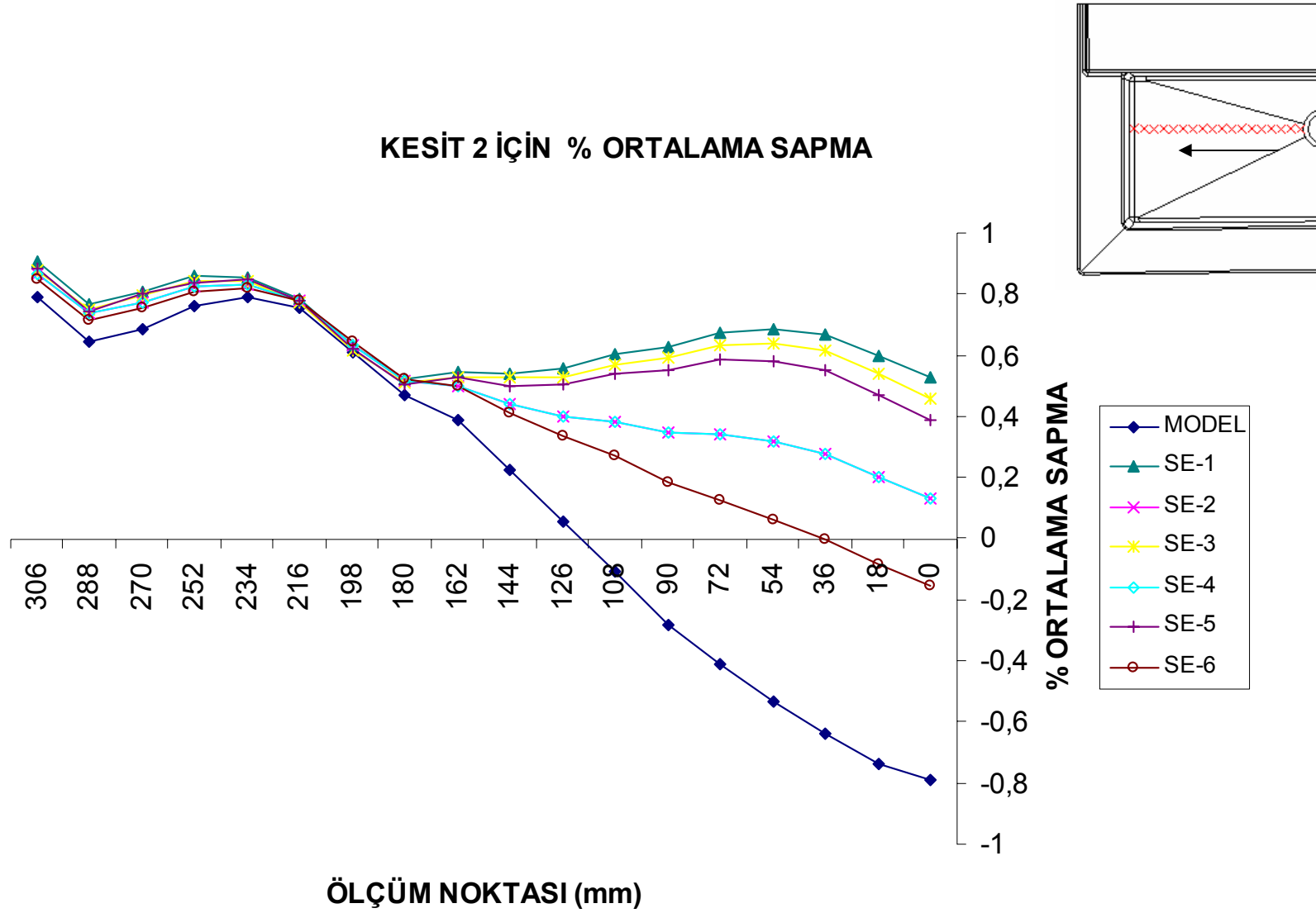
JACUZZI KALİTE KRİTERLERİ

<p>Ayakta deformasyon iç bükeye max. 3mm izin verilir</p> <p>A = 3 mm Max</p>	 <p>Max. A mm</p>
<p>Kapak montaj deliklerinden yatırıldığında peçlik max. 6mm izin verilir.</p> <p>A = 6 mm Max</p>	 <p>Max. A mm</p>
<p>Öne yatıklık max. 6mm izin verilir.</p> <p>A= 6 mm Max</p>	 <p>Max. A mm</p>
<p>Sağ-sol farkı max. 6mm izin verilir.</p> <p>A = 6 mm Max</p>	 <p>Max. A mm</p>

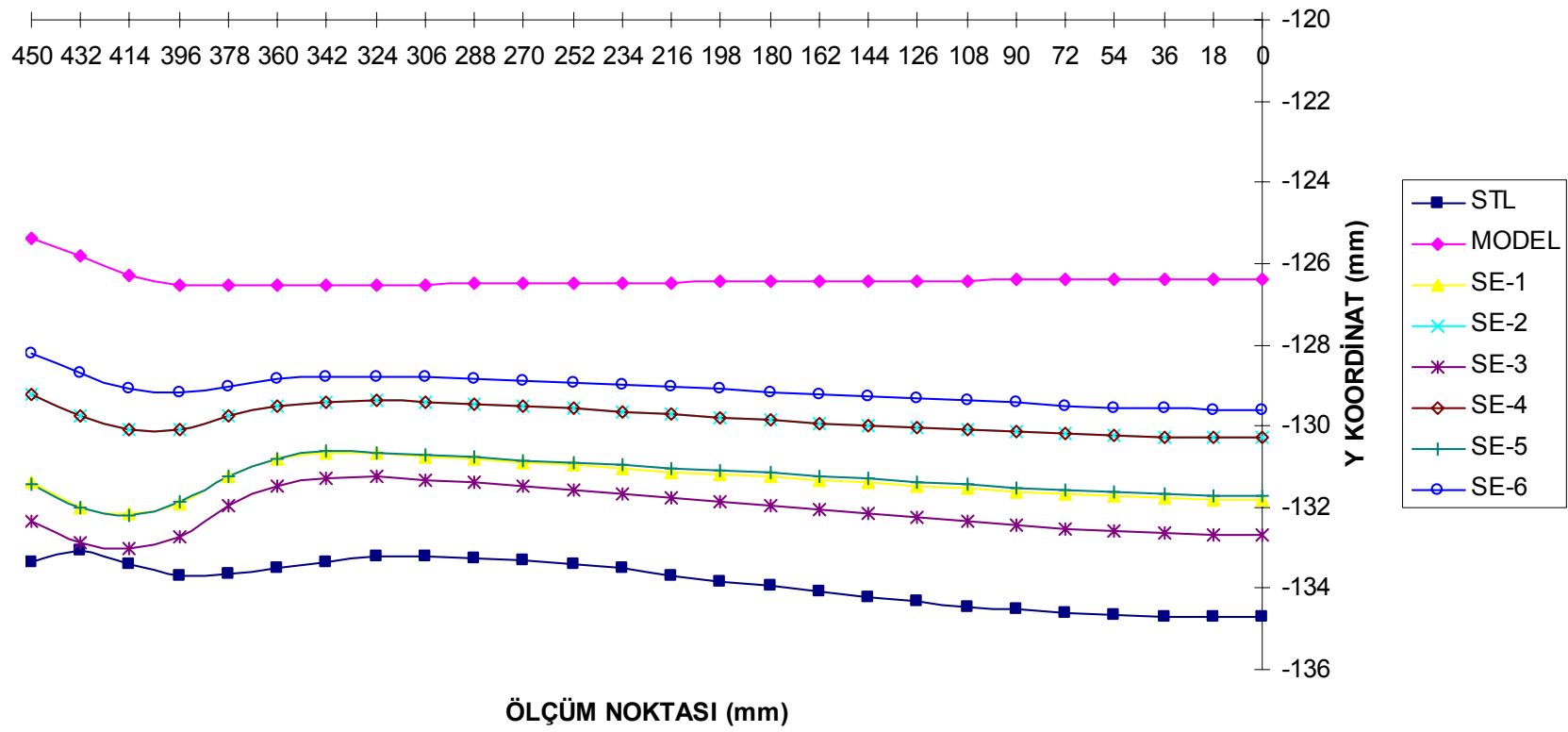
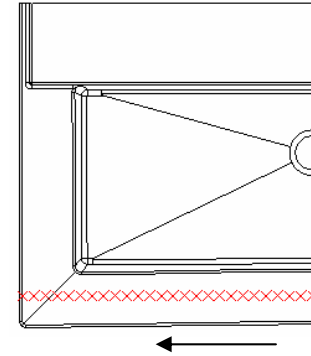
<p>HAZIRLAYAN: KALİTE GÜVENCE YÖNETİMİ</p>	<p>ONAYLAYAN : ÜRT.SOR.GENEL MÜDÜR YRD.</p>	<p>KALİTE YÖNETİM ONAYI</p>

KESİT 1 İÇİN % ORTALAMA SAPMA

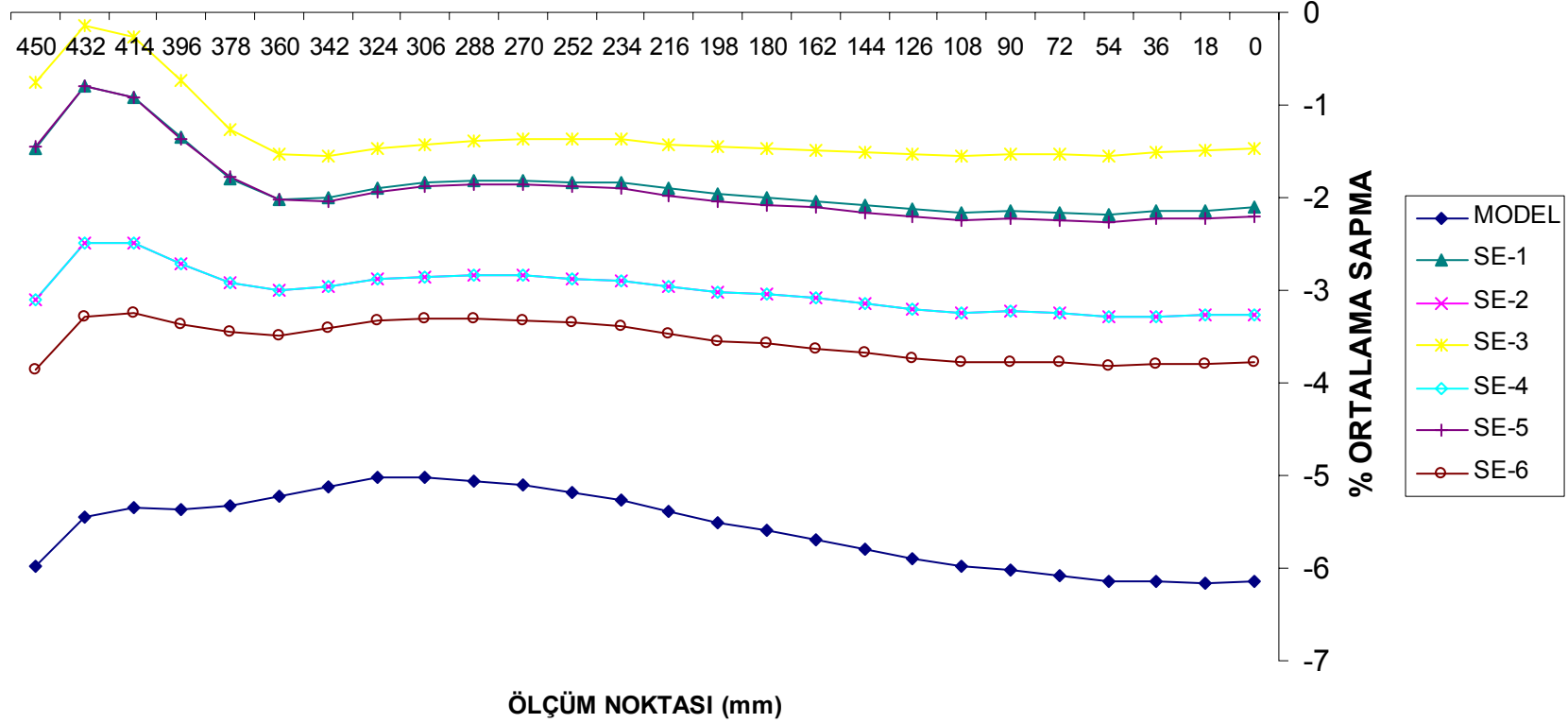
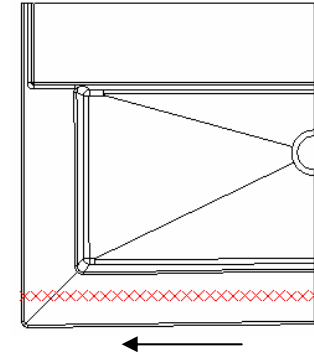




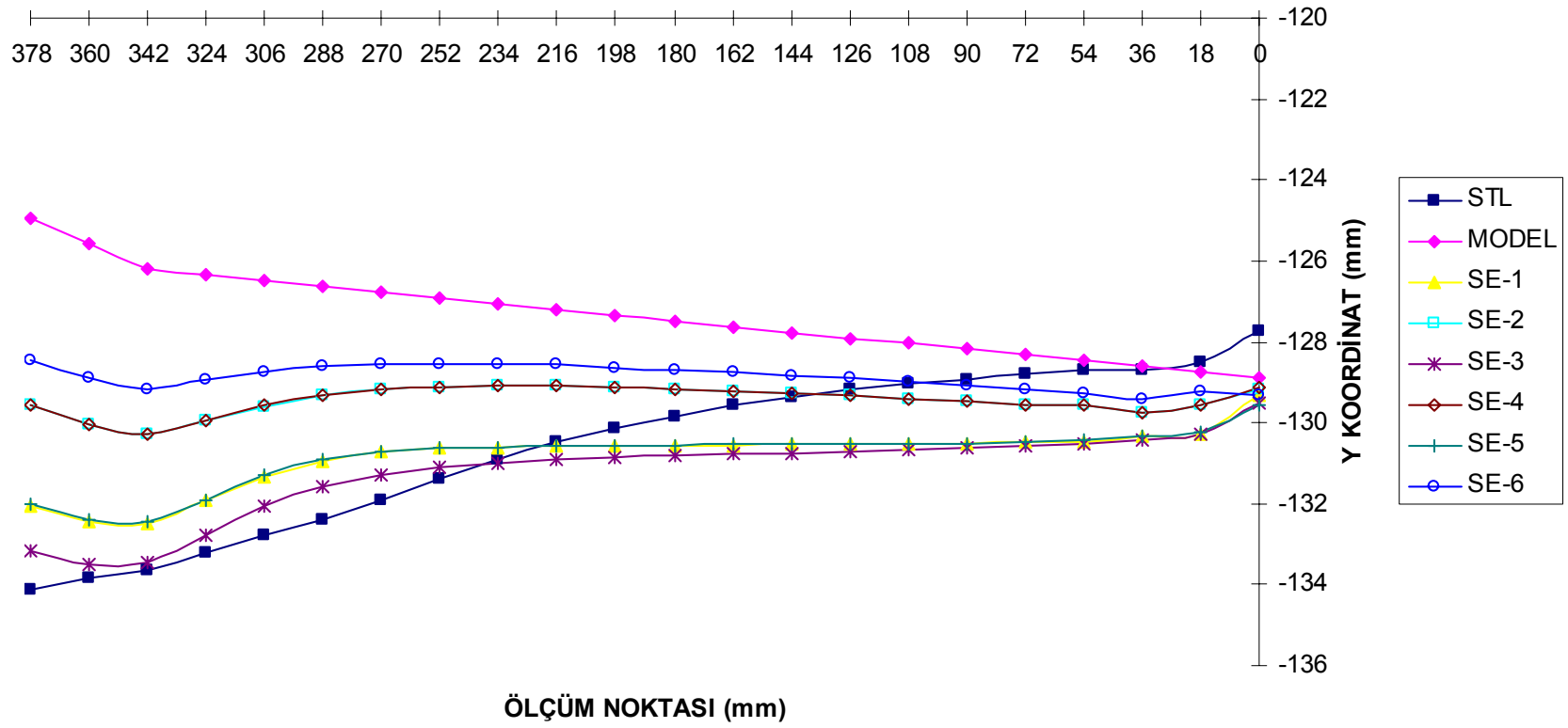
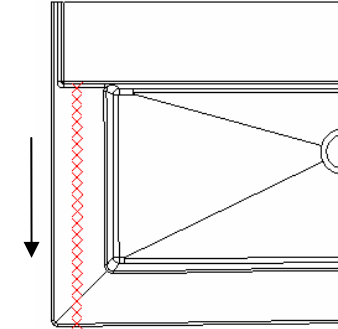
KESİT 3



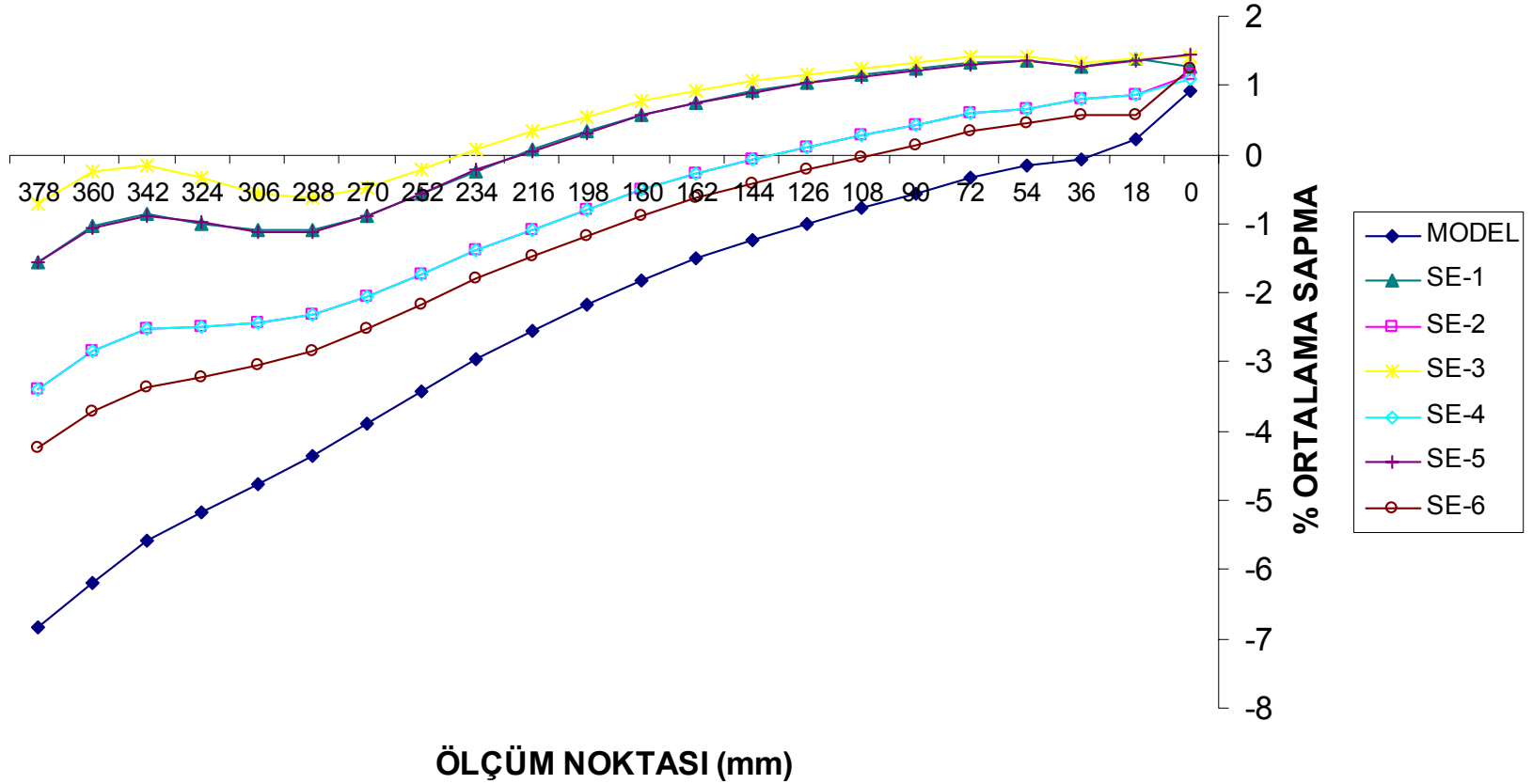
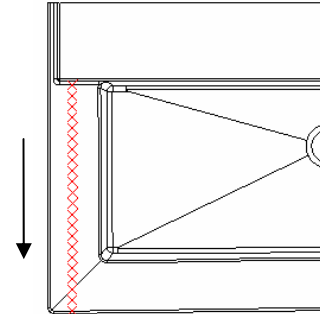
KESİT 3 İÇİN % ORTALAMA SAPMA



KESİT 4



KESİT 4 İÇİN % ORTALAMA SAPMA



ÖZGEÇMİŞ

29 Haziran 1973'de Elazığ'da doğdu. İlköğrenimini İstanbul, orta öğrenimini Erzincan ve lise öğrenimini Kırklareli'nde tamamladı. 1991'de Yıldız Teknik Üniversitesi Makina Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümüne girdi. 1996 yılında aynı bölümden mezun oldu. Halen Ege Vitrikiye Sağlık Gereçleri A.Ş.'de Bilgisayar Destekli İmalat Yöneticisi olarak görev yapmaktadır.