MARMARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK HIZLI-YÜKSEK HASSASİYETLİ CNC İŞLEME G-KODLARININ FORM HATALARININ İYİLEŞTİRİLMESİNE ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI

OĞUZHAN AYDIN
(523221011)

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Makine Mühendisliği Anabilim Dalı

DANIŞMAN
Dr.Öğr.Üyesi Barkın BAKIR

İSTANBUL, 2024

ÖNSÖZ

Tez sürecimde en zor zamanımda yardımcı ve destek olan, her zaman ilgi, sabır ve özenle yaklaşarak yol gösteren değerli danışmanım Sayın Dr. Öğr. Üyesi Barkın BAKIR'a teşekkür ve saygılarımı sunarım.

Her konuda, her kararımda ve her zaman yanımda olan sevgili annem, babam ve kardeşime, enerji kaynağım sevgili eşim Vildan'a, her zaman bana destek ve yardımcı olan Form Makine/Servis ailesine çok teşekkür ederim.

HAZİRAN 2024

OĞUZHAN AYDIN

Makine Mühendisi

İÇİNDEKİLER

ÖNZÖZ I
İÇİNDEKİLER II
ÖZET.....IV
ABSTRACT VI
SEMBOLLER VIII
KISALTMALAR IX
ŞEKİL LİSTESİ.....X
TABLO LİSTESİ.....XV
1. GİRİŞ
1.1. Giriş ve Amaç..... 1
1.2 Literatür araştırması 2
1.3. Serbest Şekilli Yüzeylerin İşlenmesi..... 7
1.3.1.Serbest Şekilli Yüzeylerin İşlenmesinde Temel Kavramlar..... 7
1.4.Talaşlı İmalat.....9
1.5. Alüminyum Alaşımları..... 9
1.5.1 Alüminyum 9
1.5.2 Alüminyum Alaşımları 11
1.6. Kanat Profili (Aitfoil)..... 13
2. MATERYAL VE YÖNTEM
2.1. Komatech Cnc Akıllı Makine Özellikleri..... 15
2.1.1 Cnc Tezgâhı Genel Bilgiler..... 15
2.1.2 Yüksek Hassasiyet Modu (Geometrik Telafi) G61.1 16
2.1.2.1. Geometri Telafi Fonksiyonu: G61.1 16
2.1.2.2. Hassaslık Katsayısının(,K) Teknik Özellikleri 17
2.1.2.3. Pürüzsüz Köşe Kontrolü(R) 18
2.1.3 Yüksek Hızlı İşleme Modu Özelliği G05 19
2.1.3.1.Yüksek Hızlı İşleme Modunda Mevcut Komutlar.....20
2.1.4.Yüksek Hızlı Hassasiyet Kontrolü Fonksiyonu 25
2.1.4.1. Yüksek Hızlı Hassasiyet Kontrol Modunda Mevcut Komutlar .28
2.1.4.2.Yüksek Hızlı Hassasiyet Kontrol Modunda Ek Fonksiyonlar.....29
2.1.4.2.1.Kaplama Fonksiyonu 29
2.1.4.2.2.Pürüzsüz Kaplama Fonksiyonu.....29
2.1.5. Yüksek Hızlı- Yüksek Hassasiyet Kontrol Modu I , II , III 30
2.1.6. Spline Enterpolasyonu; G05.1 Q2/Q0 31

2.1.6.1. Spline Enterpolasyon Eğrisi Şekil Düzeltmesi 31
2.2.Deney Malzemesi 32
2.3.Serbest Şekilli Yüzey ve İşleme Methodu 34
2.3.1. Kanat profili NACA2412 34
2.3.2. İşleme Methodu ve Takım Yolları 36
2.4. Kesme Parametreleri 37
2.5.Kesici Takım ve Özellikleri 40
2.6. CMM Ölçüm 42
2.7. Taguchi Deney Tasarımı 42
2.8. Metot…….43

3. ÖLÇÜM SONUÇLARI VE FORM HATALARI

3.1. 1 Numaralı Blok Ölçüm Sonuçları ve Form Hataları Analizi…….44
3.2. 2 Numaralı Blok Ölçüm Sonuçları ve Form Hataları Analizi…….64
3.3. 3 Numaralı Blok Ölçüm Sonuçları ve Form Hataları Analizi…….84
3.4. Akıllı Tezgah Özellikleri ile İşlenen Parçanın Ölçüm Sonuçları ve Form Hataları Analizi ……..……103
3.5. Akıllı Tezgâh Özellikleri Kullanılarak İşlenen Parça ile Normal İşlenen Parçanın Form Hata Analizi ……123

4. DEĞERLENDİRMELER VE ÖNERİLER……..126

KAYNAKLAR…….127

ÖZGEÇMİŞ…….129

ÖZET

YÜKSEK HIZLI-YÜKSEK HASSASİYETLİ CNC İŞLEME G-KODLARININ FORM HATALARININ İYİLEŞTİRİLMESİNE ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI

Serbest şekilli yüzeyler havacılık, biyomedikal, otomotiv, ulaşım ve elektronik sanayisinde oldukça önemli bir yere sahiptir. Bu yüzeylerin imalatında işleme verimliliğinin yüksek ve form hatalarının az olması işleme parametrelerine (kesme hızı, ilerleme, takım yolu, talaş derinliği, kullanılan takım vs.) bağlıdır. Bu parametrelerin her birinin serbest şekilli yüzeyin imalatına etkisi farklıdır. Bu parametrelerin en uygun olan değerlerinin kullanılması imalat edilen serbest şekilli yüzeyin kalitesini yükseltir.

Kanat profili veya airfoil kanat, pervane, dümen, yelken gibi bir akışkan içinde hareket eden nesnelerin 2 boyutlu kesitidir. Hava, su gibi herhangi bir akışkan içinde hareket eden taşıta en uygun taşıma ve sürükleme oranın vermek için tasarlanmış kıvrımlı, düz ve genellikle damla şeklindeki kesitlerdir. Kanat profili imalatında işleme verimliliğinin yüksek ve form hatalarının az olması gerekmektedir. Bu sayede kanat profiline uygun taşıma ve sürükleme oranı elde edilebilir. Uygun ve verimli işleme kesme hızı, ilerleme, takım yolu, talaş derinliği, kullanılan takım, kullanılan işleme makinesini özellikleri ve hassasiyeti vs. bağlıdır. Bu parametrelerin her birinin kanat profili imalatına etkisi farklıdır. Bu parametrelerin en uygun olan değerlerinin kullanılması imalat edilen kanat profili yüzey kalitesini yükseltir.

Bu çalışmada, NACA2412 kanat profili imalatında kesme parametrelerinin ve işleme tezgahının özelliklerinin kanat profilinin form hatalarına olan etkisi araştırılacaktır. NACA2412 kanat Bilgisayar Destekli İmalat programı ESPRİTCAM sayesinde takım yolları oluşturulacaktır. Kanat profili, kaba ve ince olmak üzere iki aşamada işlenecektir. Kaba işleme sabit şartlarda işlenecektir. İnce işleme için farklı değerde ilerleme hızı, Ae (yanal kayma) (Scallop Yüksekliği), kesme hızı ve işleme stratejisi seçilecektir. Bu değerler kullanılan takımın üreticisi olan firmanın kataloğundan veya akademik literatür taraması sonucunda belirlenecek ve bir deney seti elde edilecektir. Bu deney seti sonucunda form hatasının en fazla olduğu şartlar tespit edilecektir.

Daha sonra form hatasının en fazla olduğu şart kullanılarak tekrardan işleme yapılacaktır. İşleme yapılırken tezgâhta bulunan yüksek hız- yüksek hassasiyet ile işlemeye olanak sağlan kodlar kullanılacaktır. Tüm deneylerde küre takım kullanılacaktır ve her 3 numunenin işlenmesinden sonra takım değiştirilecektir. Böyle yapılarak takımın yıpranmasından dolayı meydana gelen form hataları engellenecektir.

ABSTRACT

INVESTIGATION OF THE EFFECTS OF HIGH-SPEED-HIGH-PRECISION CNC MACHINING G-CODES ON THE IMPROVEMENT OF FORM ERRORS

Freeform surfaces have an important place in aerospace, biomedical, automotive, transportation and electronics industries. In the manufacturing phase of these surfaces, high machining efficiency and low form defects depend on parameters such as cutting speed, feed, tool path, chip depth, tool used etc. The effect of each of these parameters on the manufacture of the free-form surface is different. The use of ideal values for these parameters improves the quality of the freeform surface produced.

An airfoil or airfoil is a 2D cross-section of objects moving in a fluid, such as a wing, propeller, rudder, sail. They are curved, straight and usually drop-shaped sections designed to give the vehicle moving in any fluid, such as air or water, the optimum transport and drag ratio. In wing profile manufacturing, processing efficiency should be high and form errors should be low. In this way, carrying and drag ratio suitable for the wing profile can be obtained. Appropriate and efficient machining cutting speed, feed, tool path, depth of cut, tool used, machining machine features and precision etc. it depends. The effect of each of these parameters on the airfoil manufacturing is different. Using the most suitable values of these parameters increases the surface quality of the manufactured airfoil.

In this study, the effects of cutting parameters and machining machine properties on the form errors of the wing profile will be investigated in the production of NACA2412 airfoil. Tool paths will be created thanks to the NACA2412 blade Computer Aided Manufacturing program ESPRITCAM . The wing profile will be processed in two stages as coarse and fine. Roughing will be machined in stationary conditions. Different value feedrate, Ae (lateral shift) (Scallop Height), cutting speed and machining strategy will be selected for finishing. These values will be determined from the catalog of the company that is the manufacturer of the set used or as a result of the academic literature review and an experimental set will be obtained. As s result of this set of experiments, the condition

with the highest form error will be determined.

Reprocessing will be done using the condition with the highest form error.While processing, the G codes that allow processing with high speed and high accuracy will be used. A spherical tool will be used in all experiments and the tool will be changed after processing every 3 samples. By doing this, form errors due to wear of the tool will be prevented.

SEMBOLLER/SYMBOLS

ae (mm) : Kesme Genişliği

ap(mm) : Kesme Derinliği

h : Scallop Yüksekliği

Fz : Diş Başı İlerleme

Vc : Kesme Hızı

D : Kesici Takım Çapı

KISALTMALAR/ ABBREVIATIONS

CAD : Bilgisayar Destekli Tasarım

CAM : Bilgisayar Destekli Üretim

CNC : Bilgisayarlı Sayısal Kontrol

CMM : Koordinat Ölçüm Tezgahı

Nom.X : Nominal X Değeri

Nom.Y : Nominal Y Değeri

Nom.Z : Nominal Z Değeri

Act.X : Gerçek X Değeri

Act.Y : Gerçek Y Değeri

Act.Z : Gerçek Z Değeri

Dev : Sapma

ŞEKİL LİSTESİ

SAYFA NO

Şekil 1.Serbest Şekilli Yüzeylerin İşlenmesinde Hiyerarşik Yapı [16]. 5
Şekil 2. Serbest Şekilli Yüzey ve İşlenmesi [2].....6
Şekil 3. Serbest Şekilli Yüzeylerin İşlenmesinde Temel Kavramlar [8].....6
Şekil 4. Kesici Takım Temas Noktası [16] 7
Şekil 5.Alüminyum Alaşımlarının Üretim Metotları.....8
Şekil 6.NACA 2412 Kanat Profili [22].....9
Şekil 7.Deneylerde Kullanılan CNC Tezgâhı 11
Şekil 8.Pürüzsüz köşe kontrolü 13
Şekil 9.Yüksek Hızlı İşleme Modu.....15
Şekil 10.Yüksek Hızlı İşleme Modu Seçme ve İptal 17
Şekil 11.Yüksek Hızlı Hassasiyet Kontrolü Fonksiyonu.....21
Şekil 12.Fairing Fonksiyonu-1.....23
Şekil 13.Fairing Fonksiyonu-2.....24
Şekil 14.Spline Enterpolasyon 25
Şekil 15.Spline Enterpolasyon Akor Hatası.....26
Şekil 16. 7075 Serisi Alüminyumların Kullanıldığı Sektörler 27
Şekil 17.Değerleri Değiştirilmiş NACA2412.....29
Şekil 18.CAD Programı Kullanılarak Tasarlana Serbest Şekilli Yüzey 29
Şekil 19.1,2, ve 3 Nolu Blok Kaba İşleme Takım Yolu 30
Şekil 20.1,2, ve 3 Nolu Blok Yarı Finiş İşleme Takım Yolu 30
Şekil 21.1,2, ve 3 Nolu Blok Finiş İşleme Takım Yolları.....31
Şekil 22.Ø 8 mm Düz Ağızlı Parmak Freze Takımı.....33
Şekil 23.Ø10 mm Parmak Freze Takımı.....34
Şekil 24.Ø8 mm Küresel Ağızlı Parmak Freze Takımı 35
Şekil 25.Ø6 mm Küresel Ağızlı Parmak Freze Takımı 35
Şekil 26.Wenzel 3D Gantry Cmm.....36
Şekil 27. Renishaw Revo 5 36
Şekil 28. Deney Akış Şeması 38
Şekil 29.1-1-1 Numaralı Eğrinin Sapma ve Hata Sonuçları.....42
Şekil 30.1-1-2 Numaralı Eğrinin Sapma ve Hata Sonuçları.....42
Şekil 31.1-1-3 Numaralı Eğrinin Sapma ve Hata Sonuçları.....43

Şekil 32.1-1-4 Numaralı Eğrinin Sapma ve Hata Sonuçları....43
Şekil 33.1-1-5 Numaralı Eğrinin Sapma ve Hata Sonuçları....44
Şekil 34.1-1-6 Numaralı Eğrinin Sapma ve Hata Sonuçları....44
Şekil 35.1-1 Numaralı Parçanın Ortalama Sapma Sonuçları 45
Şekil 36.1- 1 Numaralı Parçanın Hata Sonuçları....45
Şekil 37. 1- 1 Numaralı Parçanın Act. Sonuçları ile Tasarlanmış Yüzey 45
Şekil 38. 1- 1 Numaralı Parçanın Act. Ve Nom. Yüzeyler 46
Şekil 39.1-2-1 Numaralı Eğrinin Sapma ve Hata Sonuçları....49
Şekil 40.1-2-2 Numaralı Eğrinin Sapma ve Hata Sonuçları....49
Şekil 41.1- 2-3 Numaralı Eğrinin Sapma ve Hata Sonuçları....50
Şekil 42.1-2-4 Numaralı Eğrinin Sapma ve Hata Sonuçları....50
Şekil 43.1-2-5 Numaralı Eğrinin Sapma ve Hata Sonuçları....51
Şekil 44.1-2-6 Numaralı Eğrinin Sapma ve Hata Sonuçları....51
Şekil 45.1-2 Numaralı Parçanın Ortalama Sapma Sonuçları 52
Şekil 46.1-2 Numaralı Parçanın Hata Sonuçları....52
Şekil 47. 1- 2 Numaralı Parçanın Act. Sonuçları ile Tasarlanmış Yüzey....52
Şekil 48. 1- 2 Numaralı Parçanın Act. Ve Nom. Yüzeyler 53
Şekil 49.1-3-1 Numaralı Eğrinin Sapma ve Hata Sonuçları....56
Şekil 50.1-3-2 Numaralı Eğrinin Sapma ve Hata Sonuçları....56
Şekil 51.1-3-3 Numaralı Eğrinin Sapma ve Hata Sonuçları....57
Şekil 52.1-3-4 Numaralı Eğrinin Sapma ve Hata Sonuçları....57
Şekil 53.1-3-5 Numaralı Eğrinin Sapma ve Hata Sonuçları....58
Şekil 54.1-3-6 Numaralı Eğrinin Sapma ve Hata Sonuçları....58
Şekil 55.1-3 Numaralı Parçanın Ortalama Sapma Sonuçları 59
Şekil 56.1-3 Numaralı Parçanın Hata Sonuçları....59
Şekil 57.1 Numaralı Blok Ortalama Sapma Sonuçları 59
Şekil 58. 1- 3 Numaralı Parçanın Act. Sonuçları ile Tasarlanmış Yüzey....60
Şekil 59. 1- 3 Numaralı Parçanın Act. Ve Nom. Yüzeyler 60
Şekil 60.2-1-1 Numaralı Eğrinin Sapma ve Hata Sonuçları....63
Şekil 61.2-1-2 Numaralı Eğrinin Sapma ve Hata Sonuçları....64
Şekil 62.2-1-3 Numaralı Eğrinin Sapma ve Hata Sonuçları....64
Şekil 63.2-1-4 Numaralı Eğrinin Sapma ve Hata Sonuçları....65
Şekil 64.2-1-5 Numaralı Eğrinin Sapma ve Hata Sonuçları....65

Şekil 65.2-1-6 Numaralı Eğrinin Sapma ve Hata Sonuçları.....66
Şekil 66.2-1 Numaralı Parçanın Ortalama Sapma Sonuçları 66
Şekil 67.2-1 Numaralı Parçanın Hata Sonuçları.....67
Şekil 68. 2- 1 Numaralı Parçanın Act. Sonuçları ile Tasarlanmış Yüzey 67
Şekil 69. 2-1 Numaralı Parçanın Act. Ve Nom. Yüzeyler 67
Şekil 70.2-2-1 Numaralı Eğrinin Sapma ve Hata Sonuçları.....71
Şekil 71.2-2-2 Numaralı Eğrinin Sapma ve Hata Sonuçları.....71
Şekil 72.2-2-3 Numaralı Eğrinin Sapma ve Hata Sonuçları.....72
Şekil 73.2-2-4 Numaralı Eğrinin Sapma ve Hata Sonuçları.....72
Şekil 74.2-2-5 Numaralı Eğrinin Sapma ve Hata Sonuçları.....73
Şekil 75.2-2-6 Numaralı Eğrinin Sapma ve Hata Sonuçları.....74
Şekil 76.2-2 Numaralı Parçanın Ortalama Sapma Sonuçları 74
Şekil 77.2-2 Numaralı Parçanın Hata Sonuçları.....75
Şekil 78. 2- 2 Numaralı Parçanın Act. Sonuçları ile Tasarlanmış Yüzey 75
Şekil 79. 2- 2 Numaralı Parçanın Act. Ve Nom. Yüzeyler 75
Şekil 80.2-3-1 Numaralı Eğrinin Sapma ve Hata Sonuçları.....79
Şekil 81. 2-3-2 Numaralı Eğrinin Sapma ve Hata Sonuçları.....79
Şekil 82.2-3-3 Numaralı Eğrinin Sapma ve Hata Sonuçları.....80
Şekil 83.2-3-4 Numaralı Eğrinin Sapma ve Hata Sonuçları.....80
Şekil 84.2-3-5 Numaralı Eğrinin Sapma ve Hata Sonuçları.....81
Şekil 85.2-3-6 Numaralı Eğrinin Sapma ve Hata Sonuçları.....81
Şekil 86.2-3 Numaralı Parçanın Qrtalama Sapma Sonuçları 82
Şekil 87.2-3 Numaralı Parçanın Hata Sonuçları.....82
Şekil 88.2 Numaralı Blok Ortalama Sapma Sonuçları 82
Şekil 89. 2- 3 Numaralı Parçanın Act. Sonuçları ile Tasarlanmış Yüzey 83
Şekil 90. 2- 3Numaralı Parçanın Act. Ve Nom. Yüzeyler 83
Şekil 91.3-1-1 Numaralı Eğrinin Sapma ve Hata Sonuçları.....86
Şekil 92.3-1-2 Numaralı Eğrinin Sapma ve Hata Sonuçları.....87
Şekil 93.3-1-3 Numaralı Eğrinin Sapma ve Hata Sonuçları.....87
Şekil 94.3-1-4 Numaralı Eğrinin Sapma ve Hata Sonuçları.....88
Şekil 95.3-1-5 Numaralı Eğrinin Sapma ve Hata Sonuçları.....88
Şekil 96.3-1-6 Numaralı Eğrinin Sapma ve Hata Sonuçları.....89
Şekil 97.3-1 Numaralı Parçanın Ortalama Sapma Sonuçları 89

Şekil 98.3-1 Numaralı Parçanın Hata Sonuçları.....90
Şekil 99. 3- 1 Numaralı Parçanın Act. Sonuçları ile Tasarlanmış Yüzey 90
Şekil 100. 3- 1Numaralı Parçanın Act. Ve Nom. Yüzeyler 90
Şekil 101.3-2-1 Numaralı Eğrinin Sapma ve Hata Sonuçları.....93
Şekil 102.3-2-2 Numaralı Eğrinin Sapma ve Hata Sonuçları.....94
Şekil 103. 3-2-3 Numaralı Eğrinin Sapma ve Hata Sonuçları.....94
Şekil 104.3-2-4 Numaralı Eğrinin Sapma ve Hata Sonuçları.....95
Şekil 105.3-2-5 Numaralı Eğrinin Sapma ve Hata Sonuçları.....95
Şekil 106.3-2-6 Numaralı Eğrinin Sapma ve Hata Sonuçları.....96
Şekil 107.3-2 Numaralı Parçanın Ortalama Sapma Sonuçları 96
Şekil 108.3-2 Numaralı Parçanın Hata Sonuçları.....97
Şekil 109. 3- 2 Numaralı Parçanın Act. Sonuçları ile Tasarlanmış Yüzey 97
Şekil 110. 3- 2Numaralı Parçanın Act. Ve Nom. Yüzeyler 97
Şekil 111.3-3-1 Numaralı Eğrinin Sapma ve Hata Sonuçları.....101
Şekil 112.3-3-2 Numaralı Eğrinin Sapma ve Hata Sonuçları.....101
Şekil 113.3-3-3 Numaralı Eğrinin Sapma ve Hata Sonuçları.....102
Şekil 114.3-3-4 Numaralı Eğrinin Sapma ve Hata Sonuçları.....102
Şekil 115.3-3-5 Numaralı Eğrinin Sapma ve Hata Sonuçları.....103
Şekil 116.3-3-6 Numaralı Eğrinin Sapma ve Hata Sonuçları.....103
Şekil 117.3-3 Numaralı Parçanın Ortalama Sapma Sonuçları 104
Şekil 118.3-3 Numaralı Parçanın Hata Sonuçları.....104
Şekil 119.3 Numaralı Blok Ortalama Sapma Sonuçları.....104
Şekil 120. 3- 3 Numaralı Parçanın Act. Sonuçları ile Tasarlanmış Yüzey 105
Şekil 121. 3- 3 Numaralı Parçanın Act. Ve Nom. Yüzeyler 105
Şekil 122.4-1-1 Numaralı Eğrinin Sapma ve Hata Sonuçları.....109
Şekil 123.4-1-2 Numaralı Eğrinin Sapma ve Hata Sonuçları.....109
Şekil 124.4-1-3 Numaralı Eğrinin Sapma ve Hata Sonuçları.....110
Şekil 125.4-1-4 Numaralı Eğrinin Sapma ve Hata Sonuçları.....110
Şekil 126.4-1-5 Numaralı Eğrinin Sapma ve Hata Sonuçları 111
Şekil 127.4-1-6 Numaralı Eğrinin Sapma ve Hata Sonuçları.....111
Şekil 128.4-1 Numaralı Parçanın Ortalama Sapma Sonuçları 112
Şekil 129.4-1 Numaralı Parçanın Hata Sonuçları.....112
Şekil 130. 4- 1 Numaralı Parçanın Act. Sonuçları ile Tasarlanmış Yüzey 113

Şekil 131. 4- 1 Numaralı Parçanın Act. Ve Nom. Yüzeyler 113
Şekil 132.4-2-1 Numaralı Eğrinin Sapma ve Hata Sonuçları.....116
Şekil 133.4-2-2 Numaralı Eğrinin Sapma ve Hata Sonuçları.....117
Şekil 134.4-2-3 Numaralı Eğrinin Sapma ve Hata Sonuçları.....117
Şekil 135.4-2-4 Numaralı Eğrinin Sapma ve Hata Sonuçları.....118
Şekil 136.4-2-5 Numaralı Eğrinin Sapma ve Hata Sonuçları.....118
Şekil 137.4-2-6 Numaralı Eğrinin Sapma ve Hata Sonuçları.....119
Şekil 138.4-2 Numaralı Parçanın Ortalama Sapma Sonuçları 119
Şekil 139.4-2 Numaralı Parçanın Hata Sonuçları.....119
Şekil 140. 4- 2 Numaralı Parçanın Act. Sonuçları ile Tasarlanmış Yüzey 120
Şekil 141. 4- 2 Numaralı Parçanın Act. Ve Nom. Yüzeyler 120
Şekil 142.4-3-1 Numaralı Eğrinin Sapma ve Hata Sonuçları.....123
Şekil 143.4-3-2 Numaralı Eğrinin Sapma ve Hata Sonuçları.....124
Şekil 144.4-3-3 Numaralı Eğrinin Sapma ve Hata Sonuçları.....124
Şekil 145.4-3-4 Numaralı Eğrinin Sapma ve Hata Sonuçları.....125
Şekil 146.4-3-5 Numaralı Eğrinin Sapma ve Hata Sonuçları.....125
Şekil 147. 4-3-6 Numaralı Eğrinin Sapma ve Hata Sonuçları.....126
Şekil 148.4-3 Numaralı Parçanın Ortalama Sapma Sonuçları 126
Şekil 149.4-3 Numaralı Parçanın Hata Sonuçları.....127
Şekil 150. 4- 3 Numaralı Parçanın Act. Sonuçları ile Tasarlanmış Yüzey 127
Şekil 151. 4- 3 Numaralı Parçanın Act. Ve Nom. Yüzeyler 128
Şekil 152.Form Hata Anlizi-1 128
Şekil 153.Form Hata Anlizi-2 129
Şekil 154.Form Hata Anlizi-3 129
Şekil 155. 1. Parça İyileşme Yüzdesi.....130
Şekil 156. 2. Parça İyileşme Yüzdesi.....130
Şekil 157. 3. Parça İyileşme Yüzdesi.....131

TABLO LİSTESİ/LIST OF TABLES

SAYFA NO

Tablo 1.KT-420L Tabla ve Eksen Özellikleri 10
Tablo 2.KT-420L İş Mili Özellikleri.....11
Tablo 3.Yüksek Hızlı İşleme Modunun Seçilebilir Olduğu Modlar 20
Tablo 4.7075 Alüminyumun Alaşımının Kimyasal Bileşimi (% Ağırlık).....27
Tablo 5.NACA2412 Noktasal Değerleri 29
Tablo 6.İnce İşleme Kesme Parametreleri 32
Tablo 7.Taguchi L9 Ortogonal Deney Tasarımı.....37
Tablo 8.1-1 Numaralı Parçanın 6 Adet Eğrinin Ölçüm Sonuçları 41
Tablo 9.1-2 Numaralı Parçanın 6 Adet Eğrinin Ölçüm Sonuçları 48
Tablo 10.1-3 Numaralı Parçanın 6 Adet Eğrinin Ölçüm Sonuçları 55
Tablo 11.2-1 Numaralı Parçanın 6 Adet Eğrinin Ölçüm Sonuçları 63
Tablo 12.2-2 Numaralı Parçanın 6 Adet Eğrinin Ölçüm Sonuçları 70
Tablo 13.2-3 Numaralı Parçanın 6 Adet Eğrinin Ölçüm Sonuçları 78
Tablo 14.3-1 numaralı parçanın 6 adet eğrinin ölçüm sonuçları.....86
Tablo 15.3-2 numaralı parçanın 6 adet eğrinin ölçüm sonuçları.....93
Tablo 16.3-3 numaralı parçanın 6 adet eğrinin ölçüm sonuçları.....100
Tablo 17.4-1 numaralı parçanın 6 adet eğrinin ölçüm sonuçları.....108
Tablo 18.4-2 numaralı parçanın 6 adet eğrinin ölçüm sonuçları.....116
Tablo 19.4-3 numaralı parçanın 6 adet eğrinin ölçüm sonuçları.....123

BÖLÜM 1

1.1. GİRİŞ VE AMAÇ

Serbest şekilli yüzeyler tasarımında parametrik eğriler kullanılır ve karmaşık bir geometrik yapıdan meydana gelirler. Serbest şekilli yüzeyler, yüksek aerodinamik özelliğe sahiptir. Bu özelliklerinden dolayı havacılık, otomotiv, enerji ve ulaşım sanayilerinde kullanımları çok yoğundur. Bu yüzeylerin imalatında işleme verimliliğinin yüksek ve form hatalarının az olması gerekmektedir. Bu yüzeylerin üretiminde CNC tezgâhları kullanılmaktadır. Bu tezgâhlar lineer ve dairesel enterpolasyon hareketi sağlamaktadır. Serbest şekilli yüzeylerin CNC tezgâhlarında işlenebilmesi için CAM sistemleri kullanılmalıdır. CAM sistemleri sayesinde yüzeylerin işlenmesi için gerekli kontür geometri oluşturulur. Bu kontür geometri belli bir tolerans kullanılarak oluşturulur. Bu toleransın değeri parça hassasiyetine etki vardır. Parça hassasiyeti artırıldıkça bazı sorunlar meydana gelmektedir.

Toleransların artırılması durumunda karşılaşılan sorunlar;

• Kontürde kullanılan çizgi ve dairelerin değerlerinin kısalmasından dolayı kullanılan CNC kullanılan G kodlarının artmasına neden olur

• G kodlarının artmasından dolayı CNC tezgahının hareketinde düzensizlikler meydana gelir ve bu durumdan dolayı parça kalitesi düşmektedir.

Bu durumlardan dolayı bu yüzeylerin CNC tezgâhlarında işlenmesinde zorlukları gösterir.

Serbest şekilli yüzeye sahip parçaların kalitesi ve işleme süresi üretim sektöründe önemli bir yere sahiptir. Serbest şekilli yüzeylere sahip parçaların belirli toleranslar içerisinde üretimi süre ve maliyet açısından çözülmesi gereken sorunlardır. Uygun optimizasyonlar ile yüksek kalite ve uygun maliyet ile bu parçaların üretimi mümkündür.

CAD-CAM programlarının yardımıyla tasarlanan ürünlerin imal edilmesi mümkün olmasına karşın kullanılan kesici takımlar, tezgâh ve tezgâhta kullanılan yardımcı parçalar ve işleme stratejilerinden kaynaklanan hatalar meydana gelmektedir. Bu çalışmada, özellikle havacılık sektöründe kullanılan serbest şekilli yüzeylere sahip Al7075 malzemesinin 3 eksen komatech CNC tezgahında küresel uçlu parmak freze

takımı ile farklı takım yolları, kesme hızı ve ilerleme hızıyla işlenmesi çalışılmıştır. Farklı takım yollarının, kesme hızlarının ve ilerleme hızlarının şekil hatasına etkisi araştırılmış ve optimizasyon yapılmıştır. Ayrıca, 3 eksenli KOMATECH CNC tezgahının akıllı tezgâh özelliklerinin ve özel G kodlarının boyutsal form hataları üzerindeki etkisinin öğrenilmesi hedeflenmiştir.

1.2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Choi,Y-K. ve Banerjee, A. Yaptıkları çalışmada serbest şekilli yüzeylerin işlenmesi için ürün hassasiyeti tabanlı kesici takım yolu algoritması tasarlandı. Tasarlanan algoritma iki kısımdan oluşmaktadır; 1- "ilerleme adım fonksiyonu" ,2-"yanal artış fonksiyonu". İşlenen serbest şekilli yüzey 3D lazer cihazı ile taranmıştır. Yüzey nokta bulut metottu kullanılarak tarama sonucu bulanan yüzey ile işlenmiş yüzeyin kıyaslanması yapılmıştır. Kıyaslama sonucunda algoritma tarafından belirlenen tolerans ve pürüz yüksekliği değerleri ile işlenen yüzeyin tolerans ve pürüz yüksekliği değerleri arasında uyum olduğu tespit edilmiştir. Kullanılan algoritma yüzey işleme için oluşturduğu işleme kodları yardımıyla CL noktaları ile takım yolu boyutu azalmıştır. [1]

Agrawal, R.K., vd. yaptıkları çalışmada, Küresel uçlu parmak freze kullanılarak serbest şekilli yüzey işlemesinde genetik algoritma ve ana takım yolu eş pürüzlü işleme stratejisi kullanılmıştır. Pürüz yüksekliği kullanılarak takım yolu oluşturma tekniğidir. Yüzeyin her noktasında aynı olma esasına dayanır. Yapılan deneylerin sonucunda işlenen yüzeyin değerleri neticesinde; kullanılan eş pürüz stratejisi diğer metotlarla göre işleme zamanında ve yüzey pürüzlülük değerinde iyileşmeler olduğu tespit edilmiştir. [2]

Farouki vd. 5 eksenli CNC tezgâhlarda serbest şekilli yüzeylerin işlenmesini araştırdılar. Yapılan çalışmada kullanılan takım yolu stratejisi, kesici takım oryantasyonu ve kesici takım geometrisine odaklanılmıştır. Çalışma sonucunda kesici takım stratejisi işleme zamanına öneli ölçüde etki yaptığı, yüzey pürüzlülük kalite değeri takım oryantasyonu ile iyileştiği ve kesici takım geometri yapısının form hata oranı olumlu etkisi olduğu tespit etmişlerdir.[3]

Erdim, H., Lazoğlu, İ. Ve Kaymakçı, M. yaptıkları çalışmada, serbest şekilli yüzeylerin işlenmesi esnasında oluşan kesme kuvveti ile işleme sonucu oluşan form hataları için matematiksel model geliştirilmişti. Deneyde küresel uçlu kesici takım kullanılmıştır. İşleme sırasında kesme kuvveti ölçümleri yapılmıştır ve işleme sonucu

oluşan yüzeyler CMM ölçüm cihazıyla ölçümleri yapılmıştır. İşlenen yüzey ile tasarlana yüzey kıyaslanarak oluşan form hataları tespit edilmiştir. Yapılan deneysel çalışmalarla geliştirilen modelin doğruluğu kanıtlanmış ve klasik yöntemlerden daha etkili olduğu tespit edilmiştir. [4]

Kurt vd. AL 7075 malzemesini işleyerek 3 eksenli CNC tezgahında serbest şekilli yüzeylerin işlenmesinde takım yollarının form hataları ve yüzey pürüzlülüğü üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Çalışmalarında gri ilişkisel analiz yöntemini kullanarak zig-zag, spiral ve süpürme takım yolları ile yüzeyleri üretmişlerdir. Yapılan çalışmada zig-zag takım yolu ile işlenen serbest şekilli yüzeyde oluşan form hatalarını yüksek olduğu, kesme kuvveti ile form hataları arasında ilişki olduğu ve kesici takım çapı ile yüzey pürüzlülüğü arasında bağlantı olduğu tespit etmişlerdir.[5]

Mustafa B. Vd. yaptıkları çalışmada, savunma sanayisinde önemli bir yere sahip olan Al 7075-T6 malzemesinin frezeleme işleminde kullanılan işleme parametreleri (kesme hızı, ilerleme hızı, talaş derinliği), takım tutucu modelleri (pens, shrink ve hidrolik), yüzey pürüzlüğü ve form hatalarına olan etkileri incelenmiştir. Taguchi L_{27} deney seti uygulanmıştır. ANOVA yapılarak deneysel sonuçlar varyans analizi uygulanarak yüzey kalitesine ve işleme hassasiyetine etkileri gösteren analiz tabloları hazırlanmıştır. Yapılan çalışma sonucunda kesme parametrelerine bağlı olacak takım tutucu modellerinin yüzey pürüzlüğü ve işleme hassasiyetine olan etkileri belirlenmiştir.[6]

Abbas, serbest şekilli yüzeylerin işlenmesinde kullanılan takım yolu için algoritma tasarlamıştır. Bezier eğrileri kullanarak oluşturduğu kontrol noktalarına göre yüzey oluşturmuştur. Belirtilen tolerans içinde olacak şekilde kesici takım temas noktaları arasındaki maksimum mesafeyi ayarlayan ileri adım fonksiyonu ayarlanmıştır. Ek olarak istenilen pürüzlülük yüksekliği için kesici takımın yana kayma değeri de fonksiyonel olarak tanımlanmıştır. [7]

Öztürk, B., vd. yaptıkları çalışmada, 3D boyutlu serbest şekilli yüzeylerin işlenmesinde uygun kesme kuvvetini bulmak için gerekli olan kalibrasyon katsayısı için yeni düzeltme algoritması üzerinde çalışılmıştır. Kesme kuvvetine anlık eğim açısının etkisinin kritik olduğu bildirilmiştir. Bu çalışma sayesinde takım yolu doğrultusunda kullanılan kesici takımın konumlama noktasında eğim açısını kullanarak yeni

oluşturulmuş kalibrasyon algoritması ile kesme kuvveti tahmini geliştirildi. Deneysel çalışmaların sonuçları ile algoritman simülasyon sonuçları kıyaslanmış ve uyumlu oldukları görülmüştür. [8]

Quinsat, Y., vd. yaptıkları çalışmada, hem yüzey koşullarının hem de işleme parametrelerinin etkileriyle ilgili formüle edilmiş 3B yüzey pürüzlülüğü parametreleri sağlanmaya çalışılmıştır. Bu yüzey pürüzlülük parametreleri, küresel bir uç takım kullanılarak 3 eksenli işlemeden elde edilen 3D yüzey pürüzlülük parametresi, hem işleme stratejisine hem de yüzey tanımına göre ayrı ayrı belirlenmiştir. Geliştirilen model ilk olarak düzlem yüzey işleme için kullanılmış ve simülasyon sonuçlarının deneysel sonuçlarla uyumlu olduğu gözlemlenmiştir. Model daha sonra serbest biçimli yüzeyler için geliştirilmiş ve ideal kesici takım geometrisine dayanan bu modelin sınırlamaları endüstriyel bir uygulama ile test edilmiştir. [9]

Desai, K.K. vd. yaptıkları çalışmada, serbest şekilli yüzeylerin işlenmesinde kullanılan kesici takım ve işleme yönünün kesme kuvveti ve yüzey hatasına olan etkileri araştırılmıştır. Diş başına ilerleme, değme açısı ve talaş miktarı geometrik değişkenler olarak seçilmiştir. Bu değişkenler faklı kesici takım ve işleme yönüne bağlı olarak değişecektir. Bu değişim, yüzey hatası ve kesme kuvvetinde değişimle sonuçlanacaktır. [10]

Omirou ve ark. Kesit dizaynını kullanarak serbest şekilli yüzeylerin işlenmesi tasarlamıştır. Serbest şekilli yüzeylerin CNC tezgâhlarında işlenmesi esnasında eksenlerin ve iş milinin elektrik motorunun hızlanması ve yavaşlamasının işleme zamanını ve işleme hassasiyetine olumsuz etki ettiği tespit edilmiştir. [11]

Ülker, üç boyutlu uzayda veya iki boyutlu düzlemde düzensiz olarak konumlandırılmış geniş bir nokta kümesi verilen noktalara parametrik eğrileri ve yüzeyleri uydurmak amacıyla optimizasyon algoritmaları tavsiye etmiştir. Yapılan çalışmada, taranan nokta kümeleri ile uydurulan eğri arasında uydurma hatasını optimize etmek için algoritmalar tasarlanmıştır. [12]

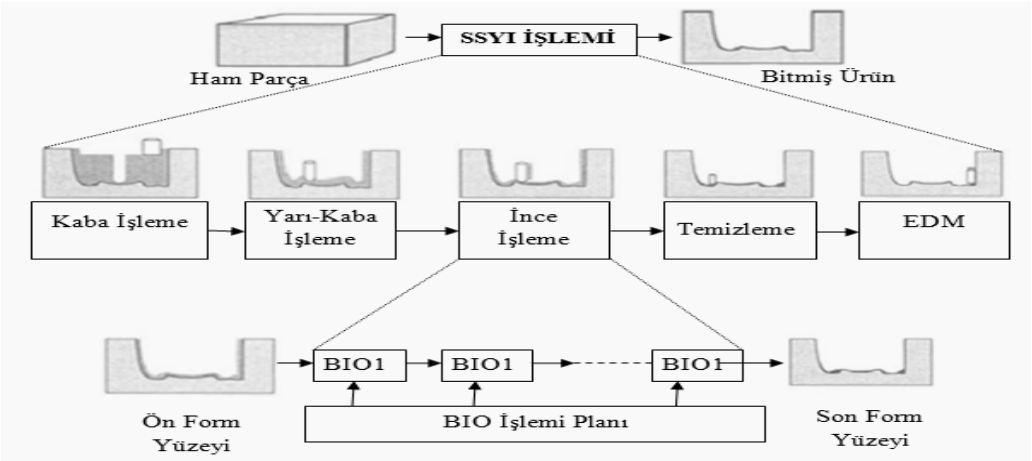
Can ve Ünüvar, 5 eksenli CNC tezgâhında 2 boyutlu resim kullanılarak tasarlanan 3B eğriler işlenmesi için yeni takım yolu tasarlanmıştır. Tasarlanan yüzey ile üretilen yüzeyin arasındaki form hatası 0,00025’den az olduğu tespit edildi. Yapılan çalışmanın

sonucunda 5 eksenli CNC tez 2B resimlerin işlenmesinde faydalı olacağı tespit edilmiştir.[13]

Zhang ve vd.,CAD programı kullanarak tasarlanan serbest şekilli yüzeyin işlenmesinde NC takım yolu tasarlamışlardır. Tasarlanan yüzeyin işlenmesini kaba, yarı ve finiş işlemesini her aşamada uygulanacak yöntem geliştirmişlerdir. Kaba işlemede düz ağızlı parmak freze kullanılmıştır. Yarı finiş ve finiş işlemelerinde küresel ağızlı parmak freze kullanılmıştır. Özellikle yarı finiş işlemede kullanılan küresel ağızlı parmak frezenin yarıçapının konkav yüzeyin eğrilik yarıçapında daha büyük kullanılmasından dolayı iş parçasına dalmalar meydana gelebilir, bu sebepten işleme verimliliğini düşüreceğinden bahsetmişlerdir.[14]

1.3. SERBEST ŞEKİLLİ YÜZEYLERİN İŞLENMESİ

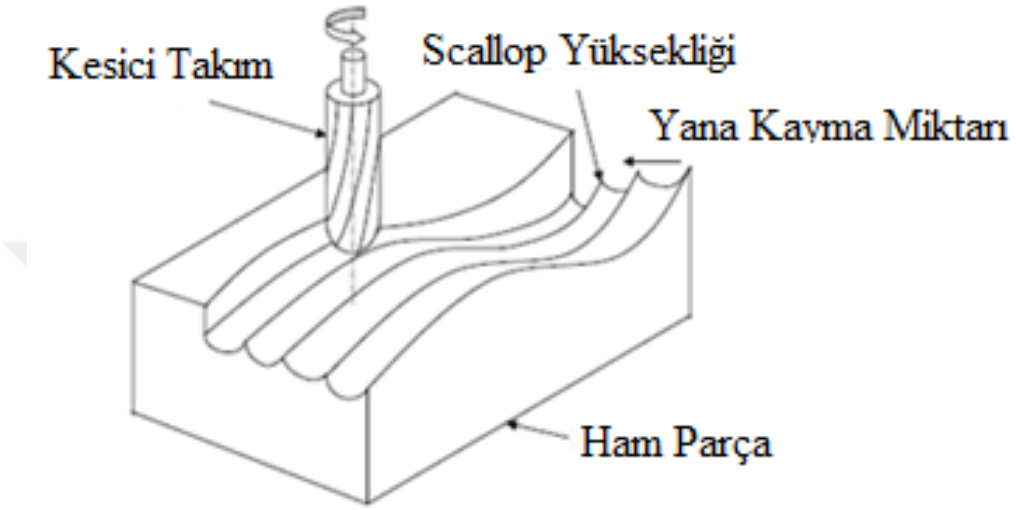
Serbest şekilli yüzeylerin işlenmesinde ilk önce kaba işleme yapılarak nihai form için belirli miktar talaş bırakılır. Yarı kaba işleme ile finiş işleme için uniform bir talaş bırakılır. Finiş işleme ile tasarlanan serbest şekilli yüzey elde edilir. Finiş işlemede kullanılan kesici takımın giremediği yerlerde kalan talaşların işlenmesi için temizleme işlemi yapılır. İşlenmeyen bölgelerde EDM tezgâhı ile belirtilen toleranslar değerinde tasarlana yüzeyine yaklaşılır. Şekil-.1'de bu işlemler görülmektedir. [3].



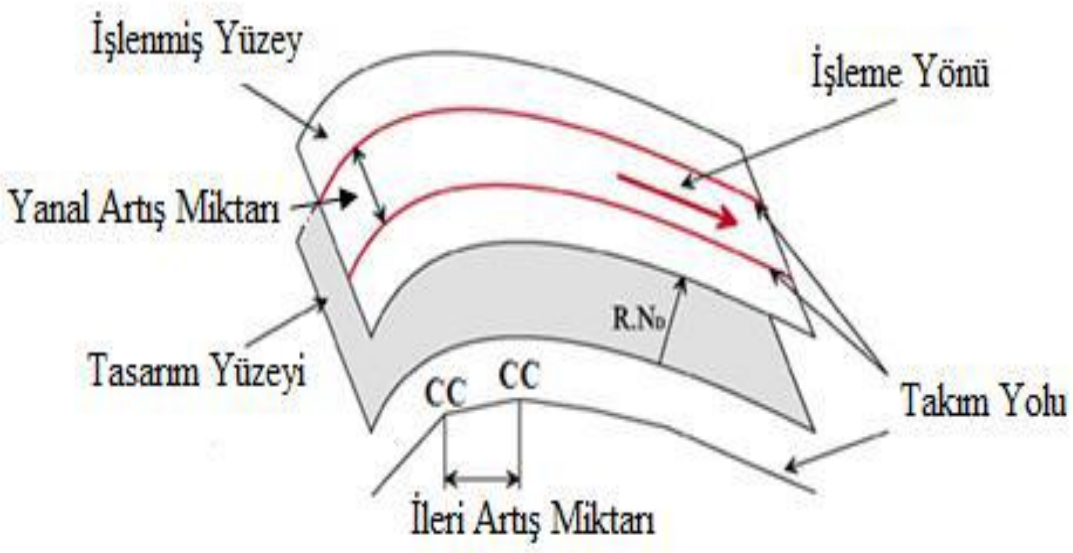
Şekil 1.Serbest Şekilli Yüzeylerin İşlenmesinde Hiyerarşik Yapı [16].

1.3.1.SERBEST ŞEKİLLİ YÜZEYLERİN İŞLENMESİNDE GENEL PARAMETRELER

Serbest şekilli yüzeylerin işlenmesinde genel parametreler aşağıda bulunan şekil 2 ve şekil 3 de gösterilmiştir.



Şekil 2. Serbest Şekilli Yüzey ve İşlenmesi [2]



Şekil 3. Serbest Şekilli Yüzeylerin İşlenmesinde Temel Kavramlar [8]

1. **Kesici Takım Temas Noktası**;

   İşleme sırasında kesici takımın modellenmiş olan yüzey ile temas ettiği noktadır.



Şekil 4. Kesici Takım Temas Noktası [16]

1.4.TALAŞLI İMALAT

Talaş imalat yöntemleri, tasarlanan bir geometrik yapının elde edilmesi için bir ham malzemeden kaldırılması için gerekli olan fazla malzemenin kesici takım ya da başka yardımcı ürünler kullanılarak kaldırılma yöntemidir. Tasarlanan geometriyi elde etmek için kesici takım kullanıldığı yönteme talaşlı imalat denir. Tornalama, delik delme ve frezeleme olarak 3 yöntem mevcuttur. Ayrıca testere ile kesme, planyalama ve broşlama diğer talaşlı imalat yöntemleridir. Ham malzemeden aşındırıcı etki olan ürünler kullanılarak mekanik olarak malzeme kaldırma yöntemine aşındırıcı yöntem denir. Taşlama, honlama, lebleme ve parlatma metotları aşındırıcı talaş kaldırma yöntemleridir.[18]

1.5.ALÜMİNYUM VE ALIŞIMLARI

1.5.1.Alüminyum

Alüminyum, mekanik özellikleri sayesinde sanayide demir-çelik malzemelerden sonra en çok tercih edilen metaldir. Alüminyumun metal özellikleri sanayide çoğu alanda uygun ve maddi olarak ekonomik bir malzeme olmasına imkân sağlar.

Alüminyumun;

1- Uygun mekanik özellik,

2 Alaşımları mukavemet ve yumuşaklık bakımında çok çeşitli olması,

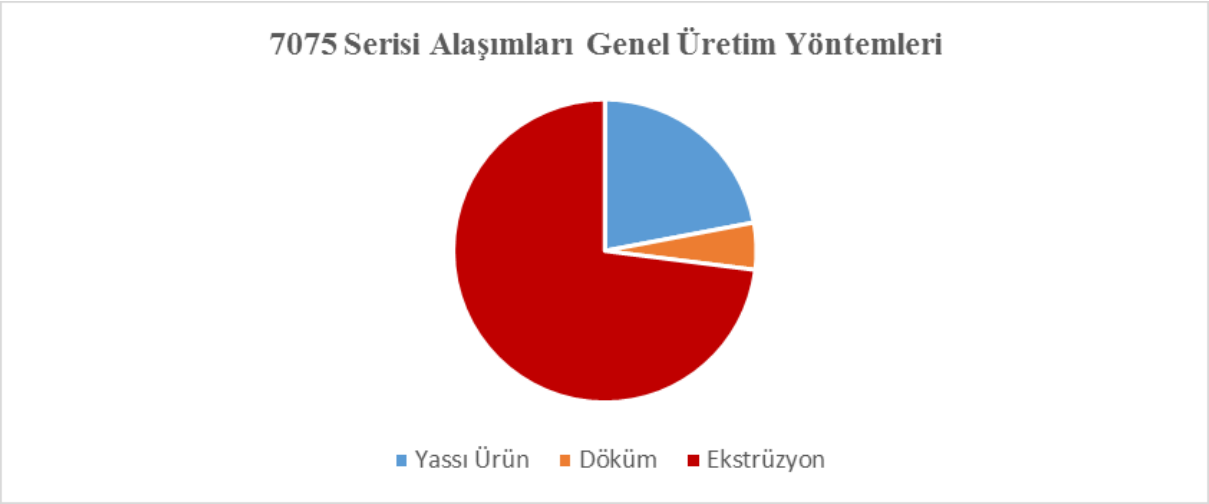
3- Geri dönüşümü mevcut olması

4-İşlenebilirliği kolay

5- Yüzey işleme yöntemlerindeki çeşitlilikten dolayı kullanımlarında hızlı yaygınlaşmasına sebep olmuştur.[19]

1.5.2.Alüminyum alaşımları

Dövme ve döküm olarak ana iki yöntem ile alüminyum alaşımları üretim metottu mevcuttur. Bu üretim yöntemlerinin farklı ihtiyaçları vardır. Her iki üretim yöntemi ile üretilen alaşımlar, ısıl işlem uygulanabilen ve uygulanmayan olarak iki gruba ayrılmaktadır.[20]

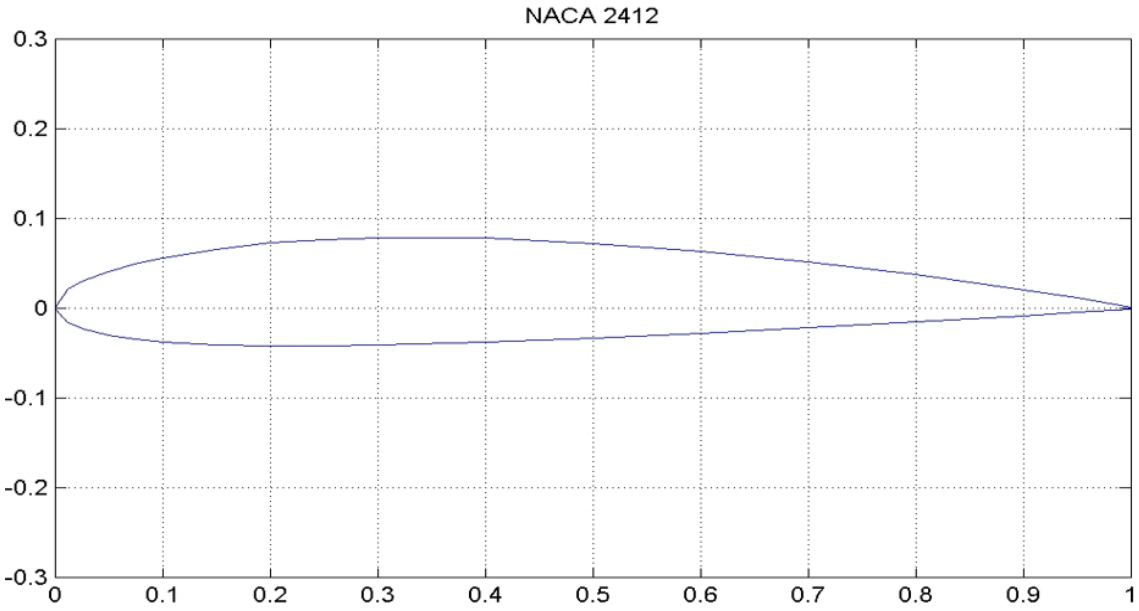


Şekil 5.Alüminyum Alaşımlarının Üretim Metotları

Uygulanan ısıl işlem, alüminyum alaşımlarının istenilen mukavemette elde etmek için uygulanır. 2XXX,6XXX ve 7XXX seri alüminyum alaşımlarına ısıl işlem uygulanabilir.[21]

1.6.KANAT PROFİLİ (AIRFOIL)

Hava taşıtlarında kullanılan kanat profilleri şekil yapıları ve özelliklerine göre NACA (Ulusal Aerodinamik Tavsiye Komitesi) tarafından geliştirilmiş isimlendirme sistemi ile tanımlanırlar. Tanımlanma şekilleri "NACA" yanında bir seri numara ile olur. Her bir kanat profiline ait bir kod tanımlıdır. Bu sayede gerekli olan profilin kolay bir şekilde bulunmasını sağlar. 6 çeşit ana NACA profil grubu vardır. Bu gruplar 4 basamaklı seriler, 5 basamaklı seriler, 1serileri, 6 serileri, 7 serileri, 8 serileridir.



Şekil 6.NACA 2412 Kanat Profili [22]

4 basamaklı NACA kodundaki ilk sayı basamağı kanat profilinin maksimum kamburluğunun kord hattına oranını verir. İkinci sayı basamağı kord hattının yüzdesidir. Son iki sayı basamağı kanat profilin maksimum kalınlığının kord hattına oranıdır.

Örneğin Sekil 6'da görülen NACA 2412 kanat profilinin maksimum kamburluğu %2, bu noktanın kanat profili hücum kenarına uzaklığının kord hattına oranı %40 ve kanat profilinin maksimum kalınlığının kord hattına oranı %12'dir.

BÖLÜM 2

2.1. KOMATECH CNC AKILLI MAKİNA ÖZELLİKLERİ

2.1.1.Cnc Tezgâhı Genel Bilgileri

Çalışmalarda Komatech KT420 tezgâhı kullanılmıştır. Tezgâh 3 eksen hareket etme özelliğine sahiptir. Kontrol paneli Mitsubishi M80'dir.

Bu tezgâhı kendi sınıfının en yüksek üretkenlik kapasitesine sahiptir.

- Yüksek hızlı ilerleme ve ivmelenme özelliği sayesinde düşük çevrim zamanı sağlar.
- Eksen Hızı: 60 m/dk, İş mili Devri: 10000 d/d, Takım Değiştirme (Talaştan talaşa):1,4 sn
- Elverişli gözlem için geniş pencereli ve geniş açıklık sağlayan çift kapalı sistem sayesinde mükemmel erişim
- Gelişmiş CNC kontrol ünitesi Mitsubishi M80 ile kolay kullanım.

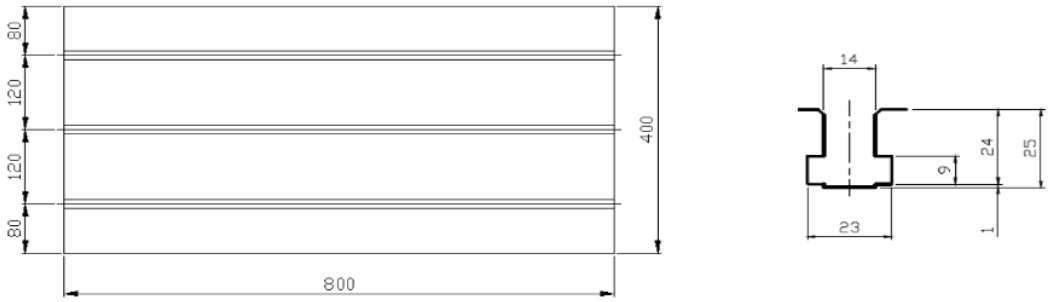


Table Size (L x W)		800 X 400 mm
Working area		700 X 420 mm
Max. loading capacity (Uniform load)		250 kg (**300 kg: Acceleration must be adjusted for X and Y axes.**)
T-slot	Dimension	14H8
	Number	3 EA
	Distance	120 mm
Travels	X axis	700 mm
	Y axis	420 mm
	Z axis	300 mm
Distance between table top and spindle nose end		**170 – 470 mm**

Tablo 1.KT-420L Tabla ve Eksen Özellikleri

Spindle speed	10 – 10,000 rpm
Driving method	**Direct**
Spindle taper	ISO No.30 (7/24)
Spindle motor power (Max / Cont.)	21.2 kW / 4.8 kW
Spindle motor torque (Max / Cont.)	45.0 Nm / 10.2 Nm
Clamp force	300 kgf ±10

Tablo 2.KT-420L İş Mili Özellikleri



Şekil 7.Deneylerde Kullanılan CNC Tezgâhı

2.1.2. Yüksek Hassasiyet Modu (Geometrik Telafi) G61.1

2.1.2.1.Geometri Telafi Fonksiyonu: G61.1;

Geometri telafi fonksiyonu (G61.1), telafi devreleri ve servo sistemlerinin gecikmesinin neden olduğu klasik geometri hatalarını azaltmak için kullanılmaktadır. Geometri telafi fonksiyonu, tam durma kontrol modu (G61), otomatik köşe ayarı (G62), kılavuz modu (G63) ve kesme modu (G64) fonksiyonları tarafından iptal edilir veya bu fonksiyonlarla değiştirilir.

Geometri telafi fonksiyonu aşağıdaki beş fonksiyondan oluşur:

1.Ön interpolasyon hızlanma/yavaşlama

2.İleri ilerleme kontrolü

3.Optimum ilerleme kontrolü (Köşelerde optimum yavaşlama, Optimum hızlanma kontrolü)

4.Hassas vektör telafi

5.Dairesel interpolasyon için ilerleme kavraması

Programlama formatı;

G61.1;

2.1.2.2.Hassaslık Katsayısının(,K) Teknik Özellikleri;

Geometri telafi modunda (G61.1) takımın ilerlemesi ilgili köşelerde ve optimal köşe yavaşlama ve dairesel ilerleme sınırlamasıyla dairesel hareketlerde işleme doğruluğunu artırmak için otomatik olarak yavaşlar. İşleme programında doğruluk katsayısının belirtilmesi ilgili bölümlerin ilerlemesini ek olarak azaltarak doğruluğu daha artırabilir.

,K; Köşe yavaşlama hızının azalma oranı ve dairesel ilerleme hızı sınırlamasını yüzde cinsinden belirtir.

Hassasiyet katsayısı aşağıdaki durumlarda otomatik olarak iptal edilir:

- Sıfırlama gerçekleştirilir,
- Geometri telafi fonksiyonu iptal edilir (G64 tarafından)
- “,K0”komutu verilir.

Örnek program 1:

N001 G61.1

N200 G1X_Y_,K30 → Bir köşe yavaşlaması için ilerleme hızı veya bu bloktan itibaren

Kesitteki dairesel hareket, hassasiyet katsayısı komutunun

Uygulanan değerin %70’i değere azaltılacaktır.

N300 X_Y_

Örnek program 2:

N001 G61.1

N200 G2I-10. ,K30→ %70'e kadar yavaşlama yalızca bu blok için gerçekleşir.

N300 G1X10. ,K0→ Doğruluk katsayısı bu bloktan sonra iptal edilir.

2.1.2.3. Pürüzsüz Köşe Kontrolü(R);

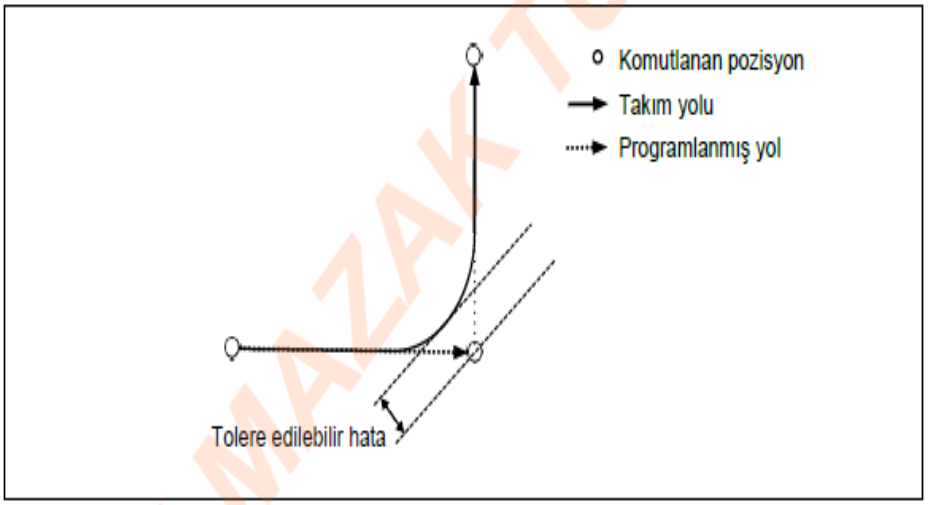
Bu fonksiyon, uygun hareket hızı kontrolü ile iki kesme-ilerleme bloku arasında pürüzsüz köşe işleme (dairesel hareket) için tolere edilebilir hata mesafesinin programlanabilmesini sağlar.

Program formatı:

G61.1 Rr;

G61.2 Rr;

r = Tolere edilebilir hata mesafesi



Şekil 8.Pürüzsüz köşe kontrolü

Detaylı Açıklama:

1. R bağımsız değişkeni için mevcut moda göre inç veya metrik verileri girin (G20 veya G21).

2. SCC fonksiyonunu geçici olarak iptal etmek için R ile sıfır (0) değeri girin (blokun hareketini komutlanan pozisyonda tam durma durumuna getirmek için).

3. R ile alt sınırdan (0) daha düşük bir değer girmek, sıfır (0) girmekle aynı sonucu verir ve üst sınırdan daha yüksek bir değer girmek de aynı şekilde sonuç verir.

4. Varsayılan değer (parametre F270'de sağlanır) isteniyorsa, R bağımsız değişkeni çıkarılabilir.

5. SCC fonksiyonu aşağıdaki fonksiyonlar ile iptal edilir: • Tam durma kontrolü modu (G61),

• Otomatik köşe arttırma (G62),

• Kılavuz modu (G63),

• Kesme modu (G64).

2.1.3. Yüksek Hızlı İşleme Modu Özelliği G05;

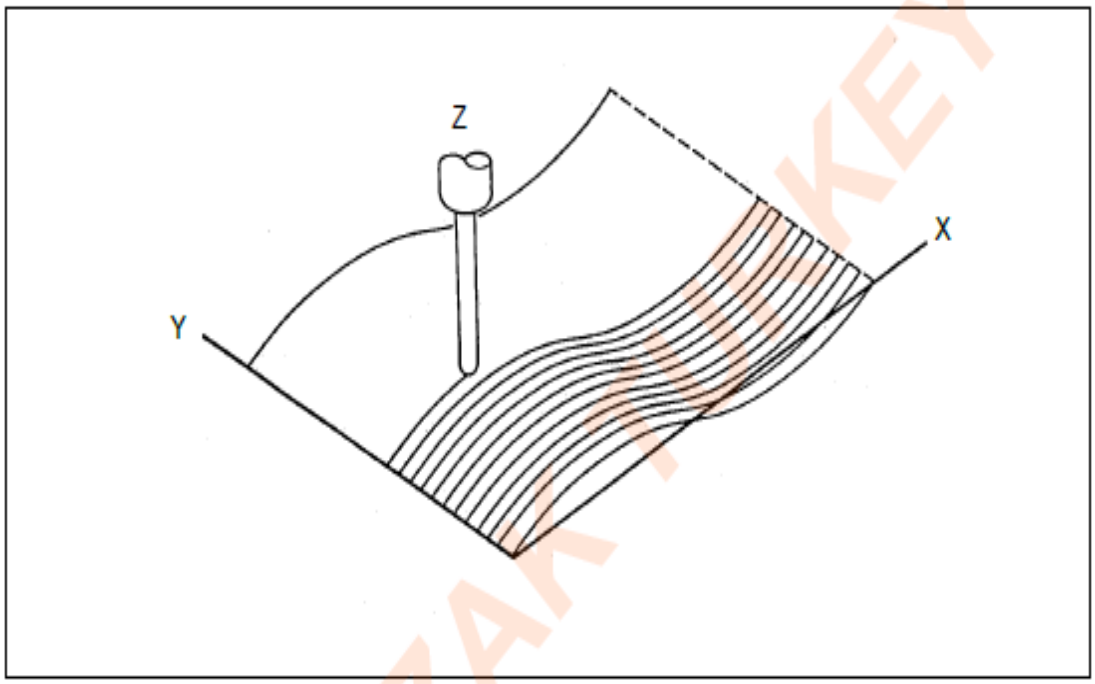
Yüksek hızlı işleme modu, çok küçük hatlarla yaklaştırılan serbest eğrili yüzeylerin işlenmesinde kullanılan programların yüksek hızda çalıştırılmasına imkân sağlar.

Yüksek hızlı işleme modunda, mikro segment işleme yetenekleri, klasik uygulamalarla karşılaştırıldığında birkaç kat daha gelişmiştir. Bu aynı işleme programının orijinal ilerleme hızında birkaç kez çalıştırılmasına imkân tanır ve böylece işleme süresi önemli ölçüde azaltılacaktır.

Buna karşılık, orijinal segment boyunca birkaç parçalı hatlar kullanılarak yaklaştırılmış bir işleme programı da aynı ilerleme hızında çalıştırılabilir, böylelikle daha hassas işleme mümkün hale gelir.

Yüksek hızlı işleme modu ile şekil düzeltme işlevinin birlikte kullanımı daha hassas bir işlemenin gerçekleşmesine imkân tanır.

Dahası, mikro segment işleme programında çıkıntılı bir bölüm mevcutsa, düzeltme interpolasyonu bu geçersiz yolu kaldırarak otomatik olarak gerçekleştirilebilir.



Şekil 9.Yüksek Hızlı İşleme Modu

Programlama formatı;

G5 P2 Yüksek hızlı işleme modu AÇIK

G5 P0 Yüksek hızlı işleme modu KAPALI

2.1.3.1. Yüksek Hızlı İşleme Modunda Mevcut Komutlar

Yüksek hızlı işleme modunda yalnızca ilgili hazırlık işlevleri (G-kodları) ve ilerleme işlevlerine (F- kodları) sahip eksen hareket komutları, sıra numarası gösterimi, Kontrol Çıkış ve Kontrol Giriş (parantez) kodları ile M/S/T işlevleri mevcuttur.

1.G kodları;

Mevcut hazırlık fonksiyonları G00, G01, G02, G03, G17, G18, G19, G93 ve G94'tür.

Dairesel interpolasyon (helisel interpolasyon mevcut değildir) R (yarıçapı gösterimi) yanında I ve J (merkez gösterimi) ile programlanabilir.

2. Eksen hareket komutları

Artımsal veri girişinin yanı sıra mutlak veri girişi de uygulanabilir.

3. İlerleme fonksiyonları

İlerleme hızı F adresi ile belirtilebilir.

4. Sıra numarası

Sıra numarası N adresi ile belirtilebilir. Ancak, bu numara okuma sırasında anlamsız bir kod olarak atlanır.

5. M/S/T fonksiyonları

Muhtelif, iş mili ve takım fonksiyonları kodları (M, S ve T) gereken şekilde genel olarak kullanılabilir. Ancak, bu fonksiyonların kullanımı gereksiz yavaşlamaya neden olabilir.

G28 X0 Y0 Z0

G90 G0X-100.Y-100.

G43 Z-5.H03

G01 F3000

G05 P2——————— Yüksek hızlı işleme modu AÇIK

X0.1
X0.1 Y0.001

X0.1 Y0.002

X0.1 Y0.003

X0.1 Y0.004

X0.1 Y0.005

X0.1 Y0.006

X0.1 Y0.007

X0.1 Y0.008

X0.1 Y0.009

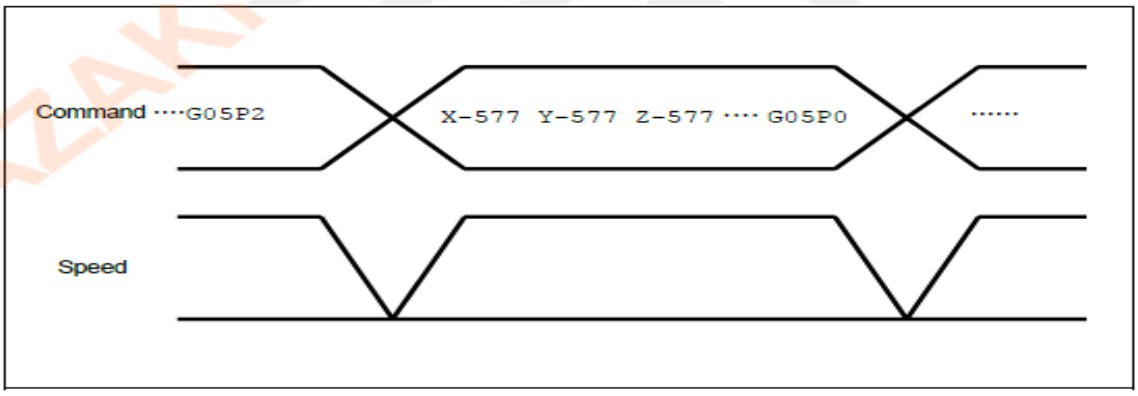
X0.1 Y0.010

X0.1 F200

G05 P0 ——————————Yüksek hızlı işleme modu KAPAL

G49 Z0
M02

Yüksek hızlı işleme modu sırasıyla G05 P2 ve G05 P0 komutları kullanılarak seçilmeli ve iptal edilmelidir. Seçme ve iptal etme her zaman aşağıda gösterildiği gibi ilerleme hareketlerinde ivme azalmasına sebep olacağından, bunu yaparken takım iş parçasından yeterince uzaklaştırılmalıdır.



Şekil 10.Yüksek Hızlı İşleme Modu Seçme ve İptal

3. Aşağıdaki tabloda yüksek hızlı işleme modunun seçilebilir olduğu modlar listelenmiştir.

G kodu	Fonksiyon
G00	Pozisyonlama
G01	Doğrusal interpolasyon
G02	Dairesel interpolasyon (SA)

G03	Dairesel interpolasyon (TSA)
G02.1	Spiral interpolasyon (SA)
G03.1	Spiral interpolasyon (TSA)
G06.1	Spline interpolasyonu
G13.1	Kutupsal koordinat interpolasyonu KAPALI
G15	Kutupsal koordinat girişi KAPALI
G17	XY-düzleminin seçimi
G18	ZX-düzleminin seçimi
G19	YZ-düzleminin seçimi
G17.9	Beş yüzeyli işleme KAPALI
G20	İnç veri girişi
G21	Metrik veri girişi
G23	Ön hareket strok kontrolü KAPALI
G40	Takım yarıçapı telafisi KAPALI
G41.5	Beş eksenli işleme için takım yarıçapı telafisi (Sola)
G42.5	Beş eksenli işleme için takım yarıçapı telafisi (Sağa)
G43	Takım boyu ofseti (+)
G44	Takım boyu ofseti (-)
G43.4/G43.5	Takım uç noktası kontrolü, Tip 1/2

G49	Takım pozisyon ofseti, KAPALI
G49.1	Beş yüzeyli işleme için kafa ofseti KAPALI
G50	Ölçekleme KAPALI
G50.1	Aynalama KAPALI
G54	İş parçası koordinat sistemi 1'nın seçimi
G54.1	İlave iş parçası koordinat sisteminin seçimi
G54.4	İş parçası ayarı hata düzeltmesi
G55	İş parçası koordinat sistemi 2'nın seçimi
G56	İş parçası koordinat sistemi 3'nın seçimi
G57	İş parçası koordinat sistemi 4'nın seçimi
G58	İş parçası koordinat sistemi 5'nın seçimi
G59	İş parçası koordinat sistemi 6'nın seçimi
G61.1	Geometri telafisi
G61.2	Aktif spline interpolasyonu
G64	Kesme modu
G67	Kullanıcı makrosu aktif çağrı KAPALI
G68.2	Eğik düzlemli işleme
G68	3-B koordinat dönüşümü AÇIK
G69	3-B koordinat dönüşümü KAPALI
G80	Sabit çevrim KAPALI

G90	Mutlak veri girişi
G91	Artımsal veri girişi
G93	Ters zaman ilerlemesi
G94	Sabit yüzey devri kontrolü KAPALI
G97	Sabit yüzey devri kontrolü KAPALI
G98	Delik işleme sabit çevrimlerinde ilk nokta seviyesine geri dönüş
G99	Delik işleme sabit çevrimlerinde R-noktası seviyesine geri dönüş
G10.9X0	X-ekseni için yarıçap veri girişi AÇIK
G10.9X1	X-ekseni için yarıçap veri girişi KAPALI

Tablo 3.Yüksek Hızlı İşleme Modunun Seçilebilir Olduğu Modlar

2.1.4. Yüksek Hızlı Hassasiyet Kontrolü Fonksiyonu

Yüksek hızlı hassasiyet kontrolü işlevi, serbest eğrili yüzeyleri çok küçük hatlarla yaklaştırmak üzere hazırlanan bir EIA/ISO programının hızlı ve yüksek hassasiyette çalıştırılmasına imkân sağlar. Klasik yüksek hızlı işleme modu ile karşılaştırıldığında, bu işlev kesme yüzeyi kusurlarından ve çizgilerinden uzak bir işlemeyi mümkün kılar.

Köşe yavaşlaması gibi, bloktan bloka bir açıya dayalı hız kontrolü uygulaması, klasik yüksek hızlı işleme modunda hızlanma ve yavaşlamanın küçük basamak veya hatalara fazla bir tepki vererek tekrar edilmesine neden olabilir. Sonuç olarak, kesme yüzeyi üzerinde çizik gibi iz veya çizgiler kalabilir.

İşleme şekli veya profili, belirtilen sürekli çizgilerle iki blok arasındaki açıdan değerlendirilerek, yüksek hızlı hassasiyet kontrolü, çok hafif basamaklar veya dalgalanmalardan fazlaca etkilenmeyen bir optimum hız kontrolü gerçekleştirir. Sonuç olarak, daha az çizik şeklinde iz veya çizgilere sahip bir yüzey elde edilebilir.

Yüksek hızlı hassasiyet kontrolünün önemli özelliklerinden bazıları aşağıda listelenmiştir.

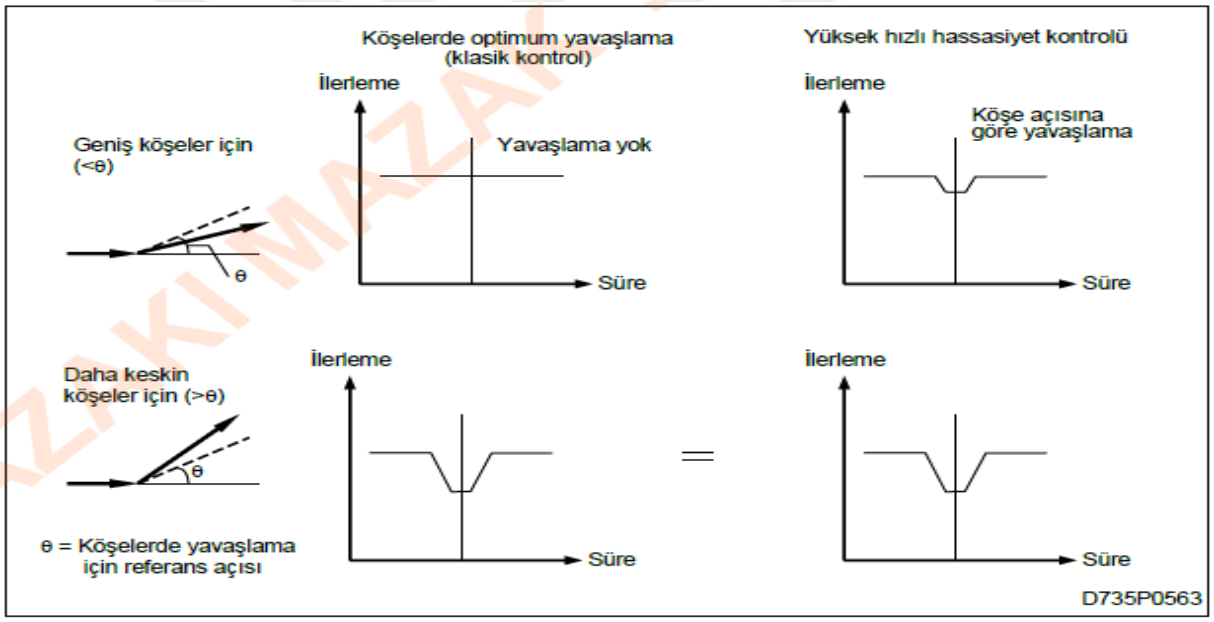
• Bir mikro segment programı kullanarak pürüzsüz şekilli bir kalıbı işlemek için etkilidir.

• Hız kontrolü takım yolunda yer alan herhangi bir hatanın etkilerine duyarlı değildir.

• Bitişik yollar geometrik hassasiyet bakımından benzer ise, hızlanma ve yavaşlama şablonları da benzer olacaktır.

• Köşe yavaşlamasının açıya ilişkin olarak gerekli olmadığı kesitlerde dahi tahmini hızlanma çok büyükse, hız tutulacaktır.

Bu işlev, geometri telafisi seçili durumda yüksek hızlı modda geçerlidir.



Şekil 11.Yüksek Hızlı Hassasiyet Kontrolü Fonksiyonu

Programlama formatı;

G61.1(G61.2);

G5P2; …… Yüksek hızlı işleme modu (hassas kontrolü) AÇIK

- Adres P ile 0 ya da 2 ayarlanacaktır (P0 veya P2).
- G05 ile aynı blokta P ve N dışında adresler ayarlanmamalıdır.

- Yüksek hızlı hassasiyet kontrolünü kullanmak için G05P2'den önce G61.1(Şekil düzeltme AÇIK) veya G61.2'yi (Aktif iş mili interpolasyonu) verin.

Takım yarıçapı telafisi, aynalama, ölçekleme, koordinat sistemi dönüşü, sanal eksen interpolasyonu, üç boyutlu yarıçap telafisi ve şekillendirme fonksiyonuna yönelik aktif fonksiyonlar, bir G05 P2 komutu vermek için önceden iptal edilmiş olmalıdır. Aksi halde, bir alarm oluşabilir veya aktif (modal) fonksiyon beklenmedik şekilde iptal edilebilir.

Yüksek hızlı hassasiyet kontrolü modu takım iş parçasından yeterli şekilde uzaklaştıktan sonra seçilmeli ve iptal edilmelidir, zira seçme ve iptal işlemleri ilerleme hareketlerinde her zaman bir yavaşlamaya neden olur.

Kaplama fonksiyonu tek bloklu çalışma modunda uygulanamaz. Yüksek hızlı hassasiyet kontrolü dönüş eksenleri için geçerli değildir.

2.1.4.1.Yüksek Hızlı Hassasiyet Kontrol Modunda Mevcut Komutlar

Yüksek hızlı işleme modu özelliğinde olduğu gibi, yüksek hızlı hassasiyet kontrolü modunda yalnızca ilgili hazırlık fonksiyonları (G kodları) ve ilerleme fonksiyonları (F kodları) ile eksen hareketi komutları, sıra numarasının tanımlanması, Kontrol Çıkışı ve Kontrol Girişi (parantez) için kodlar ile M/S/T fonksiyonları bulunur.

1.G kodları;

Mevcut hazırlık fonksiyonları G00, G01, G02, G03, G17, G18, G19, G93 ve G94'tür.

Dairesel interpolasyon, R (yarıçap gösterimi), I ve J (merkez gösterimi) ile programlanabilir ve daima tek biçimli bir ilerleme kontrolü ile yürütülür.

İlerleme fonksiyonu tipi, G93(Ters zaman ilerlemesi) ve G94(Asenkron ilerleme) arasında yüksek hızlı hassasiyet kontrolü modunun ortasında dahi seçilebilir. Ancak, senkron ilerleme (devir başına ilerleme, G95) mevcut değildir.

2.Eksen hareket komutları;

Üç doğrusal eksen (X, Y, Z) belirtilebilir. Artımsal veri girişinin yanı sıra mutlak veri girişi de uygulanabilir.

3.İlerleme fonksiyonları;

İlerleme hızı F adresi ile belirtilebilir.

4.Sıra numarası;

Sıra numarası N adresi ile belirtilebilir. Ancak, bu numara okuma sırasında anlamsız bir kod olarak atlanır.

5. M/S/T fonksiyonları

Muhtelif, iş mili ve takım fonksiyonları kodları (M, S ve T) gereken şekilde genel olarak kullanılabilir. Ancak, bu fonksiyonların kullanımı gereksiz yavaşlamaya neden olabilir.

2.1.4.2. Yüksek Hızlı İşleme Modunda İlave Fonksiyonlar

2.1.4.2.1. Kaplama Fonksiyonu

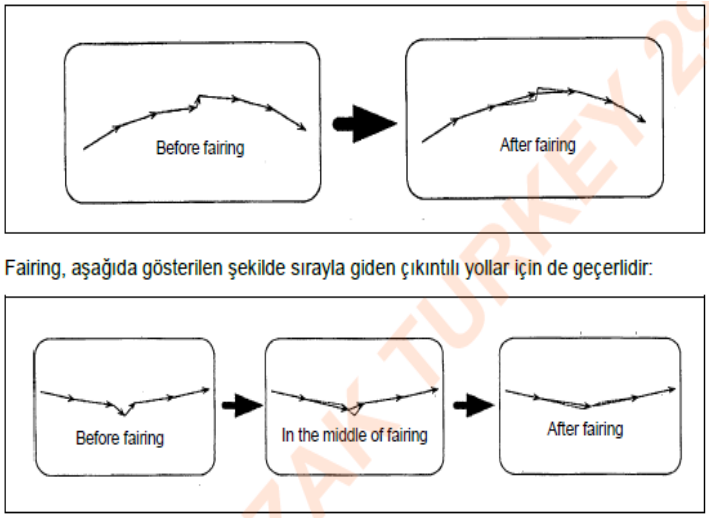
Bir doğrusal takım yolu serisinde, CAM tarafından oluşturulmuş mikro segment işleme programında çıkıntılı bir kesit mevcutsa, bu çıkıntı yolu temizlenebilir ve parametre ile ayarlanarak, önceki ve sonraki yollar sorunsuzca bağlanabilir.

#8003→Fairing ON → 0=Fairing geçersiz

1=Çıkıntılı blok için kaplamayı yürütün.

2=Pürüzsüz kaplama geçerli

#8029→Fairing L →Bu ayar değerinden daha kısa blok için kaplamayı yürütün.

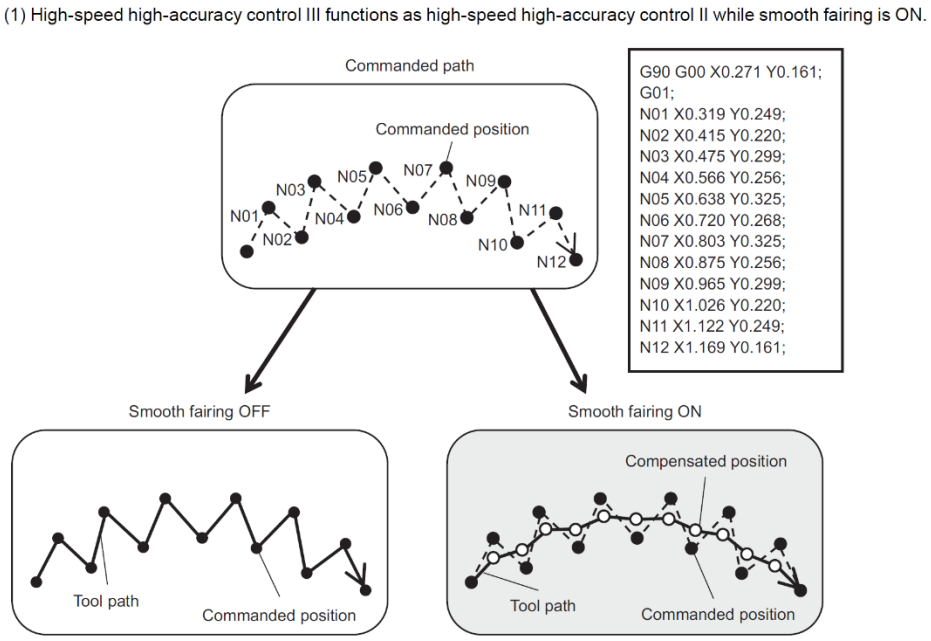


Şekil 12. Fairing Fonksiyonu-1

2.1.4.2.2. Pürüzsüz Kaplama Fonksiyonu

Bu işlev, yüksek hızlı yüksek doğruluklu kontrol II veya III modu AÇIK olduğunda ek bir işlevdir. Bir parça işleme programının komut verilen konumlarını telafi ederek bir yol yumuşatılabilir.

Bu işlev, düşük hızda düzgün bir şekilde işlemek için bir mikro segment programı veya sorunsuz bir şekilde işlemek için uzun segment içeren bir kaba işleme programı yürütürken kullanışlıdır.



Şekil 13.Fairing Fonksiyonu-2

2.1.5 Yüksek Hızlı- Yüksek Hassasiyet Kontrol Modu I, II, III

Bu fonksiyon, yüksek hızda ve üst düzey doğrulukta mikro segmentlerle serbest formlu bir yüzeye yaklaşan bir makineyle işleme programını çalıştırır. Bu, serbest formlu bir yüzeyin işleme kalıplarının hızını arttırmada etkilidir.

Bu fonksiyon, bir köşede bir kenar oluşturması veya eğri şeklin bir iç rotasındaki bir hatayı azaltması gereken işleme için kullanışlıdır.

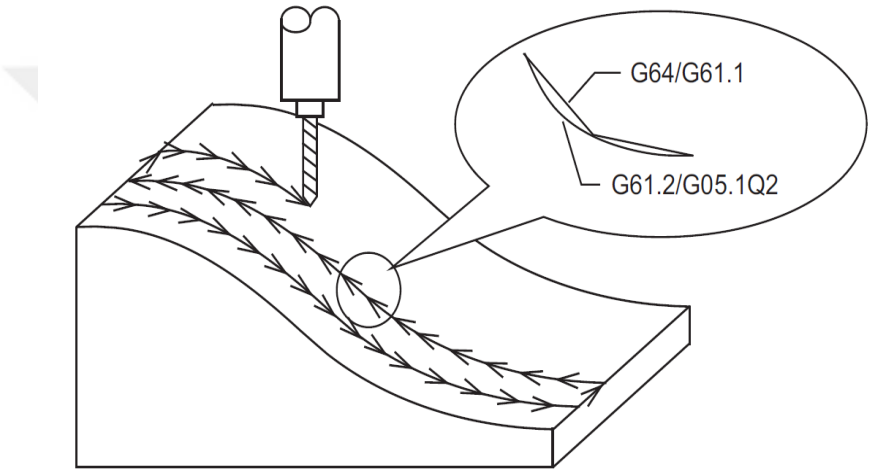
G kodları;

- G05.1 Q1 → Yüksek Hızlı- Yüksek Hassasiyet Kontrol Modu 1 Aktif
- G05.1 Q0 → Yüksek Hızlı- Yüksek Hassasiyet Kontrol Modu 1 Kapalı

- G05 P1000 → Yüksek Hızlı- Yüksek Hassasiyet Kontrol Modu 2 Aktif
- G05 P2000 → Yüksek Hızlı- Yüksek Hassasiyet Kontrol Modu 3 Aktif
- G05 P0 → Yüksek Hızlı- Yüksek Hassasiyet Kontrol Modu 2/3 Kapalı

2.1.6 Spline Enterpolasyonu; G05.1 Q2/Q0

Bu işlev, mikro parça işleme programı tarafından komut verilen bir dizi noktadan geçen ve bu eğri boyunca yolu enterpolasyon yapan bir spline eğrisini otomatik olarak oluşturur. Bu, yüksek hızlı ve yüksek doğrulukta işlemenin elde edilmesini sağlar.



Şekil 14.Spline Enterpolasyon

G05.1Q2 komutu, "#8025 SPLINE ON" işleme parametresi yüksek hızlı yüksek doğruluklu kontrol fonksiyonu II veya III modunda "1" olarak ayarlandığında verilebilir.

Programla Formatı;

- G05.1 Q2 X0 Y0 Z0→ Spline Enterpolasyon Modu Aktif
- G05.1 Q0 → Spline Enterpolasyon Modu Kapalı

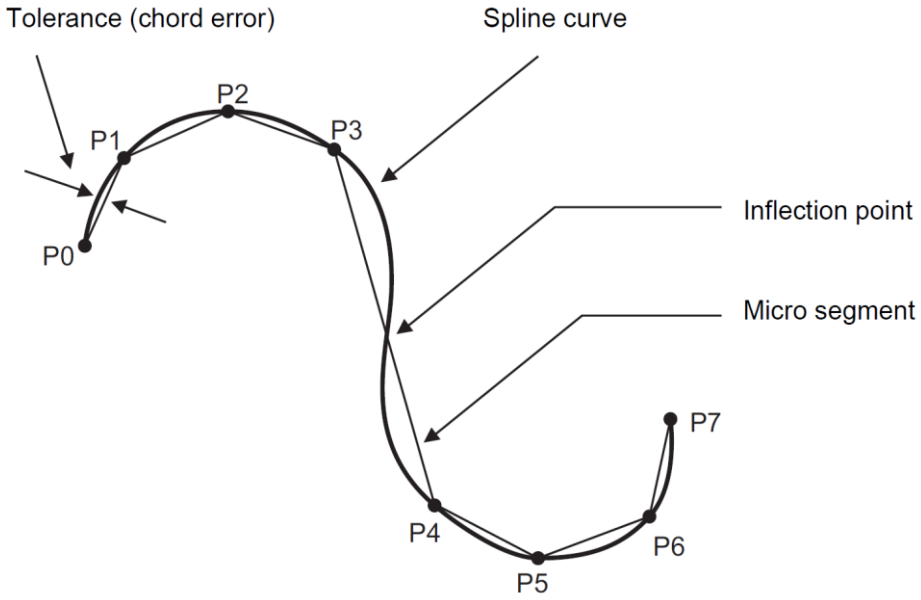
2.1.6.1. Spline Enterpolasyon Eğrisi Şekil Düzeltmesi

Normal olarak, spline işlevi etkinleştirildiğinde, işlev iptal edilene kadar tüm noktaları düzgün bir şekilde birleştirerek bir eğri oluşturulur. Ancak spline eğri şeklinin düzeltilmesi gerekiyorsa, spline eğri şekli parametrelerle düzeltilebilir.

Büküm noktası içeren bloğun akor hatası;

CAD eğrisi verilerini CAM ile mikro segmentlere değiştirirken, normalde eğrinin toleransı (akor hatası) yaklaşık olarak yaklaşık olarak segmentlerde bulunur. 10 mikron

#8027→ Akor Hatası (Chord Error) parametresi



Şekil 15.Spline Enterpolasyon Akor Hatası

Program Yazılımı;

G91;

G05 P10000; High-speed high-accuracy control function II mode ON

:

G05.1 Q2 X0 Y0 Z0; Spline interpolation mode ON

G01 X1000 Z-300 F1000;

X1000 Z-200;

Y1000;

X-1000 Z-50;

X-1000 Z-300;

G05.1 Q0; Spline interpolation mode OFF

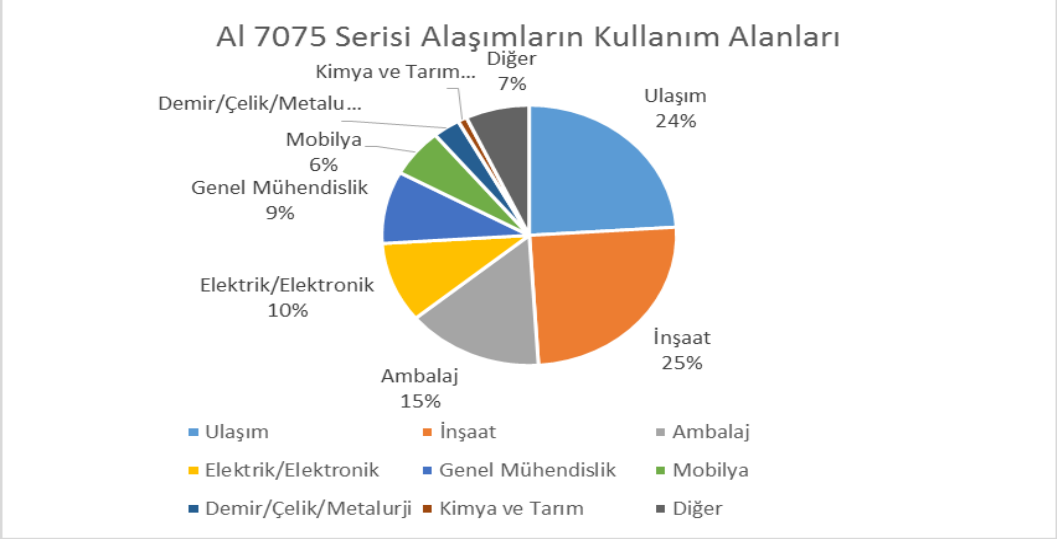
:

G05 P0; High-speed high-accuracy control function II mode OFF

2.2.DENEY MALZEMESİ

Alüminyum ve alaşımları günümüzde otomotiv, uçak, uzay, silah vb. sanayi sektörlerinde yaygın olarak kullanılan bir elementtir. Günümüzde yapılan araştırmalarla birlikte eskiye göre alüminyumun işlenebilirliği arttırılmıştır.[23]

Yapılan bu çalışmada ulaşım, medikal, havacılık ve elektronik gibi sanayi alanlarında kullanılan Al 7075 alaşımı kullanılmıştır. Bu alaşımın kullanım alanlarına dair bilgi şekil16'da verilmiştir. Kolay işlenebilir bir alaşım olmasının yanı sıra kimyasal ve fiziksel özellikleri (düşük yoğunluğa, yüksek dayanım ve korozyon direnci, mukavemete, elektrik ve ısı iletkenliği) nedeniyle bu alanlarda kullanılır.



Şekil 16. 7075 Serisi Alüminyumların Kullanıldığı Sektörler

Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Zn	Ti
0,0567	0,2763	1,4024	0,0108	Şub.38	0,2009	6,0294	0,0778
B	**Na**	**Ca**	**Ni**	**Pb**	**I**	**Sn**	**Co**
0,0007	0.0018	0,0052	0,0027	0,0015	0,0002	0,00023	0,00035
V	**Sb**	**Sr**	**Be**	**Hg**	**Zr**	**Bi**	**Al**
0,0013	0,0007	0,00001	0,00072	0,00056	0.00078	0,0002	89,5

Tablo 4.7075 Alüminyumun Alaşımının Kimyasal Bileşimi (% Ağırlık)

2.3.SERBEST ŞEKİLLİ YÜZEY VE İŞLEME METHODU

2.3.1. Kanat profili NACA2412

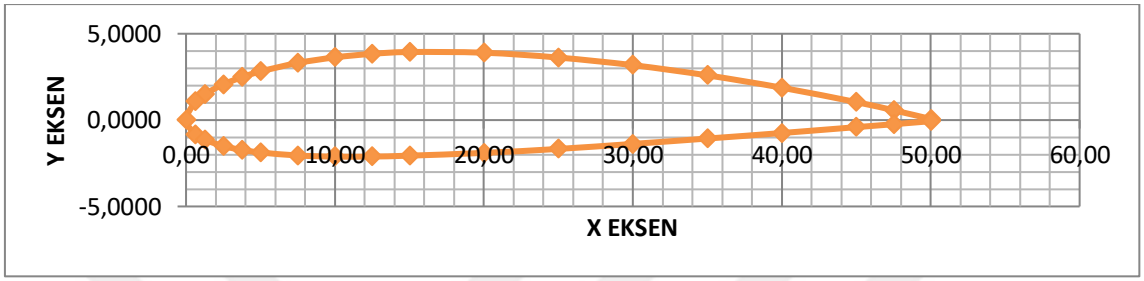
Deneyde kullanılan NACA2412 kanat profili ULUC Airfoil Coordinates Database sayfasından indirilmiştir. NACA 2412 koordinat bilgileri aşağıdaki tablodaki gibidir.

X EKSEN	Y EKSEN
1.0000	0.0013
0.9500	0.0114
0.9000	0.0208
0.8000	0.0375
0.7000	0.0518
0.6000	0.0636
0.5000	0.0724
0.4000	0.0780
0.3000	0.0788
0.2500	0.0767
0.2000	0.0726
0.1500	0.0661
0.1000	0.0563
0.0750	0.0496
0.0500	0.0413
0.0250	0.0299
0.0125	0.0215
0.0000	0.0000
0.0125	-0.0165
0.0250	-0.0227
0.0500	-0.0301
0.0750	-0.0346
0.1000	-0.0375
0.1500	-0.0410
0.2000	-0.0423
0.2500	-0.0422
0.3000	-0.0412
0.4000	-0.0380
0.5000	-0.0334
0.6000	-0.0276
0.7000	-0.0214
0.8000	-0.0150
0.9000	-0.0082

0.9500	-0.0048
1.0000	-0.0013

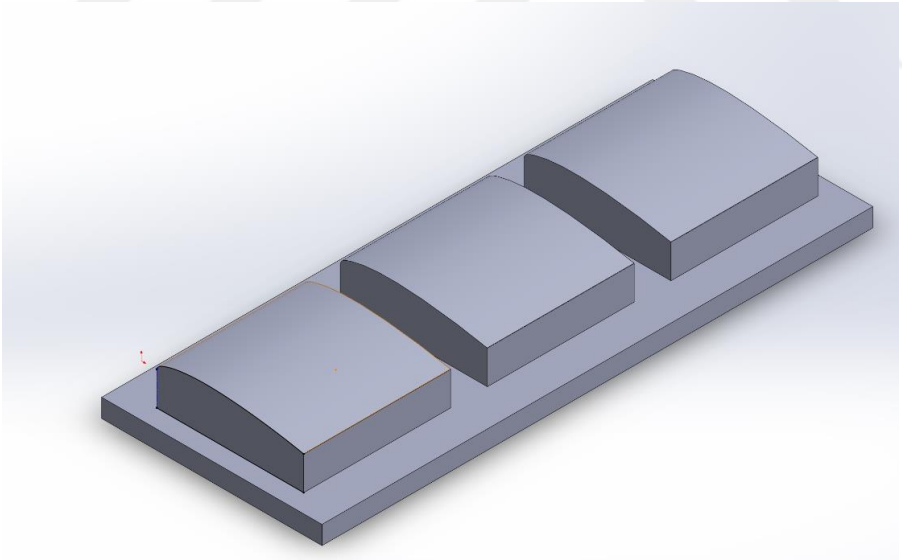
Tablo 5.NACA2412 Noktasal Değerleri

Excell programı yardımıyla NACA2412 kanat profilinin noktasal değerleri 25 kat artırılıp Cnc tezgahında işlenecek boyutlarda değiştirilmiştir. Yeniden düzenlenen noktasal değerlerin bilgileri aşağıda verişmiştir.



Şekil 17.Değerleri Değiştirilmiş NACA2412

Excell programında oluşturulan NACA2412 kanat profili Solidworks programına noktasal olarak aktarılmıştır. Bu noktalar daha sonra spline yardımı ile çizgi haline getirilmiştir.

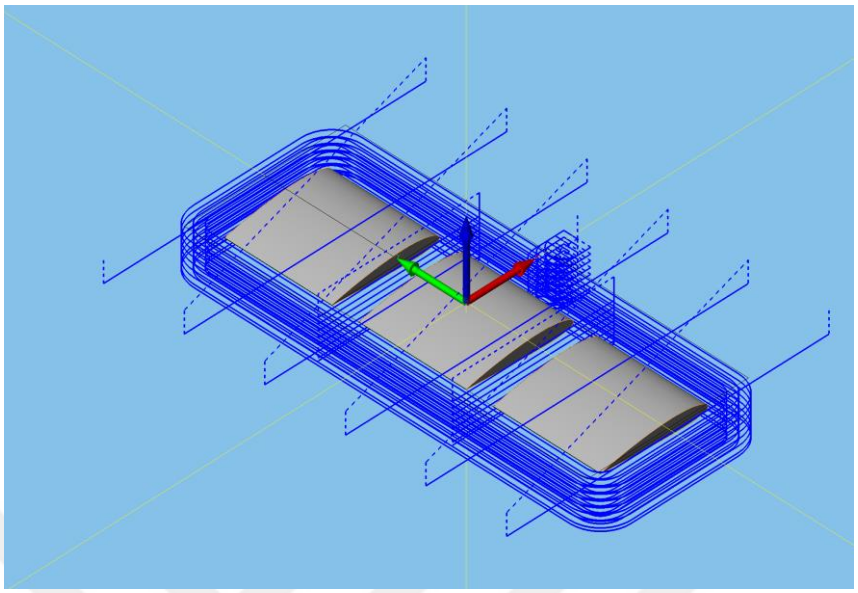


Şekil 18.CAD Programı Kullanılarak Tasarlana Serbest Şekilli Yüzey

Solidworks yardımıyla katı modeli oluşturulmuştur. Katı modeli oluşturulan NACA2412 kanat profilinin işlemesinde kullanılacak takım yolları (kaba, yarı finiş ve finiş) EspritCam ile programlanmıştır.

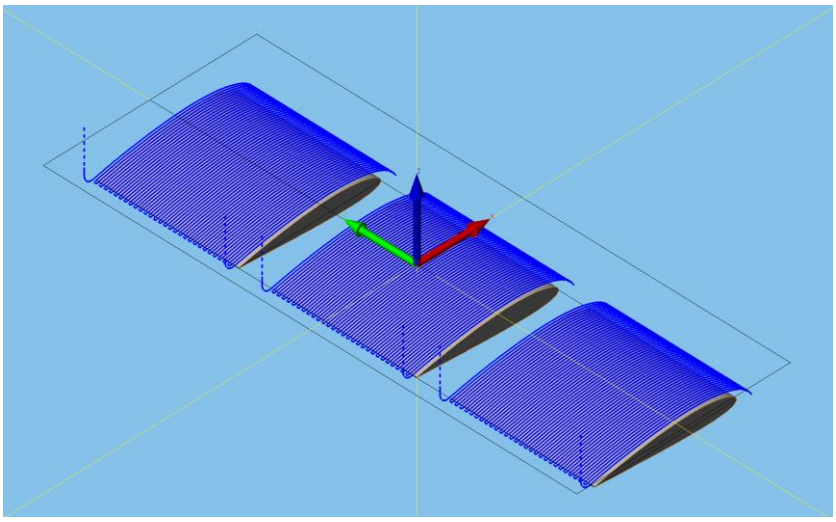
2.1.8. İşleme Methodu ve Takım Yolları

Kaba işlemede takım yolu;



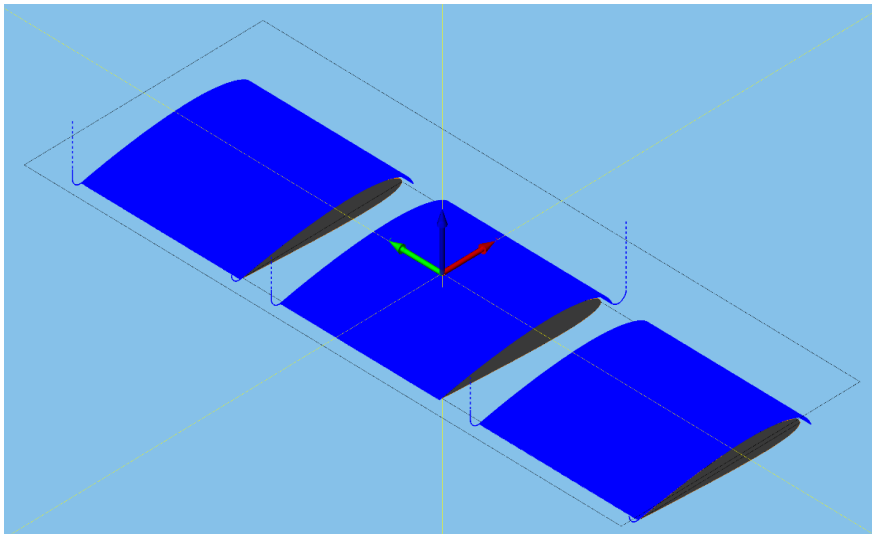
Şekil 19.1,2, ve 3 Nolu Blok Kaba İşleme Takım Yolu

Yarı finiş işlemede takım yolu olarak; 3 axis Solidmill-Finishing işleme komutu kullanıldı.



Şekil 20.1,2, ve 3 Nolu Blok Yarı Finiş İşleme Takım Yolu

Finiş işlemede takım yolu oluşturulurken kesme parametrelerinden farklı işleme parametreleri kullanılmıştır. Farklı değerlerde kesme genişliği(mm), kesme hızı (cutting speed m/mm), ilerleme hızı (feed rate mm/min), işleme stratejisi ve sabit step over parametreleri kullanılarak elde edilmiştir.



Şekil 21.1,2, ve 3 Nolu Blok Finiş İşleme Takım Yolları

2.4. KESME PARAMETRELERİ

Kesme hızı; kesici takım üzerindeki bir noktanın dakikada metre cinsinden iş parçası üzerinde aldığı mesafedir. Bir başka ifadeyle kesici takımın iş parçasından bir dakikada kaldırdığı talaş uzunluğudur.

Kesme Hızına Etki Eden Faktörler;

1.Üretimde kullanılan malzemenin türü
2.Kesici takım üretiminde kullanılan malzeme
3.İş parçası fikstürleme şekli.
4.Talaş derinliği
5.İşlemenin cinsi
6.Kesicinin ilerleme miktarı

Tabla ilerlemesi;

Tabla ilerlemesi, tezgâh ilerlemesi veya ilerleme hızı olarak da bilinir. Bu, iş parçasına göre diş başına zaman birimindeki mesafeye ve kesicideki diş sayısına bağlı olarak takımın ilerlemesidir. Takımda bulunan kesici dişi sayısı (z_n) büyük ölçüde değişiklik gösterir ve tabla ilerlemesini belirlemede kullanılır; ayrıca etkin diş sayısı (z_c) kesimdeki etkin dişlerin sayısıdır. Devir başına ilerleme (f_n), mm/dev (inç/dev) cinsinden bir değerdir ve özel olarak ilerleme hesapları için ve genellikle de bir kesicinin ince talaş işleme yeteneğini belirlemek için kullanılır.

İlerlemeye etki eden faktörler;

1.Talaş derinliği
2.Talaş kaldırma işleminin türü
3.Elde edilecek yüzeyin kalitesi (yüzey pürüzlülüğü)
4.Kullanılan kesme sıvısı

Kesme genişliği, a_e (mm); Kesicinin işleme sırasındaki radyal genişliğidir (a_e). Özellikle dalma aşamasında kritik önem taşır ve köşe frezelemedeki titreşim için maksimum a_e daha da kritik öneme sahiptir.

Kesme derinliği – a_p (mm); Kesme derinliği (a_p) eksenel yöndeki kesilmemiş ve kesilmiş yüzey arasındaki farktır. Maksimum a_p birincil olarak kesici uç boyutu ve tezgâh gücüyle sınırlıdır.

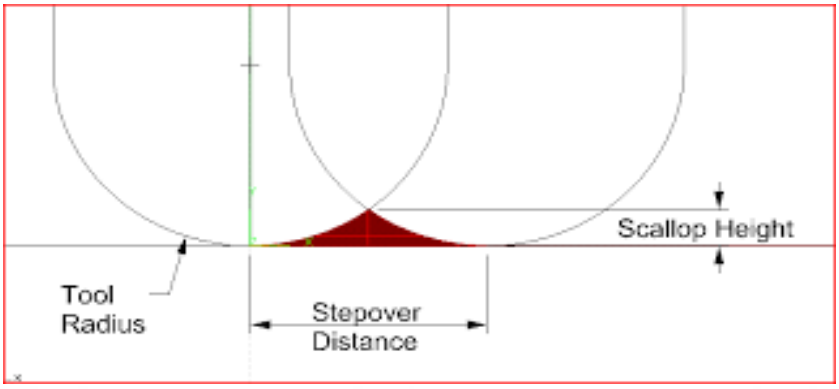
Diğer bir kritik faktör ise, kaba talaş işlemede tork ve ince talaş işlemede titreşimdir.

KESME PARAMETRELERİ (Cutting Parameters)	Level 1	Level 2	Level 3
Ae (Kesme Genişliği) (mm)	0,1	0,05	0,01
İlerleme Hızı (Feed rate (mm/min))	150	120	100
Kesme Hızı (Cutting speed (m/min))	150	120	100
İşleme Stratejisi (Machining Strategy)	Zigzag	Zigzag	Zigzag
Kesme derinliği – a_p (mm)	0,8	0,8	0,8

Tablo 6.İnce İşleme Kesme Parametreleri

Scallop yüksekliği, CNC makinelerinde üretilen bir bileşenin yüzey kalitesini ölçmede önemli bir parametredir. Takım yolu oluşturulurken, ürünlerin yüzey kalitesi gereksinimlerini karşılamak için tarak yükseklikleri takım geometrisinden ve ilerleme hızından analitik olarak hesaplanır. Tüm takım yolu planlama stratejileri, parça yüzey modelini ve takım boyutunu girdi olarak alır ve tarak yüksekliklerini kontrol altında

tutmak için yol topolojisini (ileri adımlar, yan adımlar) belirler. Yüzey topografisi, iş parçasının doğruluğu ve yüzey bütünlüğü üzerinde önemli bir etkiye sahiptir.



Şekil 22.Ø 8 mm Düz Ağızlı Parmak Freze Takımı

Scallop yüksekliği hesaplama formülü;

$$h=(d/2)-\sqrt{(\frac{d}{2})^2-(\frac{s}{2})^2}$$

Bu projede kullanılan finiş takımının çapı 6 mm. Yukarıdaki Scallop yüksekliği hesaplama formülü kullanılarak yukarıdaki kesme şartlarının verildiği tablodaki Ae (Kesme Genişliği) (mm) değerleri kullanılarak Scallop yüksekliği değerleri hesaplanmıştır.

Takım çapı=6

Ae=0,1mm

Scallop yüksekliği= 0,000416696

Takım çapı=6

Ae=0,05mm

Scallop yüksekliği= 0,000104168

Takım çapı=6

Ae=0,01mm

Scallop yüksekliği= 0,00000416667

2.5. KESİCİ TAKIM VE ÖZELLİKLERİ

Yüzeylerin işlenmesinde düz ve küresel ağızlı parmak frezeler kullanıldı. Literatür araştırmaları sonucu serbest şekilli yüzeylerin işlenmesi 3 kademeli olup kaba, yarı finiş ve finiş işlemeden oluşmaktadır. Kullanılan Takımlar, Walter Tool Machining kullanılarak Ø 10 parmak freze, Ø 10 ve Ø 6 küresel ağızlı parmak frezeler kendimiz tarafından üretilmiştir. Takımların Teknik bilgileri aşağıdaki gibidir.

Bu işleme aşamalarında sırasıyla;

- Kaba işlemede Ø 40 mm tarama kafa ve Ø 10 parmak freze takımı kullanılmıştır.
- Yarı finiş işlemede Ø 10 mm küresel ağızlı parmak freze takımı kullanılmıştır.
- Finiş işlemlerinde Ø 6 mm küresel ağızlı parmak freze takımı kullanılmıştır.



Şekil 23.Ø10 mm Parmak Freze Takımı



Şekil 24.Ø8 mm Küresel Ağızlı Parmak Freze Takımı



Şekil 25.Ø6 mm Küresel Ağızlı Parmak Freze Takımı

2.6. CMM ÖLÇÜM

Komatech CNC tezgahında işlenen parçaların ölçümleri Wenzel marka cmm tezgahında yapılmıştır. CMM tezgahında Renishaw firmasına ait Revo 5 eksen ölçüm

sistemi kullanılmıştır. Ölçümler form yapısı tarama yöntemi ile yapılmıştır. 1adet parça için toplam 138 (6x23) ölçüm noktası mevcuttur.



Şekil 26.Wenzel 3D Gantry Cmm



Şekil 27. Renishaw Revo 5

2.7. TAGUCHI DENEY TASARIMI

Yukarıda verilen ince işleme kesme parametreleri ve Taguchi deney tasarım yöntemiyle L9 ortogonal dizisi kullanılarak aşağıdaki 1 adet deney sırası oluşturuldu. Oluşturulan deneyler sırasında işleme stratejisi Zigzag kullanılacaktır.1 adet deney sonucunda 9 adet numune parça üretilecektir.

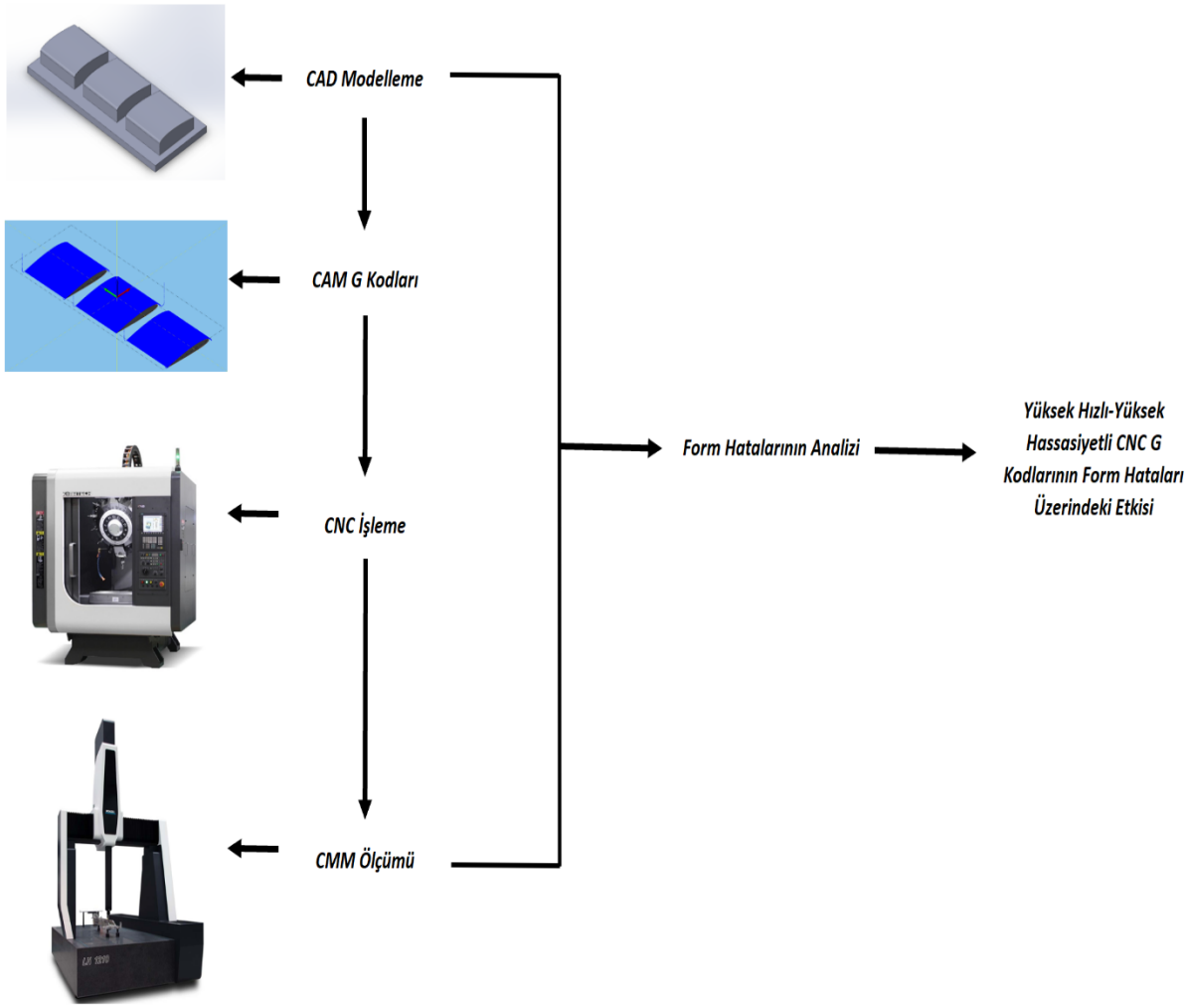
Deney No	Ae	Fz	Vc	İşleme stratejisi	Step over
1. parça	1	1	1	Zigzag	0,8
2. parça	1	2	2	Zigzag	0,8
3. parça	1	3	3	Zigzag	0,8
4. parça	2	1	2	Zigzag	0,8
5. parça	2	2	3	Zigzag	0,8
6. parça	2	3	1	Zigzag	0,8
7. parça	3	1	3	Zigzag	0,8
8. parça	3	2	1	Zigzag	0,8
9. parça	3	3	2	Zigzag	0,8

Tablo 7.Taguchi L9 Ortogonal Deney Tasarımı

2.8. METOT

Serbest şekilli yüzeyler başta havacılık, otomotiv ve silah sektörlerinde olmak üzere birçok sektörde kullanılmaktadır. Bu yüzeylerin işlenmesi ve kalite kontrolleri yapılma teknikleri hassas ve önemlidir. Bu nedenler serbest şekilli yüzeylerin işlenmesi ve kalite kontrolleri başlına başına bir mühendislik alanıdır. İşleme alanındaki teknolojik gelişmeler sayesinde bu yüzeylerin daha hassas ve daha az form hatalı işlenmelerinin imkânı vardır. Yapılan bu tez çalışmasında ileri işleme teknolojilerinin serbest yüzeylerinin işlenmesini sonucunda meydana gelen form hatalarının iyileştirilmesi üzerine çalışılmıştır. Deneyde havacılık sektöründe kullanılan ve işlenmesi çok hassas olan Airfoil(Uçak Kanat Profili) kullanılmıştır. Kullanılan NACA2412 airfoil bilgileri Airfoil database search sitesinden indirilmiştir. CAM programı kullanılarak kaba, yarı finiş ve finiş işlemleri gerçekleştirilmiştir. 9 parçanın kaba ve yarı finiş işlemelerinde aynı takımlar kullanılmıştır. Ancak finiş işlemelerinde 3 parçada bir takım değiştirilmiştir. Bunun nedeni takımdan kaynaklanacak form hatalarını en az indirmektir. Sonuçları iyi analiz edebilmek için günümüzde sıkça kullanılan Taguchi deney tasarımı kullanılmıştır. Form hataları CMM kullanılarak gerekli analizler yapılmıştır. Yapılan analizler

sonucunda form hatasının en fazla olan parçalar tespit edildi. Bu parçalar ileri işleme teknolojileri kullanılarak tekrar işlendi ve bu teknolojilerin form hatalarına olan etkileri incelenmiştir. Deney akış şeması aşağıdaki gibidir;



Şekil 28. Deney Akış Şeması

BÖLÜM 3

ÖLÇÜM SONUÇLARI VE FORM HATALARI

3.1. 1 NUMARALI BLOK ÖLÇÜM SONUÇLARI VE FORM HATALARI ANALİZİ

1 numaralı blokta bulunan 3 parçanın finiş işlenmesinde aynı scallop yüksekliği kullanıldı. Kullanılan scallop yükseklik 0,000416696 mm. Ancak farklı kesme şartları (kesme hızı ve diş başı ilerleme) kullanılmıştır. Her parçada toplam 6 ölçüm eğrisi vardır. Bu eğrilerde 23 nokta referans alınmıştır. Her parça için yapılan ölçüm sonuçları ve form hata grafikleri aşağıdaki gibidir.

1 numaralı parçanın işlenmesinde kullanılan kesme şartları;

- Vc (kesme hızı) =150 m/min
- Fz (diş başı ilerleme) =0.15 mm/diş
- Step over=0.8 mm
- Scallop Yüksekliği = 0,000416696 mm

1 numaralı parçada bulunan 6 eğrinin ölçüm sonuçları ve forma hataları;

(mm)	ACTUAL	NOMINAL	LO-TOL	HI-TOL	DEVIATION GRAPHIC		ERROR
Curve:Curve_1							
Line-Profile	-0.140,-0.073		-0.100	+0.100		<--+---	-0.040

Nom.X	Nom.Y	Nom.Z	Act.X	Act.Y	Act.Z	Dev	Hata
0.428	4.000	9.214	0.399	4.000	9.122	-0.085	
2.648	4.000	9.653	2.618	4.000	9.552	-0.093	
4.615	4.000	10.015	4.582	4.000	9.917	-0.090	
6.586	4.000	10.352	6.551	4.000	10.253	-0.091	
8.562	4.000	10.663	8.525	4.000	10.567	-0.090	
10.541	4.000	10.950	10.535	4.000	10.862	-0.087	
12.524	4.000	11.214	12.515	4.000	11.127	-0.085	
14.509	4.000	11.456	14.497	4.000	11.368	-0.086	
16.498	4.000	11.670	16.481	4.000	11.581	-0.087	
18.489	4.000	11.853	18.469	4.000	11.767	-0.084	
20.483	4.000	12.008	20.460	4.000	11.925	-0.081	
22.479	4.000	12.131	22.454	4.000	12.051	-0.078	
24.478	4.000	12.214	24.450	4.000	12.138	-0.075	
26.477	4.000	12.246	26.448	4.000	12.173	-0.073	
28.477	4.000	12.221	28.411	4.000	12.147	-0.076	
30.474	4.000	12.123	30.437	4.000	12.044	-0.081	
32.466	4.000	11.938	32.424	4.000	11.856	-0.086	
34.446	4.000	11.662	34.398	4.000	11.569	-0.100	-0.000
35.978	4.000	11.352	35.924	4.000	11.255	-0.106	-0.006
37.463	4.000	10.936	37.371	4.000	10.845	-0.114	-0.014
38.160	4.000	10.690	38.063	4.000	10.591	-0.128	-0.028
38.695	4.000	10.457	38.594	4.000	10.354	-0.136	-0.036
39.151	4.000	10.220	39.046	4.000	10.118	-0.140	-0.040

Curve:CURVE_2

Line-Profile -0.138,-0.071 -0.100 +0.100 <--+--- -0.038

0.428	11.000	9.214	0.402	11.000	9.125	-0.082	
2.648	11.000	9.653	2.620	11.000	9.556	-0.090	
4.615	11.000	10.015	4.584	11.000	9.921	-0.086	
6.586	11.000	10.352	6.553	11.000	10.259	-0.086	
8.562	11.000	10.663	8.526	11.000	10.570	-0.086	
10.541	11.000	10.950	10.537	11.000	10.862	-0.086	
12.524	11.000	11.214	12.517	11.000	11.126	-0.086	
14.509	11.000	11.456	14.500	11.000	11.369	-0.085	
16.498	11.000	11.670	16.486	11.000	11.586	-0.083	
18.489	11.000	11.853	18.474	11.000	11.772	-0.080	
20.483	11.000	12.008	20.466	11.000	11.929	-0.077	
22.479	11.000	12.131	22.459	11.000	12.055	-0.075	
24.478	11.000	12.214	24.454	11.000	12.140	-0.073	
26.477	11.000	12.246	26.450	11.000	12.175	-0.071	
28.477	11.000	12.221	28.410	11.000	12.149	-0.074	
30.474	11.000	12.123	30.436	11.000	12.047	-0.078	
32.466	11.000	11.938	32.424	11.000	11.858	-0.084	
34.446	11.000	11.662	34.399	11.000	11.567	-0.102	-0.002
35.978	11.000	11.352	35.927	11.000	11.257	-0.104	-0.004
37.463	11.000	10.936	37.371	11.000	10.844	-0.116	-0.016
38.160	11.000	10.690	38.064	11.000	10.593	-0.126	-0.026
38.695	11.000	10.457	38.594	11.000	10.356	-0.135	-0.035
39.151	11.000	10.220	39.046	11.000	10.121	-0.138	-0.038

Curve:CURVE_3

Line-Profile -0.137,-0.070 -0.100 +0.100 <--+--- -0.037

0.428	18.000	9.214	0.399	18.000	9.126	-0.081	
2.648	18.000	9.653	2.616	18.000	9.559	-0.086	
4.615	18.000	10.015	4.581	18.000	9.921	-0.086	
6.586	18.000	10.352	6.549	18.000	10.258	-0.086	
8.562	18.000	10.663	8.522	18.000	10.570	-0.086	
10.541	18.000	10.950	10.533	18.000	10.864	-0.084	
12.524	18.000	11.214	12.512	18.000	11.129	-0.083	
14.509	18.000	11.456	14.494	18.000	11.372	-0.082	
16.498	18.000	11.670	16.479	18.000	11.587	-0.080	
18.489	18.000	11.853	18.467	18.000	11.772	-0.079	
20.483	18.000	12.008	20.456	18.000	11.928	-0.077	
22.479	18.000	12.131	22.448	18.000	12.055	-0.074	
24.478	18.000	12.214	24.443	18.000	12.142	-0.071	
26.477	18.000	12.246	26.440	18.000	12.177	-0.070	
28.477	18.000	12.221	28.401	18.000	12.150	-0.073	
30.474	18.000	12.123	30.429	18.000	12.048	-0.078	
32.466	18.000	11.938	32.417	18.000	11.859	-0.084	
34.446	18.000	11.662	34.359	18.000	11.579	-0.097	
35.978	18.000	11.352	35.920	18.000	11.258	-0.105	-0.005
37.463	18.000	10.936	37.367	18.000	10.849	-0.112	-0.012
38.160	18.000	10.690	38.059	18.000	10.596	-0.125	-0.025
38.695	18.000	10.457	38.589	18.000	10.356	-0.137	-0.037
39.151	18.000	10.220	39.043	18.000	10.124	-0.137	-0.037

Curve:CURVE_4

Line-Profile -0.140,-0.070 -0.100 +0.100 <--+--- -0.040

Nom.X	Nom.Y	Nom.Z	Act.X	Act.Y	Act.Z	Dev
0.428	25.000	9.214	0.401	25.000	9.128	-0.079
2.648	25.000	9.653	2.618	25.000	9.558	-0.087
4.615	25.000	10.015	4.583	25.000	9.921	-0.086
6.586	25.000	10.352	6.552	25.000	10.259	-0.086
8.562	25.000	10.663	8.525	25.000	10.572	-0.085
10.541	25.000	10.950	10.535	25.000	10.865	-0.083
12.524	25.000	11.214	12.515	25.000	11.130	-0.082
14.509	25.000	11.456	14.497	25.000	11.372	-0.082
16.498	25.000	11.670	16.482	25.000	11.587	-0.081
18.489	25.000	11.853	18.469	25.000	11.773	-0.078
20.483	25.000	12.008	20.459	25.000	11.931	-0.075
22.479	25.000	12.131	22.452	25.000	12.057	-0.072
24.478	25.000	12.214	24.446	25.000	12.143	-0.070
26.477	25.000	12.246	26.442	25.000	12.177	-0.070
28.477	25.000	12.221	28.403	25.000	12.151	-0.072

30.474	25.000	12.123	30.429	25.000	12.050	-0.077	
32.466	25.000	11.938	32.413	25.000	11.859	-0.084	
34.446	25.000	11.662	34.387	25.000	11.572	-0.099	
35.978	25.000	11.352	35.915	25.000	11.259	-0.105	-0.005
37.463	25.000	10.936	37.362	25.000	10.848	-0.114	-0.014
38.160	25.000	10.690	38.055	25.000	10.597	-0.126	-0.026
38.695	25.000	10.457	38.586	25.000	10.358	-0.136	-0.036
39.151	25.000	10.220	39.039	25.000	10.123	-0.140	-0.040

Curve:CURVE_5

Line-Profile -0.139,-0.070 -0.100 +0.100 <--+--- -0.039

0.428	32.000	9.214	0.402	32.000	9.128	-0.079	
2.648	32.000	9.653	2.620	32.000	9.560	-0.086	
4.615	32.000	10.015	4.584	32.000	9.924	-0.084	
6.586	32.000	10.352	6.553	32.000	10.258	-0.087	
8.562	32.000	10.663	8.526	32.000	10.575	-0.082	
10.541	32.000	10.950	10.537	32.000	10.866	-0.083	
12.524	32.000	11.214	12.517	32.000	11.129	-0.084	
14.509	32.000	11.456	14.499	32.000	11.372	-0.082	
16.498	32.000	11.670	16.485	32.000	11.589	-0.079	
18.489	32.000	11.853	18.473	32.000	11.775	-0.077	
20.483	32.000	12.008	20.464	32.000	11.931	-0.075	
22.479	32.000	12.131	22.457	32.000	12.057	-0.073	
24.478	32.000	12.214	24.452	32.000	12.143	-0.071	
26.477	32.000	12.246	26.450	32.000	12.176	-0.070	
28.477	32.000	12.221	28.411	32.000	12.151	-0.072	
30.474	32.000	12.123	30.437	32.000	12.047	-0.078	
32.466	32.000	11.938	32.423	32.000	11.860	-0.082	
34.446	32.000	11.662	34.363	32.000	11.579	-0.097	
35.978	32.000	11.352	35.890	32.000	11.262	-0.108	-0.008
37.463	32.000	10.936	37.371	32.000	10.844	-0.115	-0.015
38.160	32.000	10.690	38.063	32.000	10.592	-0.127	-0.027
38.695	32.000	10.457	38.593	32.000	10.353	-0.138	-0.038
39.151	32.000	10.220	39.045	32.000	10.120	-0.139	-0.039

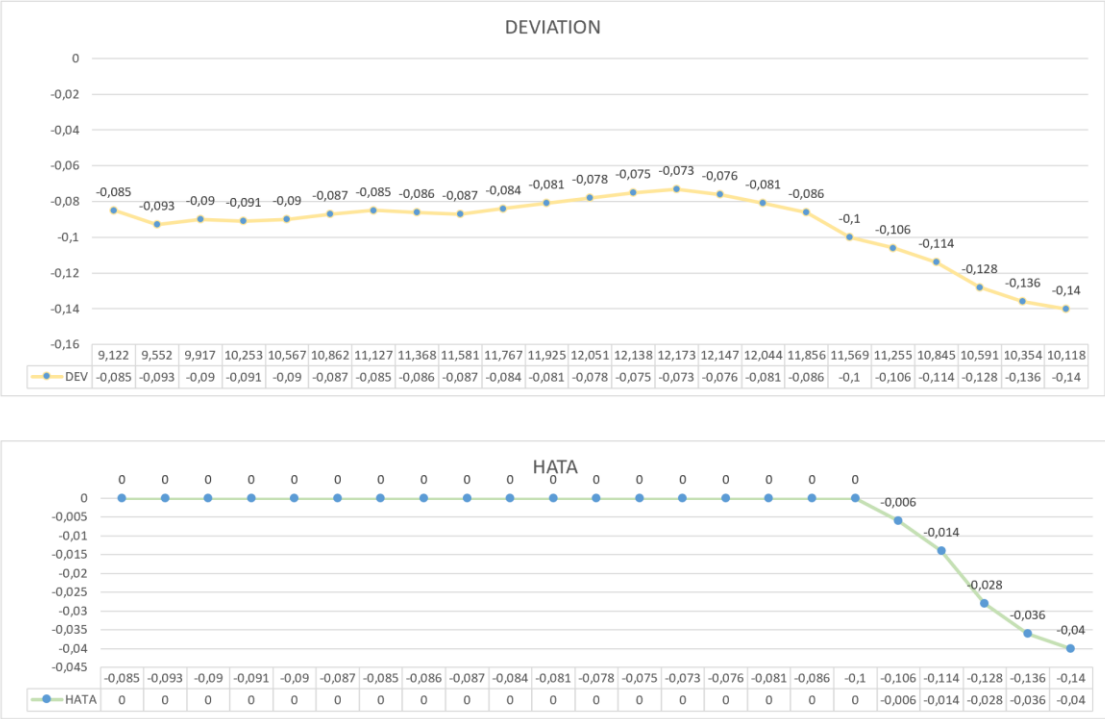
Curve:CURVE_6

Line-Profile -0.143,-0.072 -0.100 +0.100 <--+--- -0.043

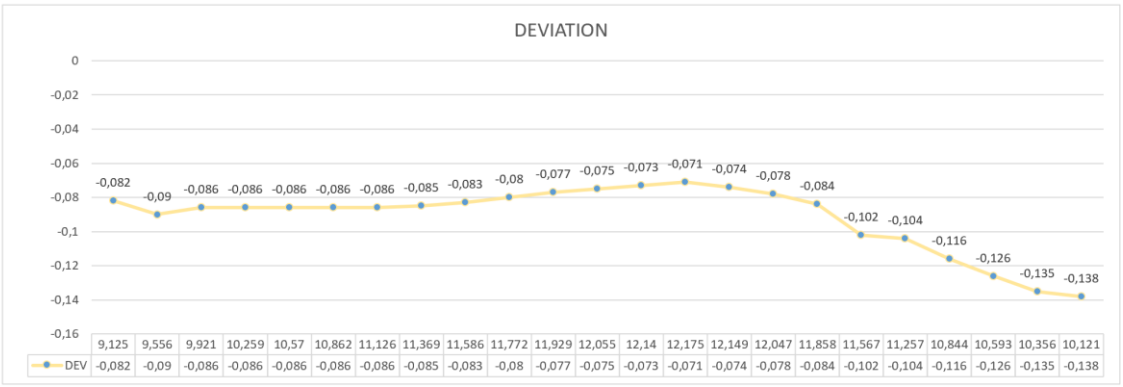
Nom.X	Nom.Y	Nom.Z	Act.X	Act.Y	Act.Z	Dev	
0.428	39.000	9.214	0.398	39.000	9.126	-0.080	
2.648	39.000	9.653	2.617	39.000	9.558	-0.087	
4.615	39.000	10.015	4.581	39.000	9.921	-0.086	
6.586	39.000	10.352	6.551	39.000	10.258	-0.087	
8.562	39.000	10.663	8.524	39.000	10.571	-0.086	
10.541	39.000	10.950	10.535	39.000	10.867	-0.082	
12.524	39.000	11.214	12.516	39.000	11.131	-0.081	
14.509	39.000	11.456	14.499	39.000	11.373	-0.081	
16.498	39.000	11.670	16.486	39.000	11.587	-0.082	
18.489	39.000	11.853	18.475	39.000	11.771	-0.081	
20.483	39.000	12.008	20.467	39.000	11.927	-0.079	
22.479	39.000	12.131	22.460	39.000	12.054	-0.076	
24.478	39.000	12.214	24.456	39.000	12.140	-0.073	
26.477	39.000	12.246	26.453	39.000	12.175	-0.072	
28.477	39.000	12.221	28.413	39.000	12.149	-0.074	
30.474	39.000	12.123	30.437	39.000	12.046	-0.080	
32.466	39.000	11.938	32.425	39.000	11.855	-0.087	
34.446	39.000	11.662	34.401	39.000	11.567	-0.102	-0.002
35.978	39.000	11.352	35.929	39.000	11.255	-0.106	-0.006
37.463	39.000	10.936	37.374	39.000	10.843	-0.116	-0.016
38.160	39.000	10.690	38.066	39.000	10.588	-0.130	-0.030
38.695	39.000	10.457	38.595	39.000	10.348	-0.141	-0.041
39.151	39.000	10.220	39.047	39.000	10.114	-0.143	-0.043

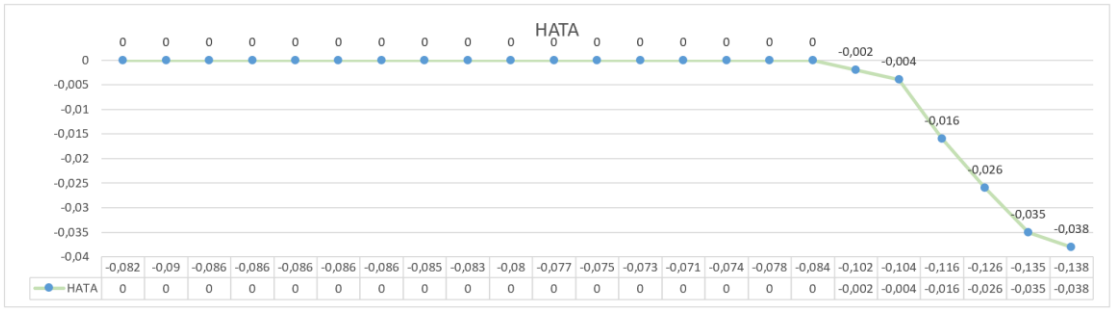
==========

Tablo 8.1-1 Numaralı Parçanın 6 Adet Eğrinin Ölçüm Sonuçları

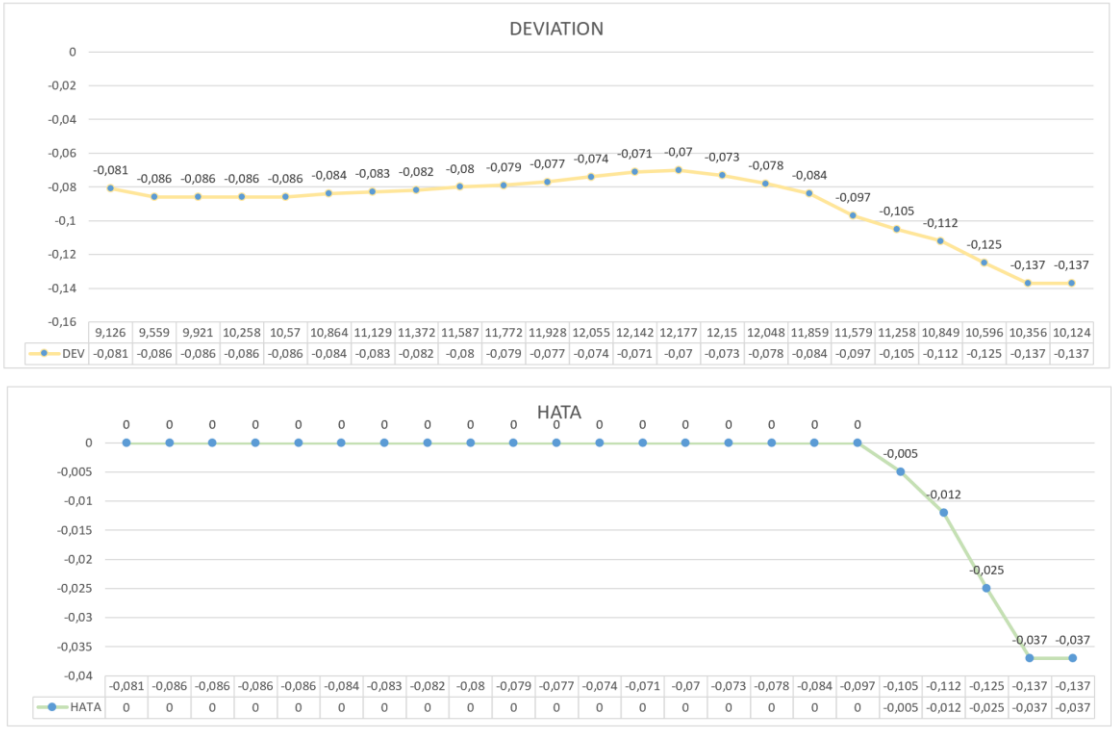


Şekil 29.1-1-1 Numaralı Eğrinin Sapma ve Hata Sonuçları

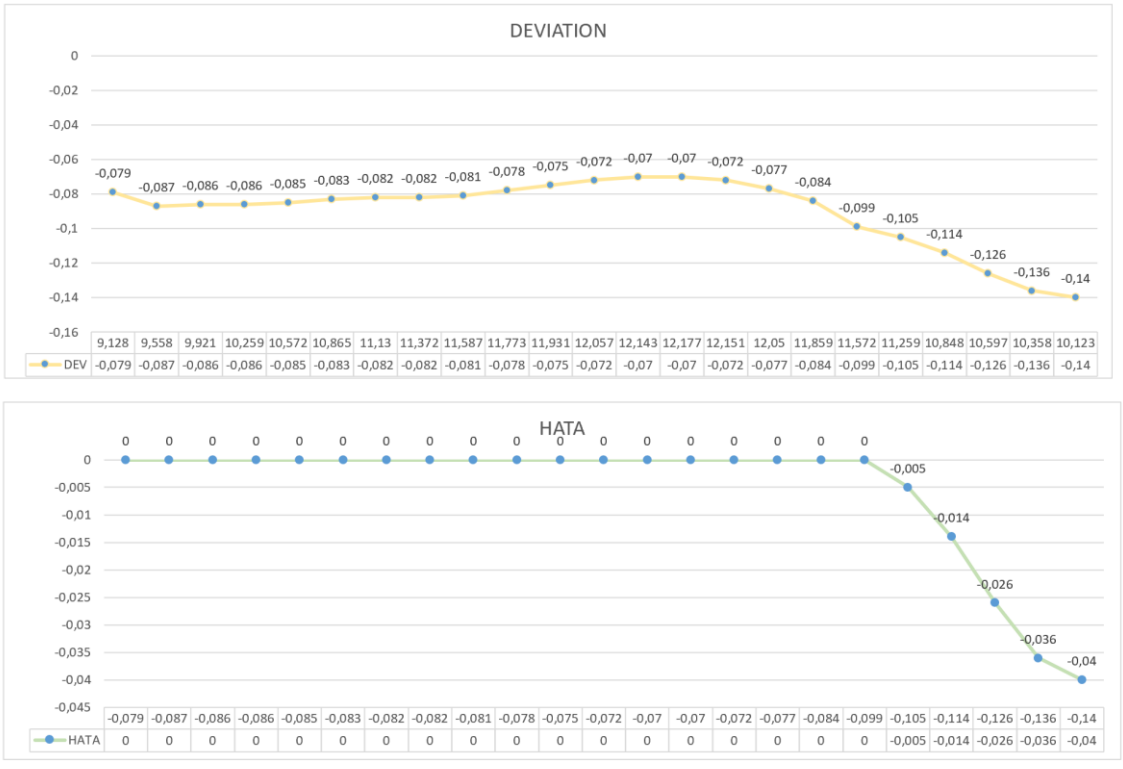




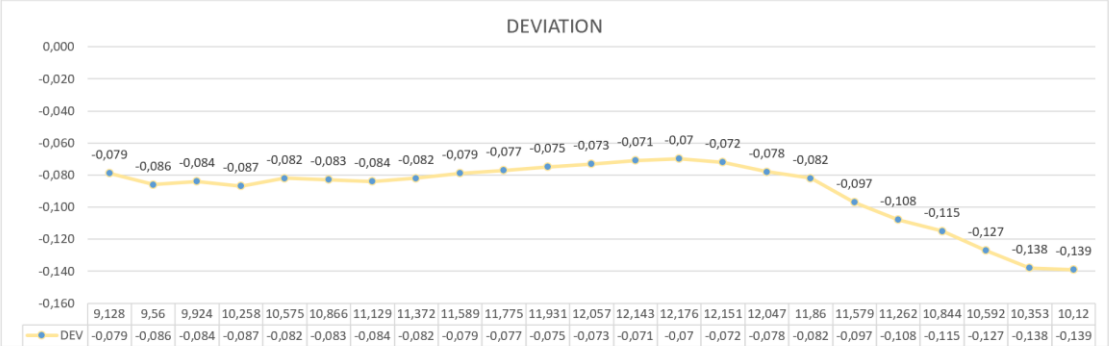
Şekil 30.1-1-2 Numaralı Eğrinin Sapma ve Hata Sonuçları

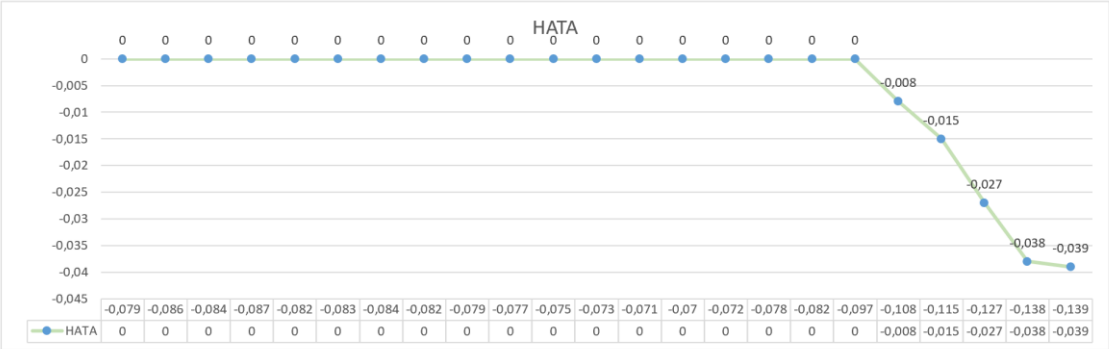


Şekil 31.1-1-3 Numaralı Eğrinin Sapma ve Hata Sonuçları

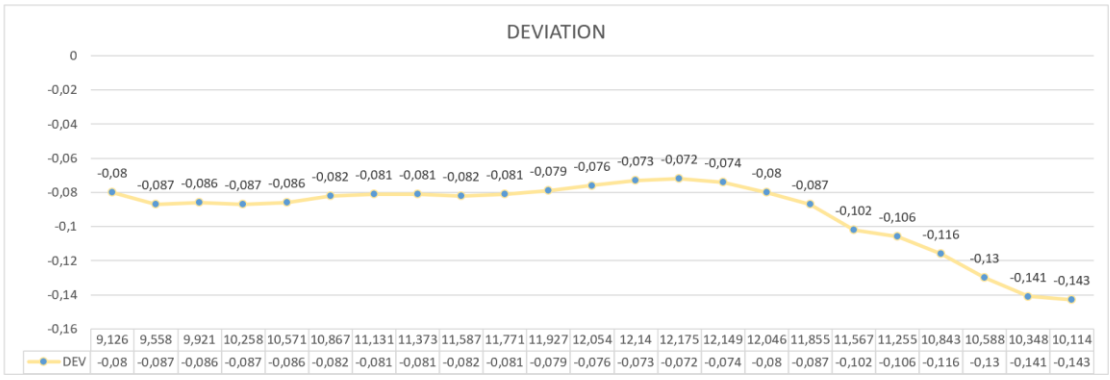


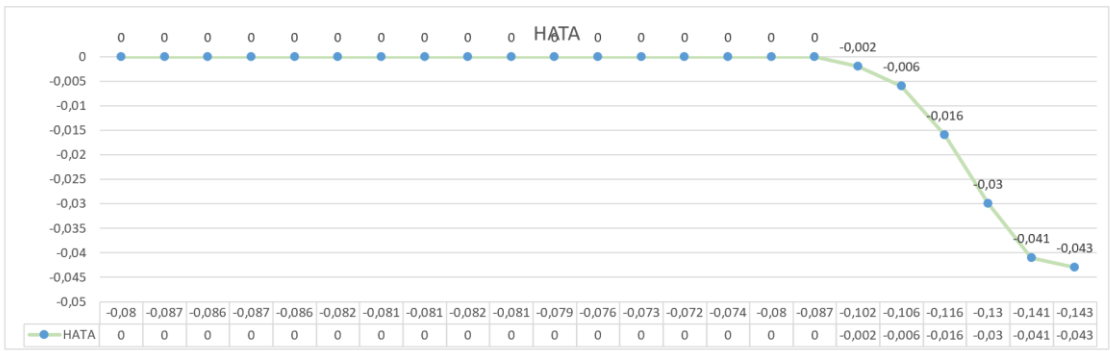
Şekil 32.1-1-4 Numaralı Eğrinin Sapma ve Hata Sonuçları



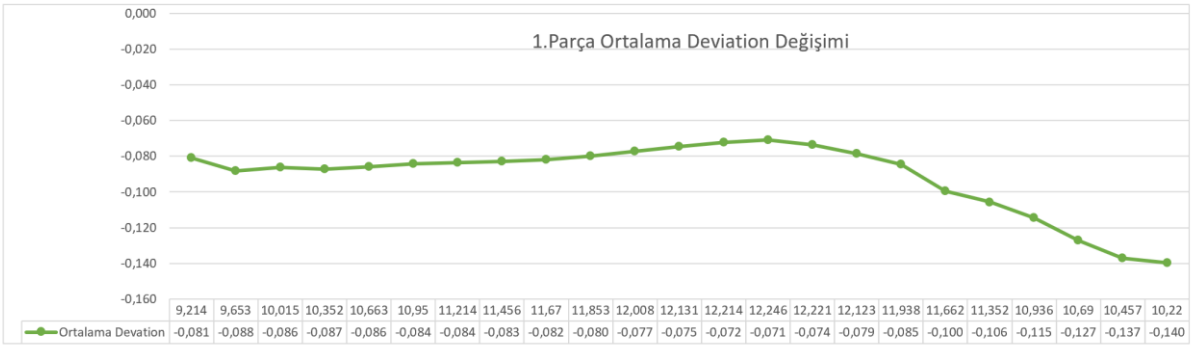


Şekil 33.1-1-5 Numaralı Eğrinin Sapma ve Hata Sonuçları





Şekil 34.1-1-6 Numaralı Eğrinin Sapma ve Hata Sonuçları



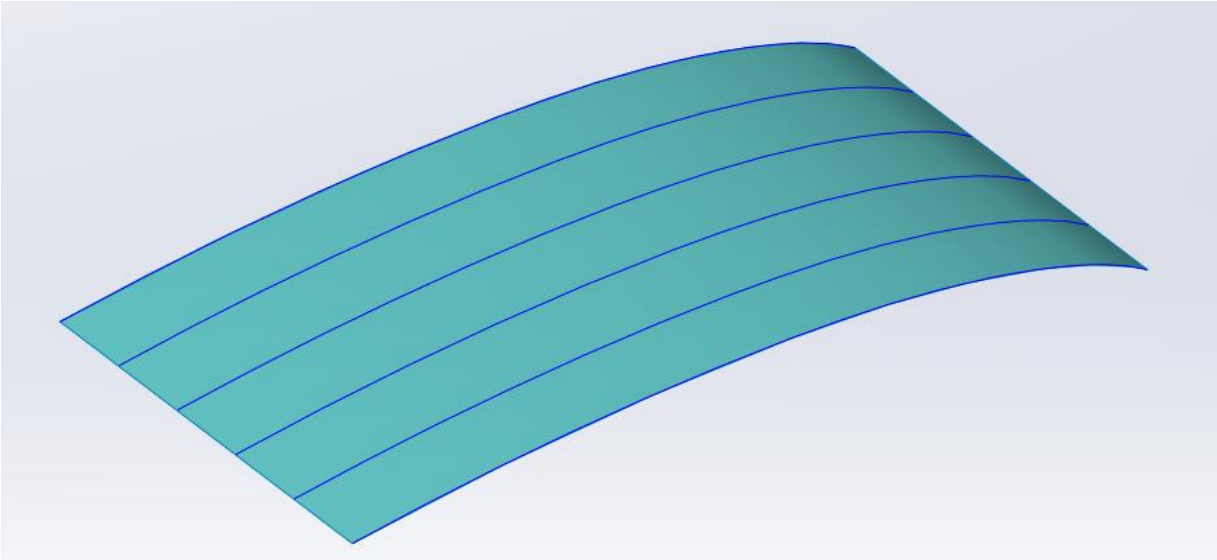
	9,214	9,653	10,015	10,352	10,663	10,95	11,214	11,456	11,67	11,853	12,008	12,131	12,214	12,246	12,221	12,123	11,938	11,662	11,352	10,936	10,69	10,457	10,22
Ortalama Devation	-0,081	-0,088	-0,086	-0,087	-0,086	-0,084	-0,084	-0,083	-0,082	-0,080	-0,077	-0,075	-0,072	-0,071	-0,074	-0,079	-0,085	-0,100	-0,106	-0,115	-0,127	-0,137	-0,140

Şekil 35.1-1 Numaralı Parçanın Ortalama Sapma Sonuçları

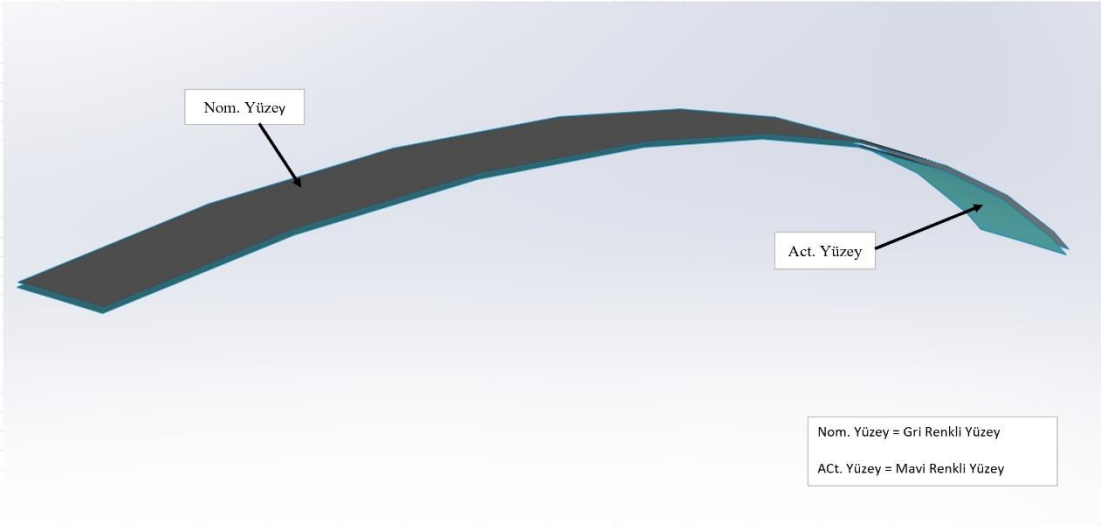


	9,214	9,653	10,015	10,352	10,663	10,95	11,214	11,456	11,67	11,853	12,008	12,131	12,214	12,246	12,221	12,123	11,938	11,662	11,352	10,936	10,69	10,457	10,22
Curve1_Hata	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0,006	-0,014	-0,028	-0,036	-0,04
Curve2_Hata	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0,002	-0,004	-0,016	-0,026	-0,035	-0,038
Curve3_Hata	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0,005	-0,012	-0,025	-0,037	-0,037
Curve4_Hata	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0,005	-0,014	-0,026	-0,036	-0,04
Curve5_Hata	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0,008	-0,015	-0,027	-0,038	-0,039
Curve6_Hata	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0,002	-0,006	-0,016	-0,03	-0,041	-0,043

Şekil 36.1- 1 Numaralı Parçanın Hata Sonuçları



Şekil 37. 1- 1 Numaralı Parçanın Act. Sonuçları ile Tasarlanmış Yüzey



Şekil 38. 1- 1 Numaralı Parçanın Act. Ve Nom. Yüzeyler

2 numaralı parçanın işlenmesinde kullanılan kesme şartları;

- Vc (kesme hızı) =120 m/min
- Fz (diş başı ilerleme) =0.1 mm/diş
- Step over=0.8 mm
- Scallop Yüksekliği = 0,000416696 mm

2 nolu parçada bulunan 6 eğrinin ölçüm sonuçları ve forma hataları;

(mm)	ACTUAL	NOMINAL	LO-TOL	HI-TOL	DEVIATION	GRAPHIC	ERROR
Curve:Curve_1							
Line-Profile	-0.129,-0.075		-0.100	+0.100		<--+---	-0.029
	Nom.X	Nom.Y	Nom.Z	Act.X	Act.Y	Act.Z	Dev	Hata
	0.428	4.000	9.214	0.410	4.000	9.119	-0.089	
	2.648	4.000	9.653	2.626	4.000	9.553	-0.094	
	4.615	4.000	10.015	4.589	4.000	9.915	-0.093	
	6.586	4.000	10.352	6.557	4.000	10.253	-0.093	
	8.562	4.000	10.663	8.529	4.000	10.566	-0.091	
	10.541	4.000	10.950	10.539	4.000	10.859	-0.089	
	12.524	4.000	11.214	12.518	4.000	11.124	-0.089	
	14.509	4.000	11.456	14.499	4.000	11.366	-0.088	
	16.498	4.000	11.670	16.484	4.000	11.581	-0.087	
	18.489	4.000	11.853	18.472	4.000	11.766	-0.085	
	20.483	4.000	12.008	20.463	4.000	11.923	-0.083	
	22.479	4.000	12.131	22.455	4.000	12.050	-0.080	
	24.478	4.000	12.214	24.450	4.000	12.137	-0.076	
	26.477	4.000	12.246	26.446	4.000	12.171	-0.075	
	28.477	4.000	12.221	28.408	4.000	12.145	-0.078	
	30.474	4.000	12.123	30.436	4.000	12.042	-0.083	
	32.466	4.000	11.938	32.422	4.000	11.854	-0.088	
	34.446	4.000	11.662	34.397	4.000	11.568	-0.101	-0.001
	35.978	4.000	11.352	35.923	4.000	11.255	-0.106	-0.006
	37.463	4.000	10.936	37.370	4.000	10.846	-0.114	-0.014
	38.160	4.000	10.690	38.063	4.000	10.597	-0.123	-0.023
	38.695	4.000	10.457	38.595	4.000	10.362	-0.129	-0.029
	39.151	4.000	10.220	39.049	4.000	10.132	-0.127	-0.027

Curve:CURVE_2

Line-Profile -0.133,-0.074 -0.100 +0.100 <--+--- -0.033

Nom.X	Nom.Y	Nom.Z	Act.X	Act.Y	Act.Z	Dev	
0.428	11.000	9.214	0.409	11.000	9.121	-0.088	
2.648	11.000	9.653	2.625	11.000	9.556	-0.091	
4.615	11.000	10.015	4.589	11.000	9.917	-0.092	
6.586	11.000	10.352	6.556	11.000	10.255	-0.091	
8.562	11.000	10.663	8.528	11.000	10.568	-0.089	
10.541	11.000	10.950	10.538	11.000	10.861	-0.088	
12.524	11.000	11.214	12.517	11.000	11.127	-0.085	
14.509	11.000	11.456	14.499	11.000	11.369	-0.085	
16.498	11.000	11.670	16.484	11.000	11.583	-0.085	
18.489	11.000	11.853	18.473	11.000	11.768	-0.084	
20.483	11.000	12.008	20.463	11.000	11.925	-0.081	
22.479	11.000	12.131	22.455	11.000	12.051	-0.078	
24.478	11.000	12.214	24.449	11.000	12.138	-0.075	
26.477	11.000	12.246	26.444	11.000	12.172	-0.074	
28.477	11.000	12.221	28.406	11.000	12.145	-0.078	
30.474	11.000	12.123	30.433	11.000	12.043	-0.083	
32.466	11.000	11.938	32.421	11.000	11.855	-0.087	
34.446	11.000	11.662	34.394	11.000	11.567	-0.103	-0.003
35.978	11.000	11.352	35.921	11.000	11.255	-0.107	-0.007
37.463	11.000	10.936	37.368	11.000	10.845	-0.116	-0.016
38.160	11.000	10.690	38.061	11.000	10.594	-0.126	-0.026
38.695	11.000	10.457	38.593	11.000	10.358	-0.133	-0.033
39.151	11.000	10.220	39.047	11.000	10.128	-0.131	-0.031

Curve:CURVE_3

Line-Profile -0.136,-0.073 -0.100 +0.100 <--+--- -0.036

0.428	18.000	9.214	0.409	18.000	9.121	-0.087	
2.648	18.000	9.653	2.626	18.000	9.557	-0.090	
4.615	18.000	10.015	4.589	18.000	9.919	-0.090	
6.586	18.000	10.352	6.557	18.000	10.256	-0.090	
8.562	18.000	10.663	8.529	18.000	10.570	-0.087	
10.541	18.000	10.950	10.539	18.000	10.862	-0.086	
12.524	18.000	11.214	12.518	18.000	11.128	-0.085	
14.509	18.000	11.456	14.500	18.000	11.370	-0.085	
16.498	18.000	11.670	16.485	18.000	11.584	-0.085	
18.489	18.000	11.853	18.473	18.000	11.770	-0.082	
20.483	18.000	12.008	20.464	18.000	11.927	-0.079	
22.479	18.000	12.131	22.456	18.000	12.053	-0.077	
24.478	18.000	12.214	24.451	18.000	12.139	-0.074	
26.477	18.000	12.246	26.448	18.000	12.173	-0.073	
28.477	18.000	12.221	28.409	18.000	12.145	-0.077	
30.474	18.000	12.123	30.435	18.000	12.042	-0.084	
32.466	18.000	11.938	32.422	18.000	11.854	-0.088	
34.446	18.000	11.662	34.362	18.000	11.573	-0.103	-0.003
35.978	18.000	11.352	35.922	18.000	11.253	-0.109	-0.009
37.463	18.000	10.936	37.369	18.000	10.843	-0.117	-0.017
38.160	18.000	10.690	38.061	18.000	10.590	-0.130	-0.030
38.695	18.000	10.457	38.592	18.000	10.355	-0.136	-0.036
39.151	18.000	10.220	39.046	18.000	10.124	-0.136	-0.036

Curve:CURVE_4

Line-Profile -0.141,-0.073 -0.100 +0.100 <--+--- -0.041

0.428	25.000	9.214	0.409	25.000	9.123	-0.085	
2.648	25.000	9.653	2.625	25.000	9.557	-0.089	
4.615	25.000	10.015	4.588	25.000	9.920	-0.088	
6.586	25.000	10.352	6.557	25.000	10.258	-0.087	
8.562	25.000	10.663	8.529	25.000	10.572	-0.085	
10.541	25.000	10.950	10.539	25.000	10.865	-0.084	
12.524	25.000	11.214	12.518	25.000	11.130	-0.083	
14.509	25.000	11.456	14.501	25.000	11.371	-0.083	
16.498	25.000	11.670	16.486	25.000	11.585	-0.083	
18.489	25.000	11.853	18.474	25.000	11.771	-0.081	
20.483	25.000	12.008	20.464	25.000	11.928	-0.078	
22.479	25.000	12.131	22.457	25.000	12.055	-0.075	
24.478	25.000	12.214	24.452	25.000	12.140	-0.073	
26.477	25.000	12.246	26.448	25.000	12.173	-0.073	
28.477	25.000	12.221	28.409	25.000	12.146	-0.077	

30.474	25.000	12.123	30.436	25.000	12.043	-0.083	
32.466	25.000	11.938	32.423	25.000	11.853	-0.089	
34.446	25.000	11.662	34.398	25.000	11.566	-0.103	-0.003
35.978	25.000	11.352	35.924	25.000	11.251	-0.110	-0.010
37.463	25.000	10.936	37.369	25.000	10.840	-0.120	-0.020
38.160	25.000	10.690	38.059	25.000	10.588	-0.132	-0.032
38.695	25.000	10.457	38.587	25.000	10.352	-0.141	-0.041
39.151	25.000	10.220	39.040	25.000	10.123	-0.139	-0.039

Curve:CURVE_5

Line-Profile -0.144,-0.073 -0.100 +0.100 <--+--- -0.044

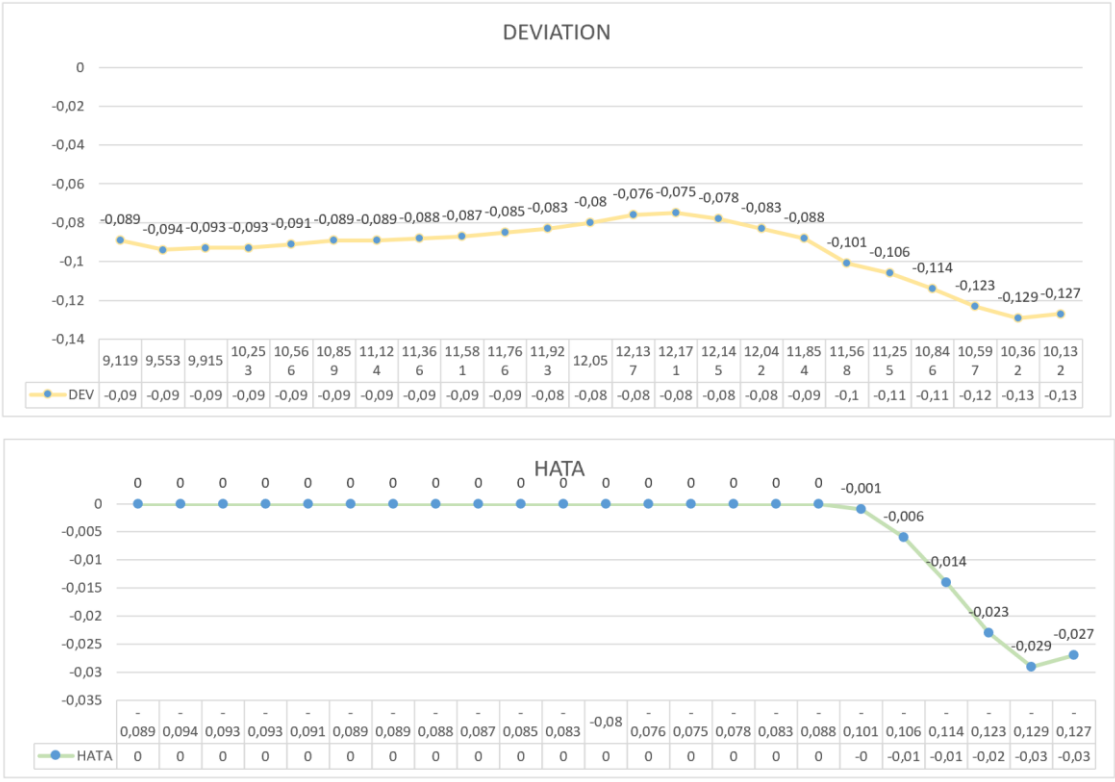
Nom.X	Nom.Y	Nom.Z	Act.X	Act.Y	Act.Z	Dev	
0.428	32.000	9.214	0.404	32.000	9.124	-0.083	
2.648	32.000	9.653	2.619	32.000	9.558	-0.087	
4.615	32.000	10.015	4.582	32.000	9.920	-0.087	
6.586	32.000	10.352	6.550	32.000	10.258	-0.087	
8.562	32.000	10.663	8.523	32.000	10.571	-0.086	
10.541	32.000	10.950	10.533	32.000	10.865	-0.083	
12.524	32.000	11.214	12.512	32.000	11.128	-0.083	
14.509	32.000	11.456	14.494	32.000	11.371	-0.082	
16.498	32.000	11.670	16.480	32.000	11.587	-0.081	
18.489	32.000	11.853	18.468	32.000	11.772	-0.079	
20.483	32.000	12.008	20.459	32.000	11.928	-0.078	
22.479	32.000	12.131	22.452	32.000	12.054	-0.076	
24.478	32.000	12.214	24.447	32.000	12.139	-0.074	
26.477	32.000	12.246	26.443	32.000	12.173	-0.073	
28.477	32.000	12.221	28.405	32.000	12.146	-0.077	
30.474	32.000	12.123	30.432	32.000	12.043	-0.083	
32.466	32.000	11.938	32.419	32.000	11.854	-0.089	
34.446	32.000	11.662	34.393	32.000	11.564	-0.106	-0.006
35.978	32.000	11.352	35.920	32.000	11.251	-0.112	-0.012
37.463	32.000	10.936	37.367	32.000	10.837	-0.123	-0.023
38.160	32.000	10.690	38.059	32.000	10.586	-0.134	-0.034
38.695	32.000	10.457	38.590	32.000	10.349	-0.143	-0.043
39.151	32.000	10.220	39.040	32.000	10.118	-0.144	-0.044

Curve:CURVE_6

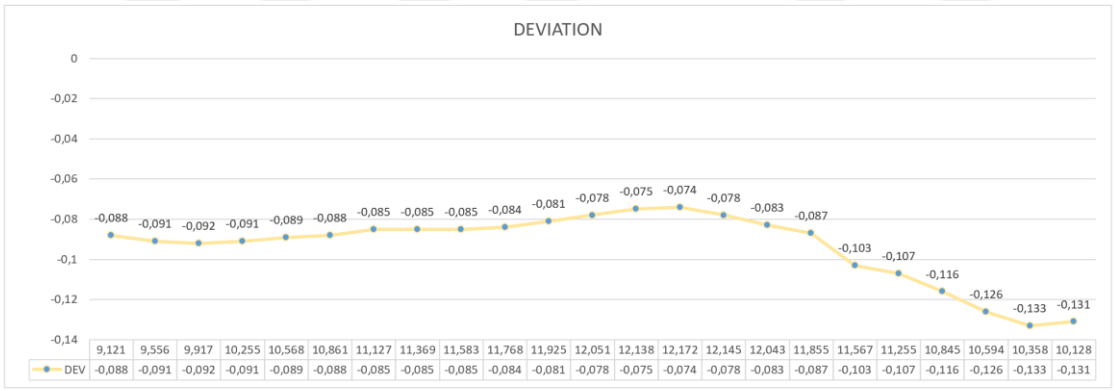
Line-Profile -0.148,-0.073 -0.100 +0.100 <--+--- -0.048

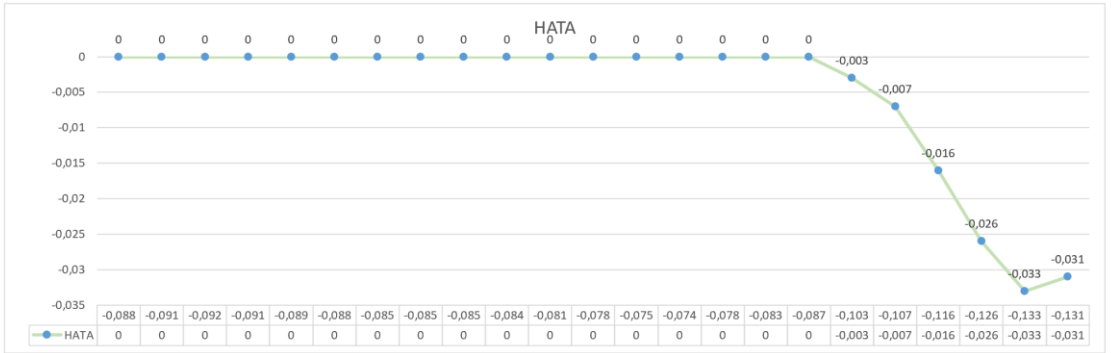
0.428	39.000	9.214	0.404	39.000	9.126	-0.082	
2.648	39.000	9.653	2.620	39.000	9.562	-0.084	
4.615	39.000	10.015	4.584	39.000	9.922	-0.086	
6.586	39.000	10.352	6.553	39.000	10.259	-0.086	
8.562	39.000	10.663	8.525	39.000	10.573	-0.084	
10.541	39.000	10.950	10.535	39.000	10.866	-0.082	
12.524	39.000	11.214	12.514	39.000	11.131	-0.081	
14.509	39.000	11.456	14.496	39.000	11.373	-0.081	
16.498	39.000	11.670	16.481	39.000	11.588	-0.080	
18.489	39.000	11.853	18.469	39.000	11.773	-0.079	
20.483	39.000	12.008	20.460	39.000	11.928	-0.077	
22.479	39.000	12.131	22.453	39.000	12.054	-0.076	
24.478	39.000	12.214	24.448	39.000	12.140	-0.073	
26.477	39.000	12.246	26.445	39.000	12.173	-0.073	
28.477	39.000	12.221	28.406	39.000	12.146	-0.077	
30.474	39.000	12.123	30.433	39.000	12.042	-0.084	
32.466	39.000	11.938	32.420	39.000	11.853	-0.089	
34.446	39.000	11.662	34.360	39.000	11.570	-0.106	-0.006
35.978	39.000	11.352	35.921	39.000	11.248	-0.114	-0.014
37.463	39.000	10.936	37.367	39.000	10.836	-0.124	-0.024
38.160	39.000	10.690	38.057	39.000	10.581	-0.139	-0.039
38.695	39.000	10.457	38.589	39.000	10.345	-0.147	-0.047
39.151	39.000	10.220	39.041	39.000	10.112	-0.148	-0.048

Tablo 9.1-2 Numaralı Parçanın 6 Adet Eğrinin Ölçüm Sonuçları

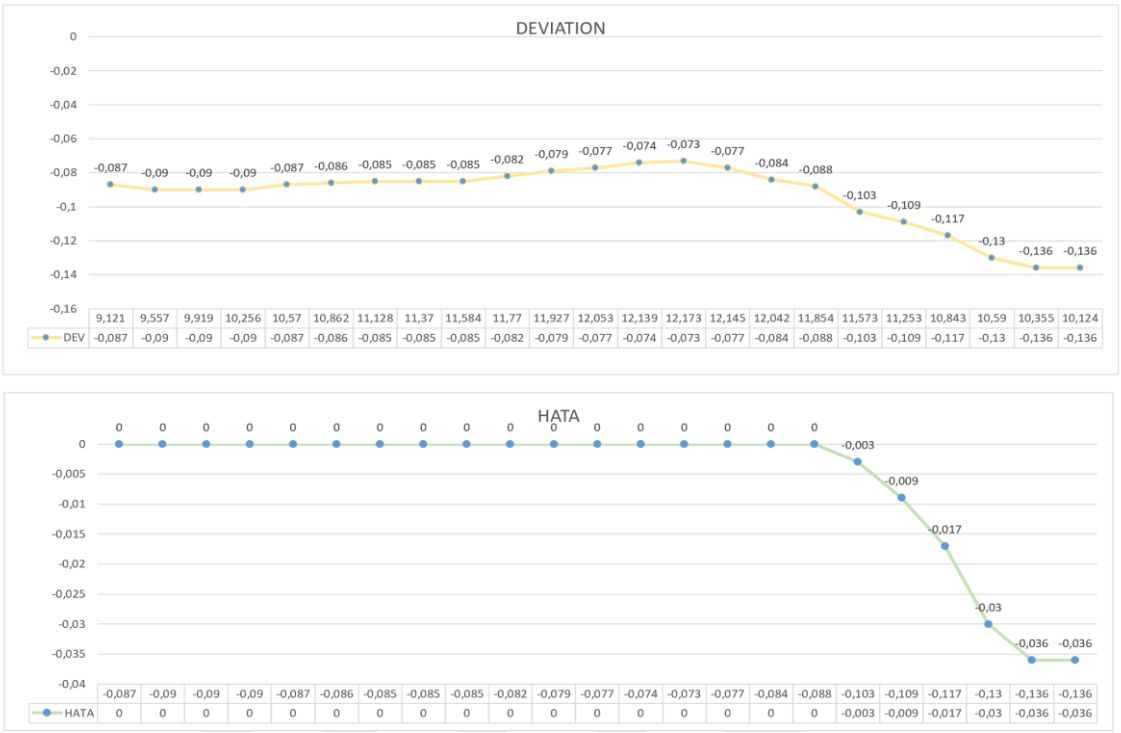


Şekil 39.1-2-1 Numaralı Eğrinin Sapma ve Hata Sonuçları

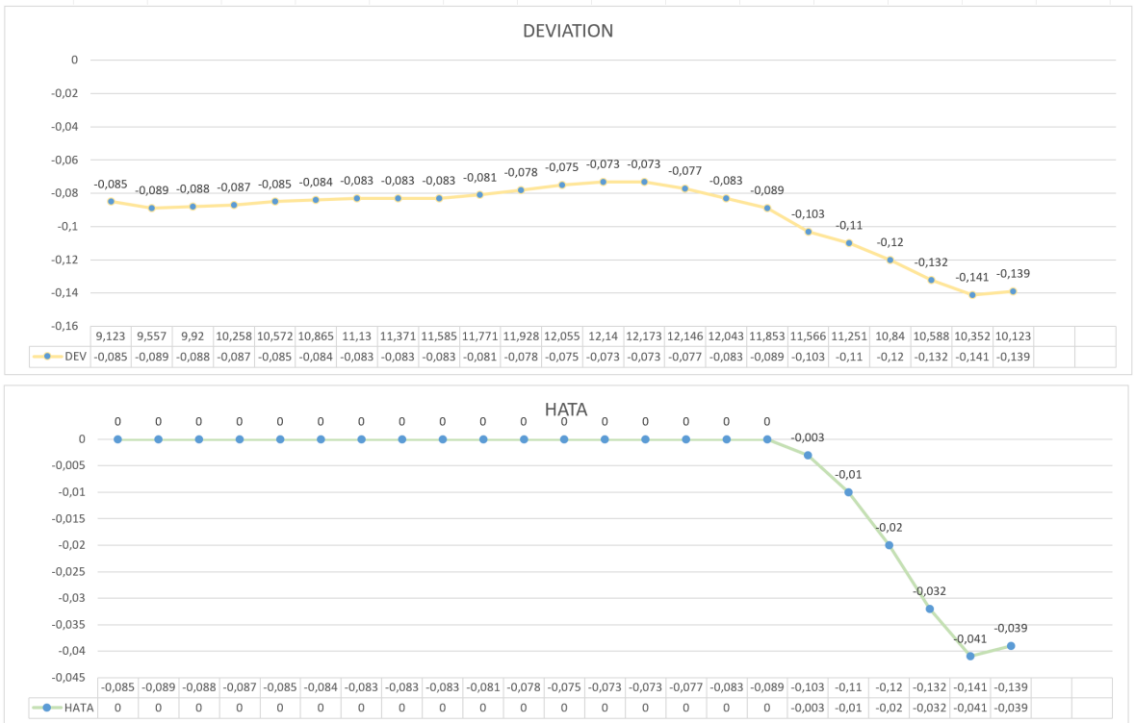




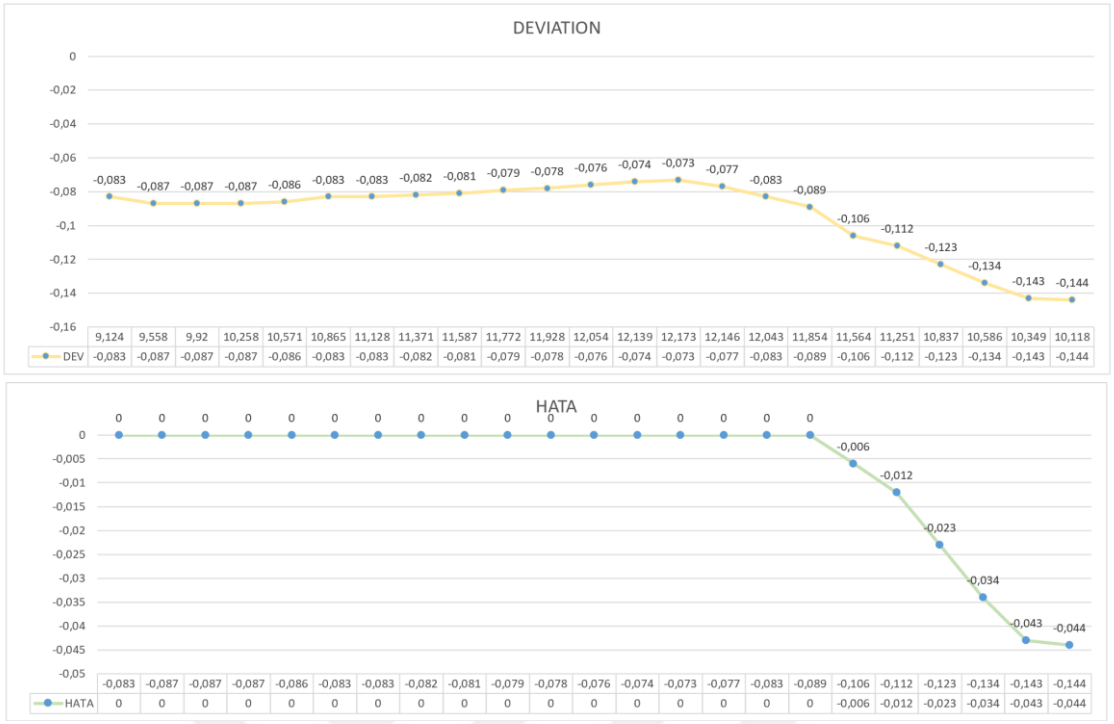
Şekil 40.1-2-2 Numaralı Eğrinin Sapma ve Hata Sonuçları



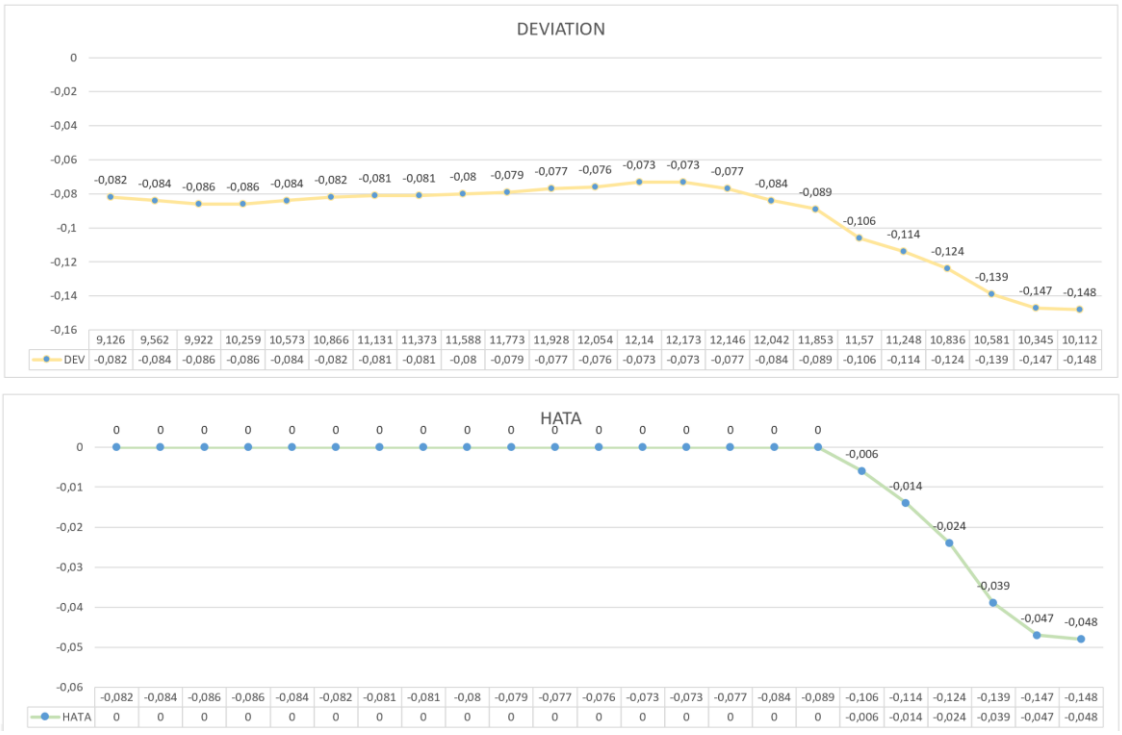
Şekil 41.1- 2-3 Numaralı Eğrinin Sapma ve Hata Sonuçları



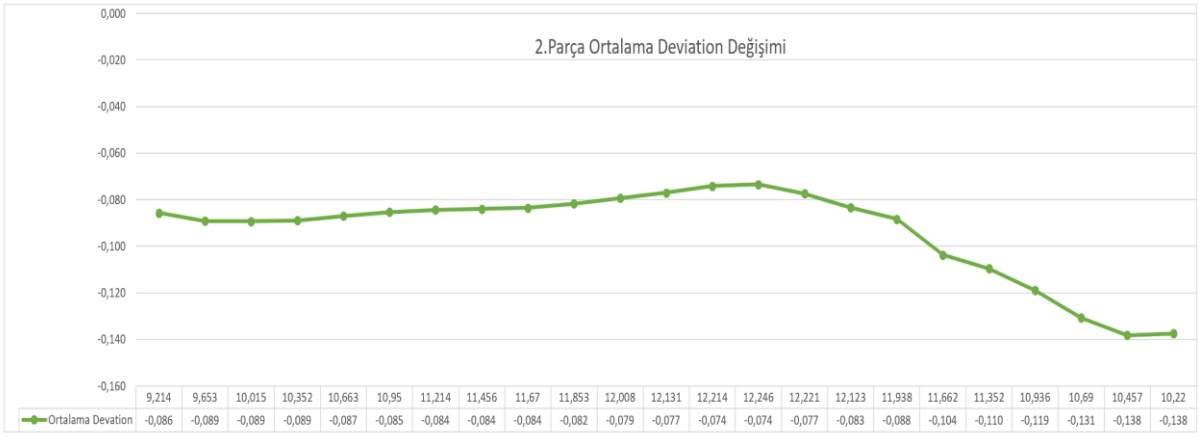
Şekil 42.1-2-4 Numaralı Eğrinin Sapma ve Hata Sonuçları



Şekil 43.1-2-5 Numaralı Eğrinin Sapma ve Hata Sonuçları



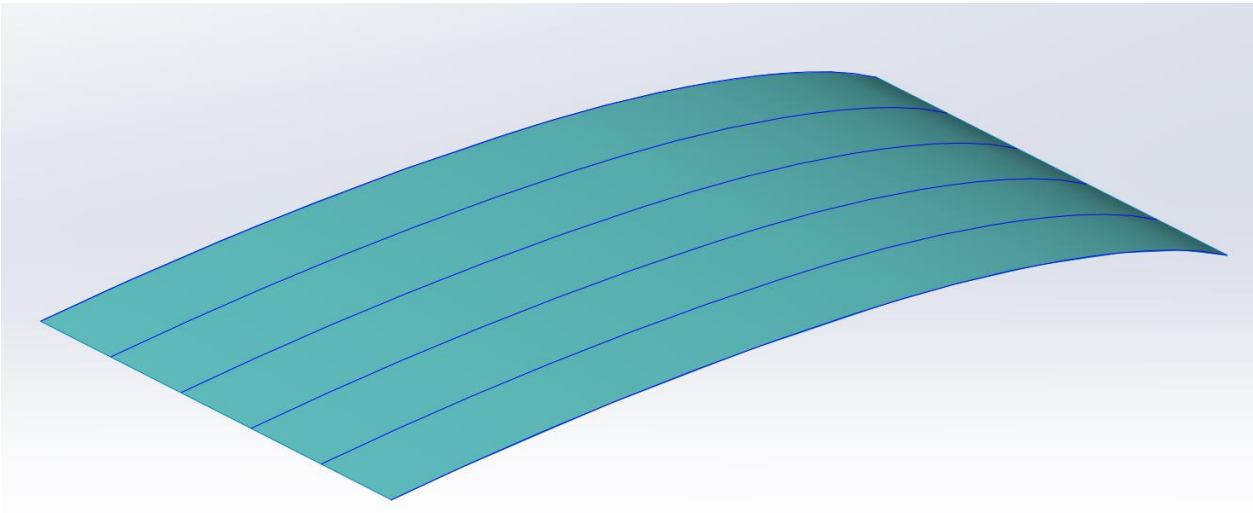
Şekil 44.1-2-6 Numaralı Eğrinin Sapma ve Hata Sonuçları



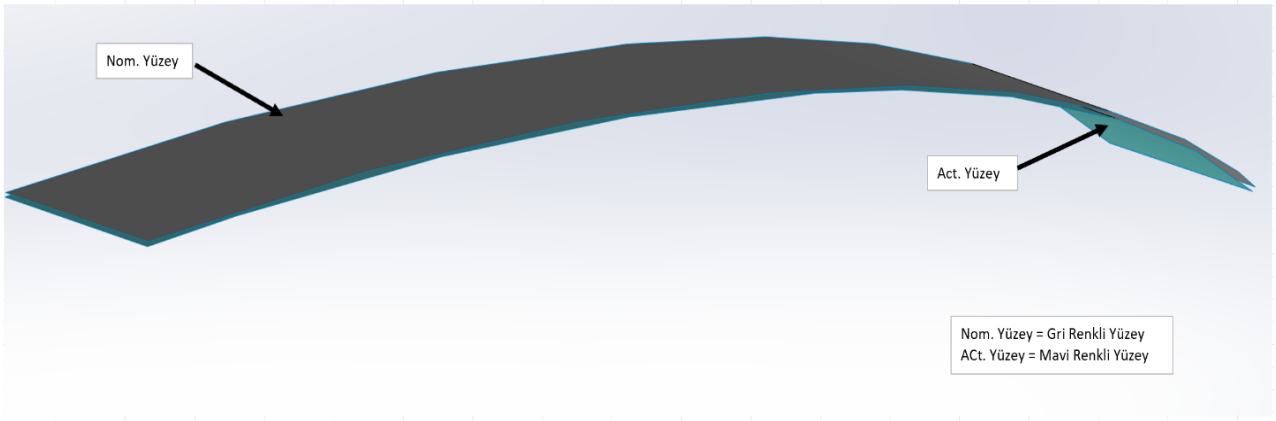
Şekil 45.1-2 Numaralı Parçanın Ortalama Sapma Sonuçları



Şekil 46.1-2 Numaralı Parçanın Hata Sonuçları



Şekil 47. 1- 2 Numaralı Parçanın Act. Sonuçları ile Tasarlanmış Yüzey



Şekil 48. 1- 2 Numaralı Parçanın Act. Ve Nom. Yüzeyler

3 numaralı parçanın işlenmesinde kullanılan kesme şartları;

- Vc (kesme hızı) =100 m/min
- Fz (diş başı ilerleme) =0.08 mm/diş
- Step over=0.8 mm
- Scallop Yüksekliği = 0,000416696 mm

3 nolu parçada bulunan 6 eğrinin ölçüm sonuçları ve forma hataları;

(mm)	ACTUAL	NOMINAL	LO-TOL	HI-TOL	DEVIATION	GRAPHIC	ERROR
Curve:Curve_1							
Line-Profile	-0.132,-0.079		-0.100	+0.100		<--+---	-0.032

Nom.X	Nom.Y	Nom.Z	Act.X	Act.Y	Act.Z	Dev	Hata
0.428	4.000	9.214	0.408	4.000	9.110	-0.098	
2.648	4.000	9.653	2.626	4.000	9.548	-0.099	
4.615	4.000	10.015	4.591	4.000	9.910	-0.099	
6.586	4.000	10.352	6.561	4.000	10.248	-0.098	
8.562	4.000	10.663	8.535	4.000	10.561	-0.097	
10.541	4.000	10.950	10.547	4.000	10.854	-0.096	
12.524	4.000	11.214	12.526	4.000	11.120	-0.093	
14.509	4.000	11.456	14.509	4.000	11.362	-0.093	
16.498	4.000	11.670	16.495	4.000	11.577	-0.093	
18.489	4.000	11.853	18.485	4.000	11.762	-0.091	
20.483	4.000	12.008	20.476	4.000	11.919	-0.088	
22.479	4.000	12.131	22.469	4.000	12.045	-0.085	
24.478	4.000	12.214	24.464	4.000	12.132	-0.082	
26.477	4.000	12.246	26.427	4.000	12.167	-0.079	
28.477	4.000	12.221	28.424	4.000	12.138	-0.084	
30.474	4.000	12.123	30.452	4.000	12.036	-0.088	
32.466	4.000	11.938	32.432	4.000	11.850	-0.091	
34.446	4.000	11.662	34.370	4.000	11.572	-0.102	-0.002
35.978	4.000	11.352	35.926	4.000	11.253	-0.109	-0.009
37.463	4.000	10.936	37.371	4.000	10.843	-0.116	-0.016
38.160	4.000	10.690	38.064	4.000	10.594	-0.125	-0.025
38.695	4.000	10.457	38.596	4.000	10.358	-0.132	-0.032
39.151	4.000	10.220	39.051	4.000	10.129	-0.129	-0.029

Curve:CURVE_2

Line-Profile -0.134,-0.074 -0.100 +0.100 <--+--- -0.034

Nom.X	Nom.Y	Nom.Z	Act.X	Act.Y	Act.Z	Dev	
0.428	11.000	9.214	0.407	11.000	9.113	-0.095	
2.648	11.000	9.653	2.627	11.000	9.550	-0.097	
4.615	11.000	10.015	4.593	11.000	9.912	-0.097	
6.586	11.000	10.352	6.563	11.000	10.250	-0.096	
8.562	11.000	10.663	8.538	11.000	10.563	-0.095	
10.541	11.000	10.950	10.550	11.000	10.858	-0.092	
12.524	11.000	11.214	12.530	11.000	11.124	-0.090	
14.509	11.000	11.456	14.513	11.000	11.366	-0.090	
16.498	11.000	11.670	16.499	11.000	11.581	-0.089	
18.489	11.000	11.853	18.486	11.000	11.766	-0.087	
20.483	11.000	12.008	20.476	11.000	11.922	-0.085	
22.479	11.000	12.131	22.468	11.000	12.057	-0.074	
24.478	11.000	12.214	24.464	11.000	12.133	-0.080	
26.477	11.000	12.246	26.463	11.000	12.168	-0.079	
28.477	11.000	12.221	28.426	11.000	12.140	-0.082	
30.474	11.000	12.123	30.453	11.000	12.039	-0.086	
32.466	11.000	11.938	32.431	11.000	11.851	-0.090	
34.446	11.000	11.662	34.369	11.000	11.572	-0.102	-0.002
35.978	11.000	11.352	35.924	11.000	11.253	-0.109	-0.009
37.463	11.000	10.936	37.369	11.000	10.843	-0.117	-0.017
38.160	11.000	10.690	38.063	11.000	10.592	-0.127	-0.027
38.695	11.000	10.457	38.595	11.000	10.355	-0.134	-0.034
39.151	11.000	10.220	39.051	11.000	10.126	-0.131	-0.031

Curve:CURVE_3

Line-Profile -0.136,-0.078 -0.100 +0.100 <--+--- -0.036

0.428	18.000	9.214	0.413	18.000	9.118	-0.091	
2.648	18.000	9.653	2.631	18.000	9.554	-0.094	
4.615	18.000	10.015	4.596	18.000	9.915	-0.095	
6.586	18.000	10.352	6.566	18.000	10.253	-0.094	
8.562	18.000	10.663	8.540	18.000	10.566	-0.093	
10.541	18.000	10.950	10.551	18.000	10.859	-0.091	
12.524	18.000	11.214	12.530	18.000	11.124	-0.090	
14.509	18.000	11.456	14.512	18.000	11.367	-0.089	
16.498	18.000	11.670	16.498	18.000	11.582	-0.088	
18.489	18.000	11.853	18.486	18.000	11.767	-0.086	
20.483	18.000	12.008	20.473	18.000	11.923	-0.084	
22.479	18.000	12.131	22.465	18.000	12.049	-0.081	
24.478	18.000	12.214	24.460	18.000	12.135	-0.078	
26.477	18.000	12.246	26.458	18.000	12.169	-0.078	
28.477	18.000	12.221	28.421	18.000	12.141	-0.081	
30.474	18.000	12.123	30.447	18.000	12.039	-0.086	
32.466	18.000	11.938	32.428	18.000	11.851	-0.091	
34.446	18.000	11.662	34.399	18.000	11.563	-0.106	-0.006
35.978	18.000	11.352	35.923	18.000	11.252	-0.110	-0.010
37.463	18.000	10.936	37.366	18.000	10.843	-0.118	-0.018
38.160	18.000	10.690	38.060	18.000	10.590	-0.130	-0.030
38.695	18.000	10.457	38.593	18.000	10.354	-0.136	-0.036
39.151	18.000	10.220	39.048	18.000	10.124	-0.135	-0.035

Curve:CURVE_4

Line-Profile -0.140,-0.077 -0.100 +0.100 <--+--- -0.040

0.428	25.000	9.214	0.410	25.000	9.119	-0.090
2.648	25.000	9.653	2.627	25.000	9.556	-0.091
4.615	25.000	10.015	4.593	25.000	9.917	-0.092
6.586	25.000	10.352	6.564	25.000	10.254	-0.093
8.562	25.000	10.663	8.537	25.000	10.568	-0.090
10.541	25.000	10.950	10.549	25.000	10.860	-0.090
12.524	25.000	11.214	12.528	25.000	11.124	-0.090
14.509	25.000	11.456	14.510	25.000	11.367	-0.089
16.498	25.000	11.670	16.494	25.000	11.582	-0.087
18.489	25.000	11.853	18.480	25.000	11.768	-0.085
20.483	25.000	12.008	20.469	25.000	11.924	-0.083
22.479	25.000	12.131	22.459	25.000	12.050	-0.080
24.478	25.000	12.214	24.453	25.000	12.136	-0.078
26.477	25.000	12.246	26.450	25.000	12.169	-0.077

28.477	25.000	12.221	28.414	25.000	12.142	-0.081	
30.474	25.000	12.123	30.441	25.000	12.039	-0.087	
32.466	25.000	11.938	32.422	25.000	11.852	-0.090	
34.446	25.000	11.662	34.395	25.000	11.564	-0.106	-0.006
35.978	25.000	11.352	35.919	25.000	11.250	-0.112	-0.012
37.463	25.000	10.936	37.361	25.000	10.841	-0.121	-0.021
38.160	25.000	10.690	38.054	25.000	10.589	-0.133	-0.033
38.695	25.000	10.457	38.587	25.000	10.353	-0.140	-0.040
39.151	25.000	10.220	39.041	25.000	10.122	-0.140	-0.040

Curve:CURVE_5

Line-Profile -0.145,-0.077 -0.100 +0.100 <--+--- -0.045

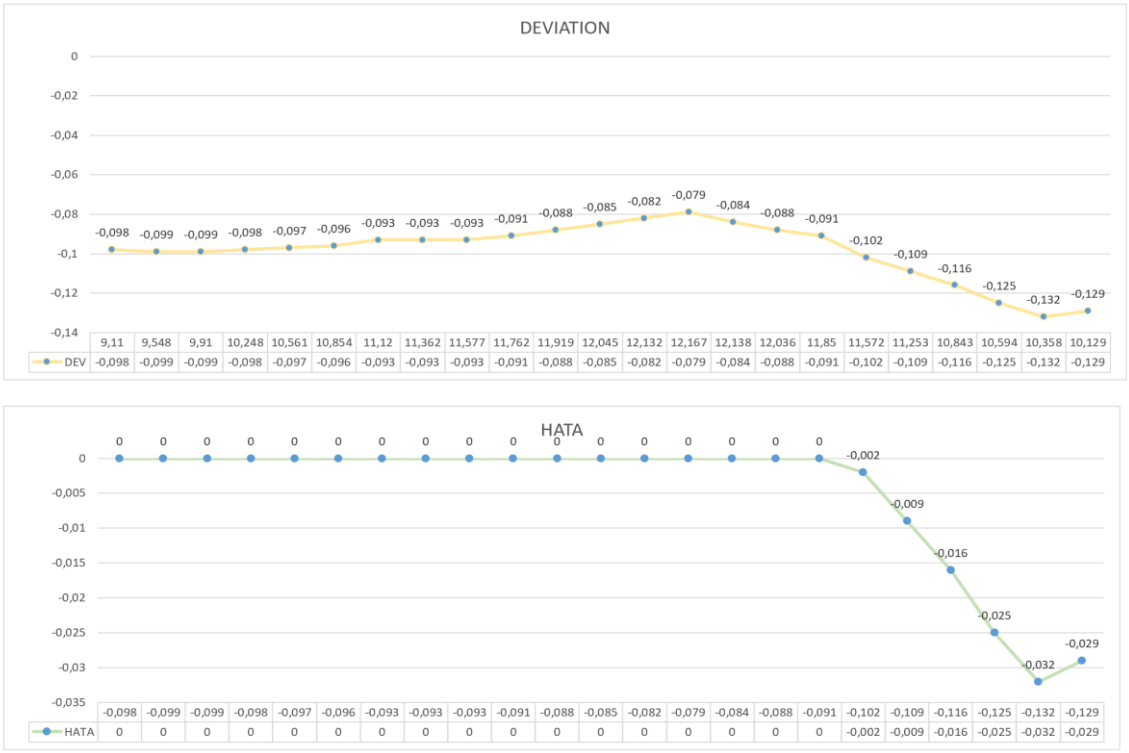
Nom.X	Nom.Y	Nom.Z	Act.X	Act.Y	Act.Z	Dev	
0.428	32.000	9.214	0.410	32.000	9.121	-0.088	
2.648	32.000	9.653	2.627	32.000	9.558	-0.089	
4.615	32.000	10.015	4.591	32.000	9.919	-0.090	
6.586	32.000	10.352	6.561	32.000	10.256	-0.090	
8.562	32.000	10.663	8.534	32.000	10.568	-0.090	
10.541	32.000	10.950	10.545	32.000	10.861	-0.089	
12.524	32.000	11.214	12.525	32.000	11.127	-0.087	
14.509	32.000	11.456	14.507	32.000	11.368	-0.087	
16.498	32.000	11.670	16.491	32.000	11.582	-0.087	
18.489	32.000	11.853	18.478	32.000	11.767	-0.085	
20.483	32.000	12.008	20.467	32.000	11.924	-0.082	
22.479	32.000	12.131	22.459	32.000	12.050	-0.080	
24.478	32.000	12.214	24.453	32.000	12.135	-0.078	
26.477	32.000	12.246	26.450	32.000	12.169	-0.077	
28.477	32.000	12.221	28.413	32.000	12.142	-0.081	
30.474	32.000	12.123	30.439	32.000	12.037	-0.088	
32.466	32.000	11.938	32.420	32.000	11.851	-0.092	
34.446	32.000	11.662	34.393	32.000	11.562	-0.108	-0.008
35.978	32.000	11.352	35.918	32.000	11.248	-0.114	-0.014
37.463	32.000	10.936	37.364	32.000	10.837	-0.124	-0.024
38.160	32.000	10.690	38.056	32.000	10.585	-0.137	-0.037
38.695	32.000	10.457	38.587	32.000	10.348	-0.144	-0.044
39.151	32.000	10.220	39.041	32.000	10.116	-0.145	-0.045

Curve:CURVE_6

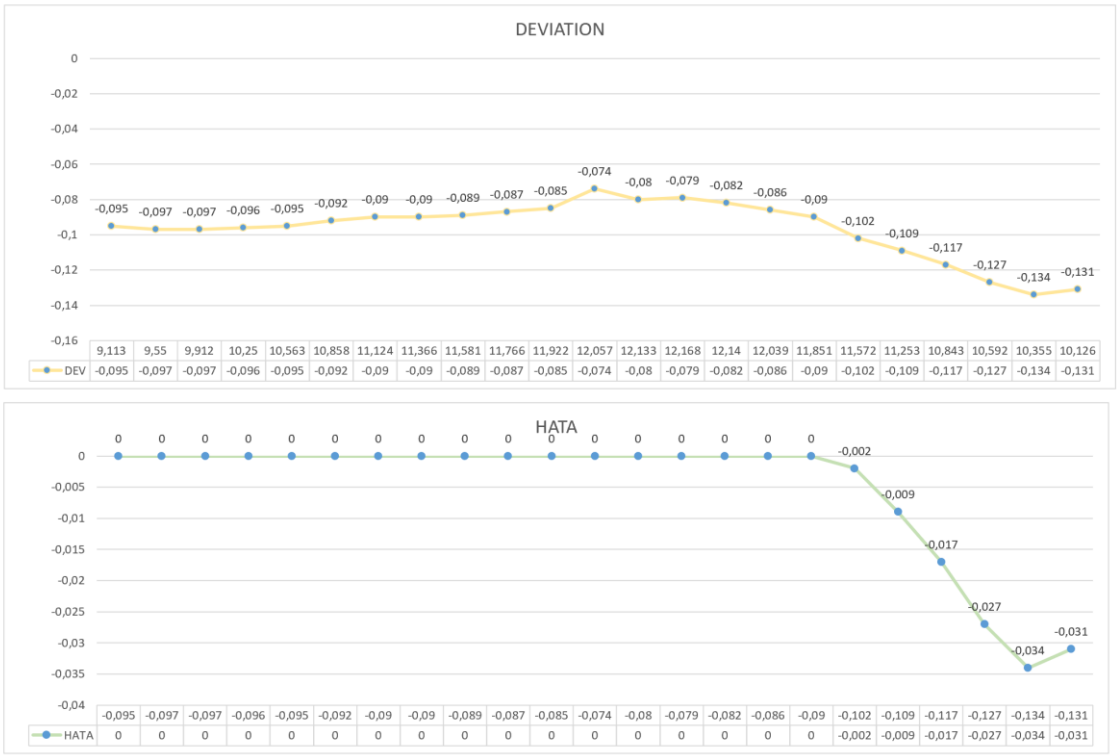
Line-Profile -0.150,-0.078 -0.100 +0.100 <--+--- -0.050

0.428	39.000	9.214	0.410	39.000	9.122	-0.087	
2.648	39.000	9.653	2.626	39.000	9.559	-0.088	
4.615	39.000	10.015	4.591	39.000	9.919	-0.090	
6.586	39.000	10.352	6.560	39.000	10.256	-0.090	
8.562	39.000	10.663	8.533	39.000	10.569	-0.089	
10.541	39.000	10.950	10.544	39.000	10.862	-0.088	
12.524	39.000	11.214	12.524	39.000	11.125	-0.088	
14.509	39.000	11.456	14.505	39.000	11.367	-0.088	
16.498	39.000	11.670	16.490	39.000	11.583	-0.086	
18.489	39.000	11.853	18.477	39.000	11.769	-0.083	
20.483	39.000	12.008	20.466	39.000	11.923	-0.083	
22.479	39.000	12.131	22.459	39.000	12.049	-0.081	
24.478	39.000	12.214	24.454	39.000	12.135	-0.078	
26.477	39.000	12.246	26.451	39.000	12.168	-0.078	
28.477	39.000	12.221	28.412	39.000	12.140	-0.083	
30.474	39.000	12.123	30.438	39.000	12.036	-0.089	
32.466	39.000	11.938	32.422	39.000	11.847	-0.095	
34.446	39.000	11.662	34.393	39.000	11.559	-0.111	-0.011
35.978	39.000	11.352	35.916	39.000	11.247	-0.117	-0.017
37.463	39.000	10.936	37.363	39.000	10.833	-0.128	-0.028
38.160	39.000	10.690	38.055	39.000	10.581	-0.141	-0.041
38.695	39.000	10.457	38.585	39.000	10.343	-0.150	-0.050
39.151	39.000	10.220	39.039	39.000	10.111	-0.150	-0.050

Tablo 10.1-3 Numaralı Parçanın 6 Adet Eğrinin Ölçüm Sonuçları



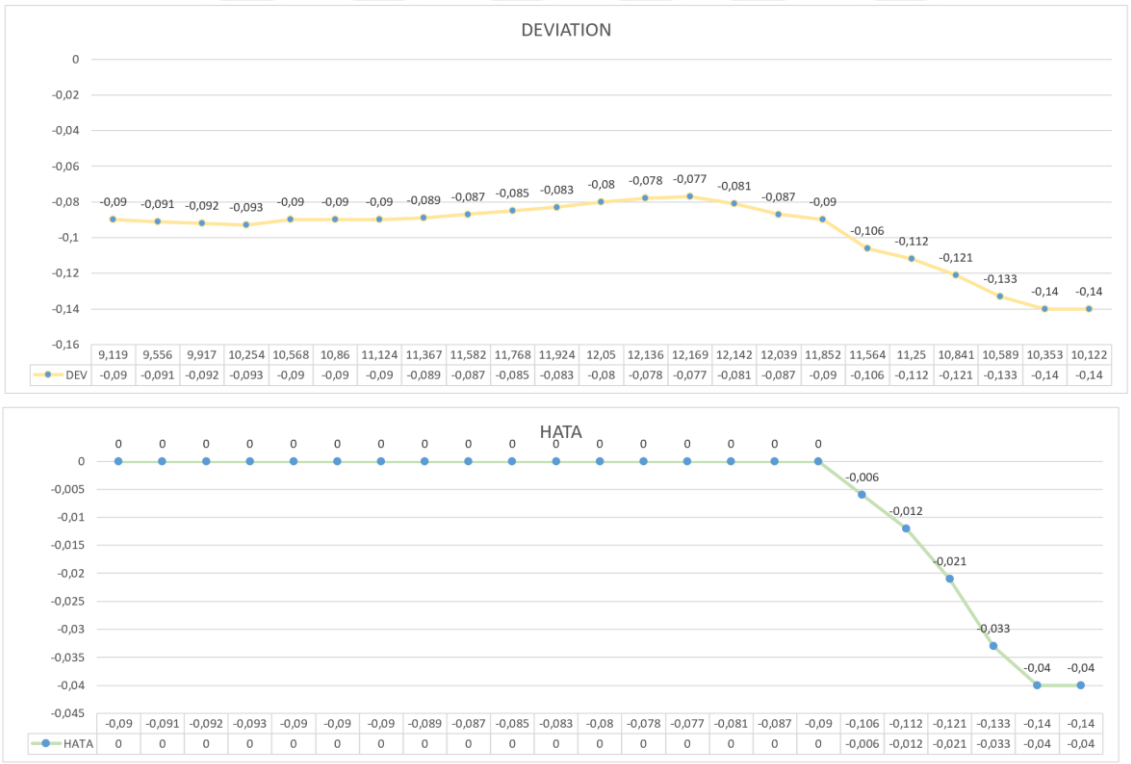
Şekil 49.1-3-1 Numaralı Eğrinin Sapma ve Hata Sonuçları



Şekil 50.1-3-2 Numaralı Eğrinin Sapma ve Hata Sonuçları



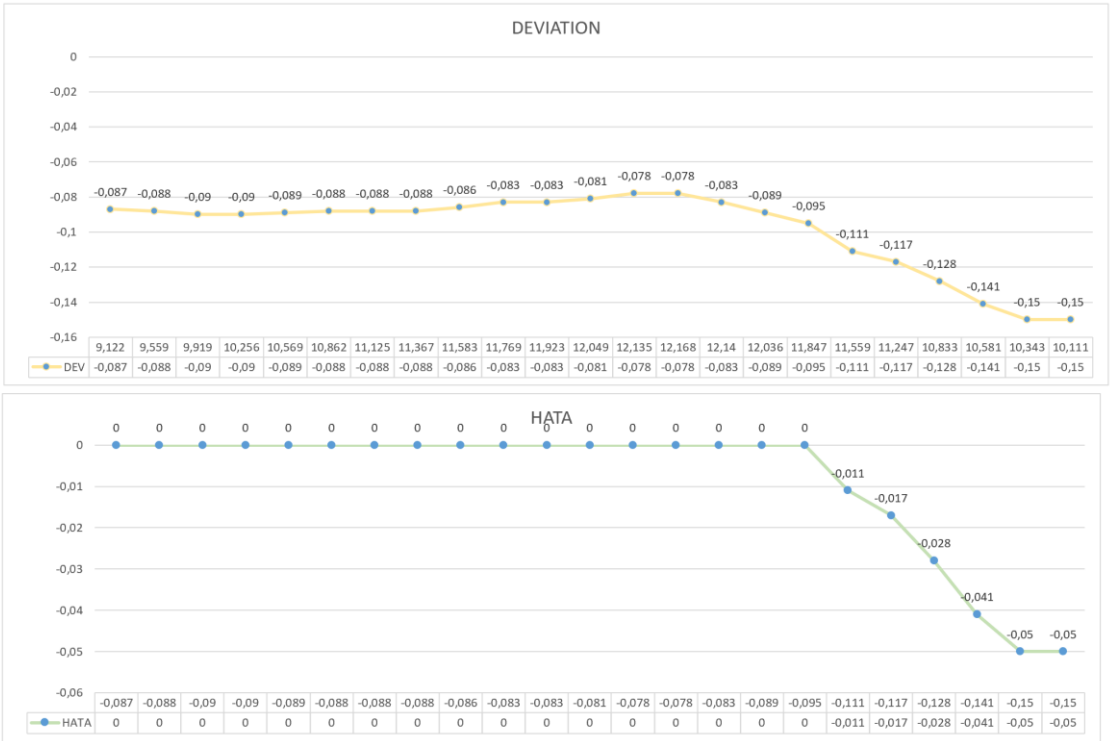
Şekil 51.1-3-3 Numaralı Eğrinin Sapma ve Hata Sonuçları



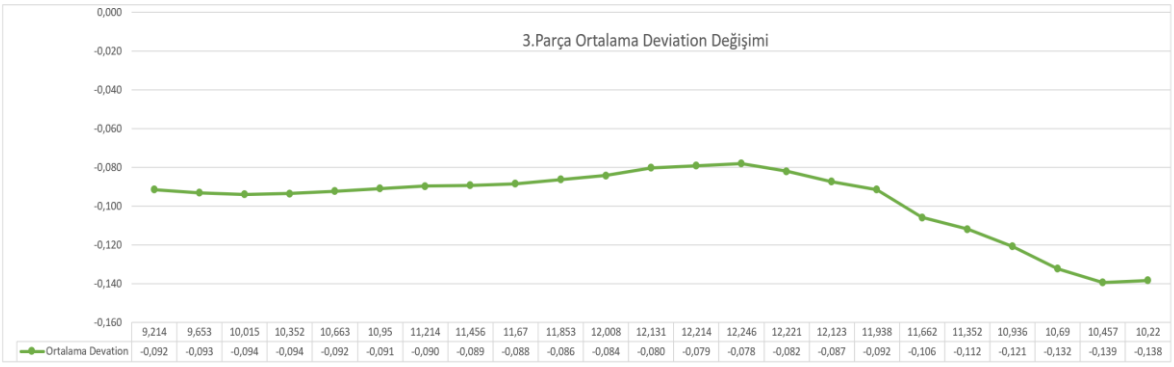
Şekil 52.1-3-4 Numaralı Eğrinin Sapma ve Hata Sonuçları



Şekil 53.1-3-5 Numaralı Eğrinin Sapma ve Hata Sonuçları



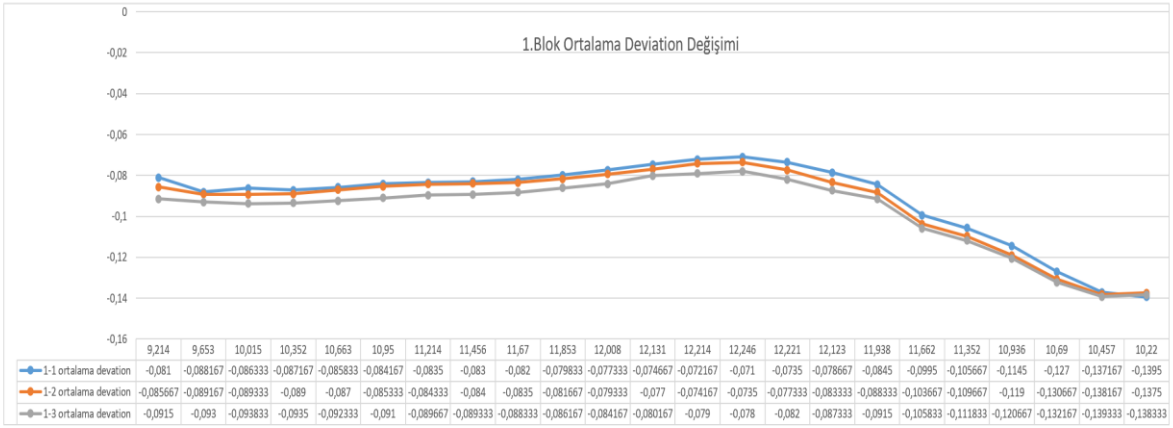
Şekil 54.1-3-6 Numaralı Eğrinin Sapma ve Hata Sonuçları



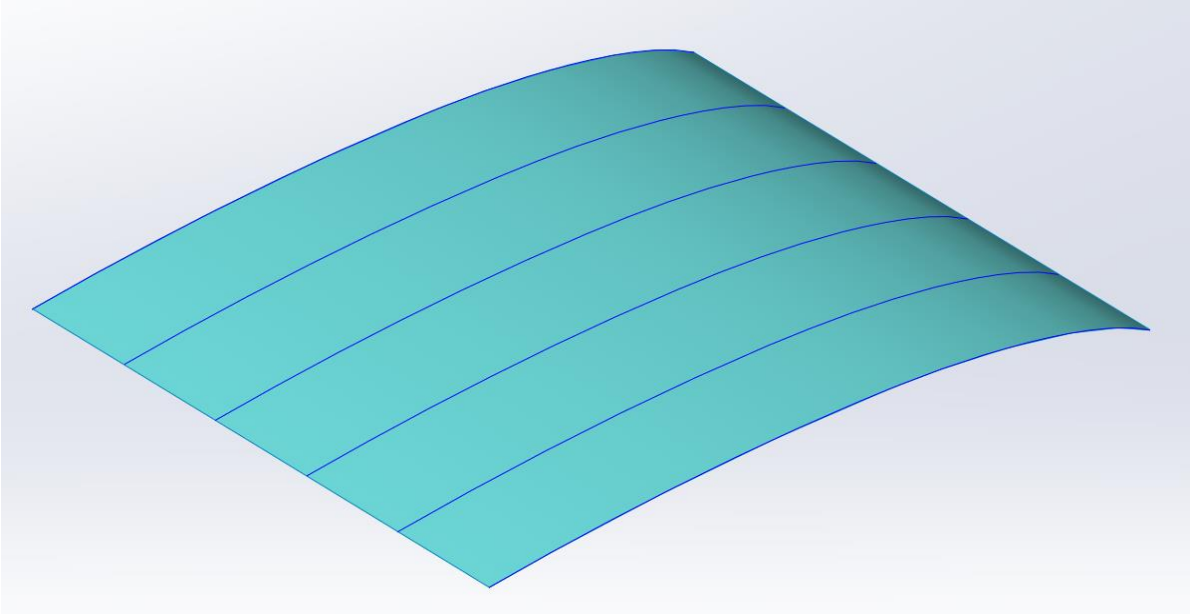
Şekil 55.1-3 Numaralı Parçanın Ortalama Sapma Sonuçları



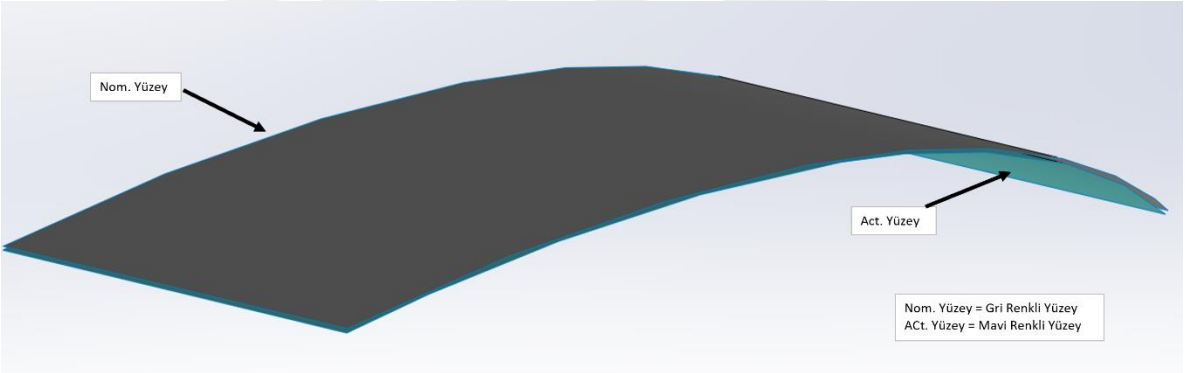
Şekil 56.1-3 Numaralı Parçanın Hata Sonuçları



Şekil 57.1 Numaralı Blok Ortalama Sapma Sonuçları



Şekil 58. 1- 3 Numaralı Parçanın Act. Sonuçları ile Tasarlanmış Yüzey



Şekil 59. 1- 3 Numaralı Parçanın Act. Ve Nom. Yüzeyler

3.2. 2 NOLU BLOK ÖLÇÜM SONUÇLARI VE FORM HATALARI ANALİZİ

2 numaralı blokta bulunan 3 parçanın finiş işlenmesinde aynı scallop yüksekliği kullanıldı. Kullanılan scallop yükseklik değeri 0,000104168. Ancak farklı kesme şartları (kesme hızı ve diş başı ilerleme) kullanılmıştır. Her parçada toplam 6 ölçüm eğrisi vardır. Bu eğrilerde 23 nokta referans alınmıştır. Her parça için yapılan ölçüm sonuçları ve form hata grafikleri aşağıdaki gibidir.

1 numaralı parçanın işlenmesinde kullanılan kesme şartları;

- Vc (kesme hızı) =150 m/min
- Fz (diş başı ilerleme) =0.15 mm/diş

- Step over=0.8 mm
- Scallop Yüksekliği = 0,000104168 mm

1 numaralı parçada bulunan 6 eğrinin ölçüm sonuçları ve forma hataları;

(mm)	ACTUAL	NOMINAL	LO-TOL	HI-TOL	DEVIATION	GRAPHIC	ERROR
Curve:Curve_1							
Line-Profile	-0.143,-0.127		-0.100	+0.100		<--+---	-0.043
	Nom.X	Nom.Y	Nom.Z	Act.X	Act.Y	Act.Z	Dev	Hata
	0.428	4.000	9.214	0.420	4.000	9.076	-0.133	-0.033
	2.648	4.000	9.653	2.636	4.000	9.507	-0.141	-0.041
	4.615	4.000	10.015	4.600	4.000	9.870	-0.140	-0.040
	6.586	4.000	10.352	6.568	4.000	10.205	-0.142	-0.042
	8.562	4.000	10.663	8.541	4.000	10.516	-0.143	-0.043
	10.541	4.000	10.950	10.551	4.000	10.808	-0.142	-0.042
	12.524	4.000	11.214	12.531	4.000	11.072	-0.142	-0.042
	14.509	4.000	11.456	14.512	4.000	11.313	-0.142	-0.042
	16.498	4.000	11.670	16.495	4.000	11.527	-0.142	-0.042
	18.489	4.000	11.853	18.481	4.000	11.711	-0.141	-0.041
	20.483	4.000	12.008	20.469	4.000	11.866	-0.140	-0.040
	22.479	4.000	12.131	22.458	4.000	11.990	-0.140	-0.040
	24.478	4.000	12.214	24.451	4.000	12.074	-0.139	-0.039
	26.477	4.000	12.246	26.448	4.000	12.107	-0.140	-0.040
	28.477	4.000	12.221	28.408	4.000	12.084	-0.139	-0.039
	30.474	4.000	12.123	30.432	4.000	11.989	-0.136	-0.036
	32.466	4.000	11.938	32.419	4.000	11.806	-0.136	-0.036
	34.446	4.000	11.662	34.396	4.000	11.529	-0.140	-0.040
	35.978	4.000	11.352	35.924	4.000	11.224	-0.137	-0.037
	37.463	4.000	10.936	37.373	4.000	10.824	-0.134	-0.034
	38.160	4.000	10.690	38.068	4.000	10.580	-0.136	-0.036
	38.695	4.000	10.457	38.602	4.000	10.351	-0.135	-0.035
	39.151	4.000	10.220	39.059	4.000	10.126	-0.127	-0.027
Curve:CURVE_2							
Line-Profile	-0.140,-0.124		-0.100	+0.100		<--+---	-0.040
	0.428	11.000	9.214	0.417	11.000	9.078	-0.131	-0.031
	2.648	11.000	9.653	2.635	11.000	9.509	-0.139	-0.039
	4.615	11.000	10.015	4.598	11.000	9.874	-0.136	-0.036
	6.586	11.000	10.352	6.567	11.000	10.208	-0.138	-0.038
	8.562	11.000	10.663	8.540	11.000	10.519	-0.139	-0.039
	10.541	11.000	10.950	10.551	11.000	10.812	-0.138	-0.038
	12.524	11.000	11.214	12.531	11.000	11.077	-0.137	-0.037
	14.509	11.000	11.456	14.514	11.000	11.317	-0.138	-0.038
	16.498	11.000	11.670	16.498	11.000	11.530	-0.140	-0.040
	18.489	11.000	11.853	18.484	11.000	11.714	-0.139	-0.039
	20.483	11.000	12.008	20.471	11.000	11.869	-0.137	-0.037
	22.479	11.000	12.131	22.461	11.000	11.993	-0.137	-0.037
	24.478	11.000	12.214	24.453	11.000	12.076	-0.137	-0.037
	26.477	11.000	12.246	26.446	11.000	12.109	-0.137	-0.037
	28.477	11.000	12.221	28.405	11.000	12.087	-0.136	-0.036
	30.474	11.000	12.123	30.430	11.000	11.992	-0.133	-0.033
	32.466	11.000	11.938	32.416	11.000	11.808	-0.134	-0.034
	34.446	11.000	11.662	34.391	11.000	11.531	-0.139	-0.039
	35.978	11.000	11.352	35.920	11.000	11.227	-0.135	-0.035
	37.463	11.000	10.936	37.369	11.000	10.826	-0.133	-0.033
	38.160	11.000	10.690	38.064	11.000	10.583	-0.135	-0.035
	38.695	11.000	10.457	38.599	11.000	10.354	-0.134	-0.034
	39.151	11.000	10.220	39.057	11.000	10.131	-0.124	-0.024

Curve:CURVE_3

Line-Profile -0.138,-0.125 -0.100 +0.100 <--+--- -0.038

Nom.X	Nom.Y	Nom.Z	Act.X	Act.Y	Act.Z	Dev	
0.428	18.000	9.214	0.418	18.000	9.081	-0.128	-0.028
2.648	18.000	9.653	2.634	18.000	9.511	-0.136	-0.036
4.615	18.000	10.015	4.597	18.000	9.875	-0.135	-0.035
6.586	18.000	10.352	6.565	18.000	10.209	-0.137	-0.037
8.562	18.000	10.663	8.537	18.000	10.521	-0.137	-0.037
10.541	18.000	10.950	10.547	18.000	10.813	-0.137	-0.037
12.524	18.000	11.214	12.526	18.000	11.077	-0.136	-0.036
14.509	18.000	11.456	14.508	18.000	11.318	-0.137	-0.037
16.498	18.000	11.670	16.492	18.000	11.532	-0.137	-0.037
18.489	18.000	11.853	18.479	18.000	11.716	-0.136	-0.036
20.483	18.000	12.008	20.468	18.000	11.871	-0.135	-0.035
22.479	18.000	12.131	22.457	18.000	11.994	-0.136	-0.036
24.478	18.000	12.214	24.449	18.000	12.077	-0.136	-0.036
26.477	18.000	12.246	26.442	18.000	12.110	-0.136	-0.036
28.477	18.000	12.221	28.401	18.000	12.088	-0.135	-0.035
30.474	18.000	12.123	30.427	18.000	11.993	-0.133	-0.033
32.466	18.000	11.938	32.411	18.000	11.810	-0.133	-0.033
34.446	18.000	11.662	34.388	18.000	11.532	-0.138	-0.038
35.978	18.000	11.352	35.917	18.000	11.230	-0.133	-0.033
37.463	18.000	10.936	37.367	18.000	10.828	-0.132	-0.032
38.160	18.000	10.690	38.062	18.000	10.585	-0.134	-0.034
38.695	18.000	10.457	38.597	18.000	10.356	-0.133	-0.033
39.151	18.000	10.220	39.054	18.000	10.132	-0.125	-0.025

Curve:CURVE_4

Line-Profile -0.138,-0.124 -0.100 +0.100 <--+--- -0.038

0.428	25.000	9.214	0.418	25.000	9.081	-0.128	-0.028
2.648	25.000	9.653	2.634	25.000	9.513	-0.134	-0.034
4.615	25.000	10.015	4.597	25.000	9.875	-0.135	-0.035
6.586	25.000	10.352	6.565	25.000	10.210	-0.136	-0.036
8.562	25.000	10.663	8.537	25.000	10.522	-0.136	-0.036
10.541	25.000	10.950	10.547	25.000	10.814	-0.135	-0.035
12.524	25.000	11.214	12.526	25.000	11.079	-0.135	-0.035
14.509	25.000	11.456	14.507	25.000	11.319	-0.136	-0.036
16.498	25.000	11.670	16.491	25.000	11.532	-0.136	-0.036
18.489	25.000	11.853	18.477	25.000	11.717	-0.135	-0.035
20.483	25.000	12.008	20.466	25.000	11.872	-0.134	-0.034
22.479	25.000	12.131	22.458	25.000	11.996	-0.134	-0.034
24.478	25.000	12.214	24.451	25.000	12.079	-0.135	-0.035
26.477	25.000	12.246	26.444	25.000	12.112	-0.135	-0.035
28.477	25.000	12.221	28.401	25.000	12.089	-0.134	-0.034
30.474	25.000	12.123	30.427	25.000	11.993	-0.133	-0.033
32.466	25.000	11.938	32.414	25.000	11.809	-0.133	-0.033
34.446	25.000	11.662	34.390	25.000	11.532	-0.138	-0.038
35.978	25.000	11.352	35.919	25.000	11.229	-0.133	-0.033
37.463	25.000	10.936	37.368	25.000	10.828	-0.132	-0.032
38.160	25.000	10.690	38.062	25.000	10.583	-0.136	-0.036
38.695	25.000	10.457	38.597	25.000	10.356	-0.133	-0.033
39.151	25.000	10.220	39.054	25.000	10.132	-0.124	-0.024

Curve:CURVE_5

Line-Profile -0.139,-0.126 -0.100 +0.100 <--+--- -0.039

0.428	32.000	9.214	0.416	32.000	9.083	-0.126	-0.026
2.648	32.000	9.653	2.631	32.000	9.513	-0.134	-0.034
4.615	32.000	10.015	4.594	32.000	9.875	-0.134	-0.034
6.586	32.000	10.352	6.561	32.000	10.210	-0.136	-0.036
8.562	32.000	10.663	8.533	32.000	10.522	-0.135	-0.035
10.541	32.000	10.950	10.542	32.000	10.814	-0.135	-0.035
12.524	32.000	11.214	12.521	32.000	11.078	-0.134	-0.034
14.509	32.000	11.456	14.503	32.000	11.319	-0.135	-0.035
16.498	32.000	11.670	16.487	32.000	11.532	-0.136	-0.036
18.489	32.000	11.853	18.474	32.000	11.717	-0.134	-0.034
20.483	32.000	12.008	20.463	32.000	11.873	-0.133	-0.033

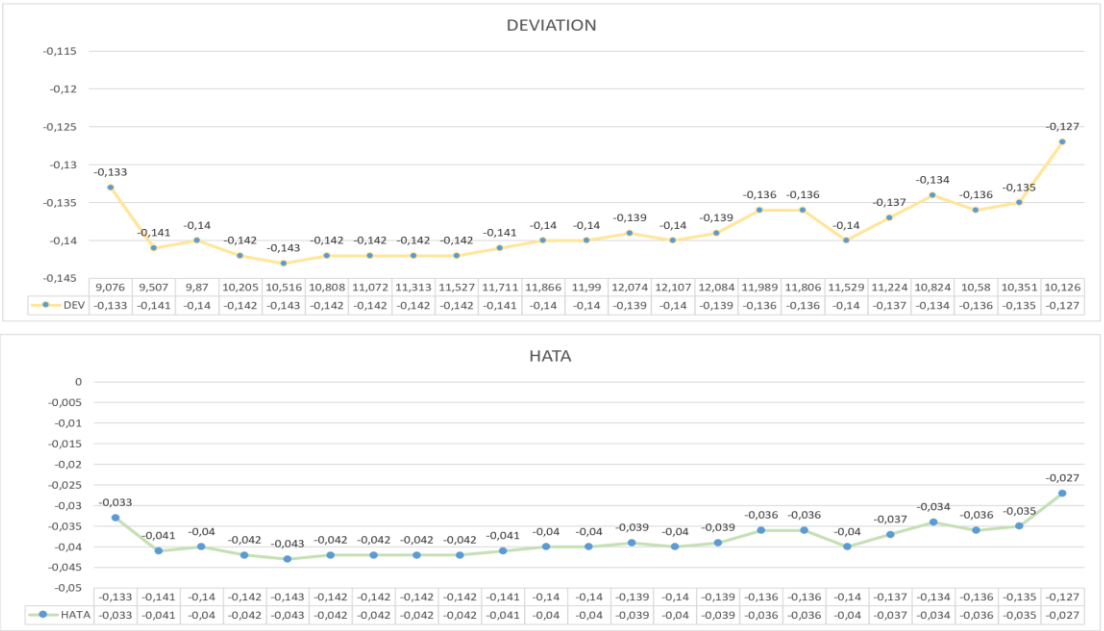
22.479	32.000	12.131	22.454	32.000	11.996	-0.134	-0.034
24.478	32.000	12.214	24.448	32.000	12.079	-0.134	-0.034
26.477	32.000	12.246	26.443	32.000	12.112	-0.135	-0.035
28.477	32.000	12.221	28.402	32.000	12.089	-0.134	-0.034
30.474	32.000	12.123	30.424	32.000	11.994	-0.133	-0.033
32.466	32.000	11.938	32.411	32.000	11.810	-0.133	-0.033
34.446	32.000	11.662	34.387	32.000	11.532	-0.139	-0.039
35.978	32.000	11.352	35.916	32.000	11.229	-0.134	-0.034
37.463	32.000	10.936	37.366	32.000	10.828	-0.132	-0.032
38.160	32.000	10.690	38.059	32.000	10.584	-0.136	-0.036
38.695	32.000	10.457	38.594	32.000	10.357	-0.134	-0.034
39.151	32.000	10.220	39.050	32.000	10.132	-0.126	-0.026

Curve:CURVE_6

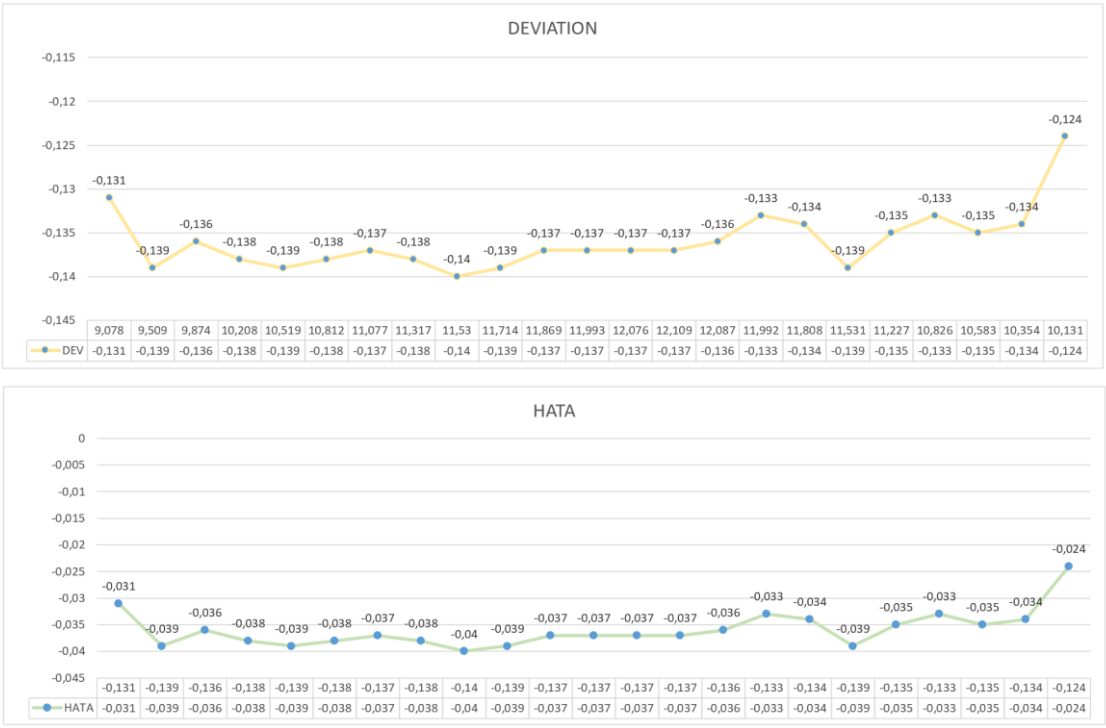
Line-Profile -0.140,-0.125 -0.100 +0.100 <--+--- -0.040

Nom.X	Nom.Y	Nom.Z	Act.X	Act.Y	Act.Z	Dev	
0.428	39.000	9.214	0.413	39.000	9.083	-0.125	-0.025
2.648	39.000	9.653	2.629	39.000	9.513	-0.134	-0.034
4.615	39.000	10.015	4.592	39.000	9.875	-0.133	-0.033
6.586	39.000	10.352	6.560	39.000	10.211	-0.134	-0.034
8.562	39.000	10.663	8.532	39.000	10.521	-0.136	-0.036
10.541	39.000	10.950	10.542	39.000	10.813	-0.135	-0.035
12.524	39.000	11.214	12.521	39.000	11.078	-0.135	-0.035
14.509	39.000	11.456	14.503	39.000	11.319	-0.135	-0.035
16.498	39.000	11.670	16.487	39.000	11.533	-0.135	-0.035
18.489	39.000	11.853	18.473	39.000	11.717	-0.135	-0.035
20.483	39.000	12.008	20.462	39.000	11.872	-0.134	-0.034
22.479	39.000	12.131	22.453	39.000	11.997	-0.132	-0.032
24.478	39.000	12.214	24.448	39.000	12.081	-0.132	-0.032
26.477	39.000	12.246	26.442	39.000	12.111	-0.135	-0.035
28.477	39.000	12.221	28.399	39.000	12.089	-0.134	-0.034
30.474	39.000	12.123	30.422	39.000	11.993	-0.133	-0.033
32.466	39.000	11.938	32.409	39.000	11.809	-0.134	-0.034
34.446	39.000	11.662	34.385	39.000	11.531	-0.140	-0.040
35.978	39.000	11.352	35.916	39.000	11.229	-0.134	-0.034
37.463	39.000	10.936	37.365	39.000	10.825	-0.135	-0.035
38.160	39.000	10.690	38.061	39.000	10.582	-0.137	-0.037
38.695	39.000	10.457	38.595	39.000	10.353	-0.136	-0.036
39.151	39.000	10.220	39.052	39.000	10.128	-0.129	-0.029

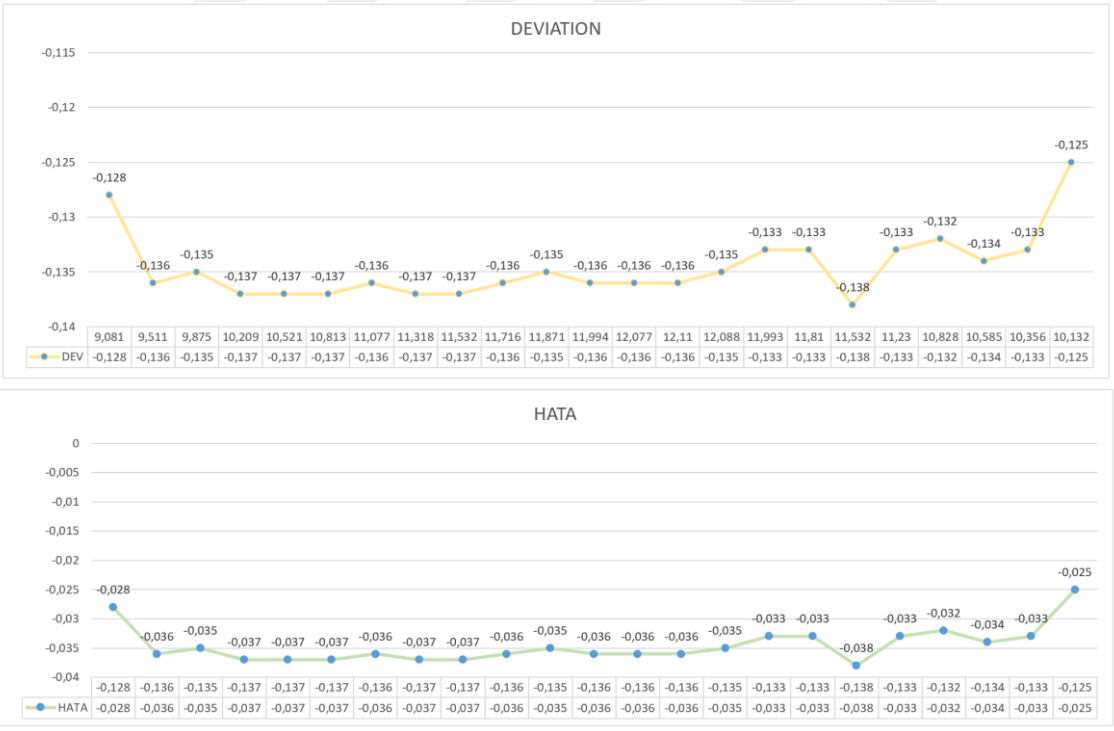
Tablo 11.2-1 Numaralı Parçanın 6 Adet Eğrinin Ölçüm Sonuçları



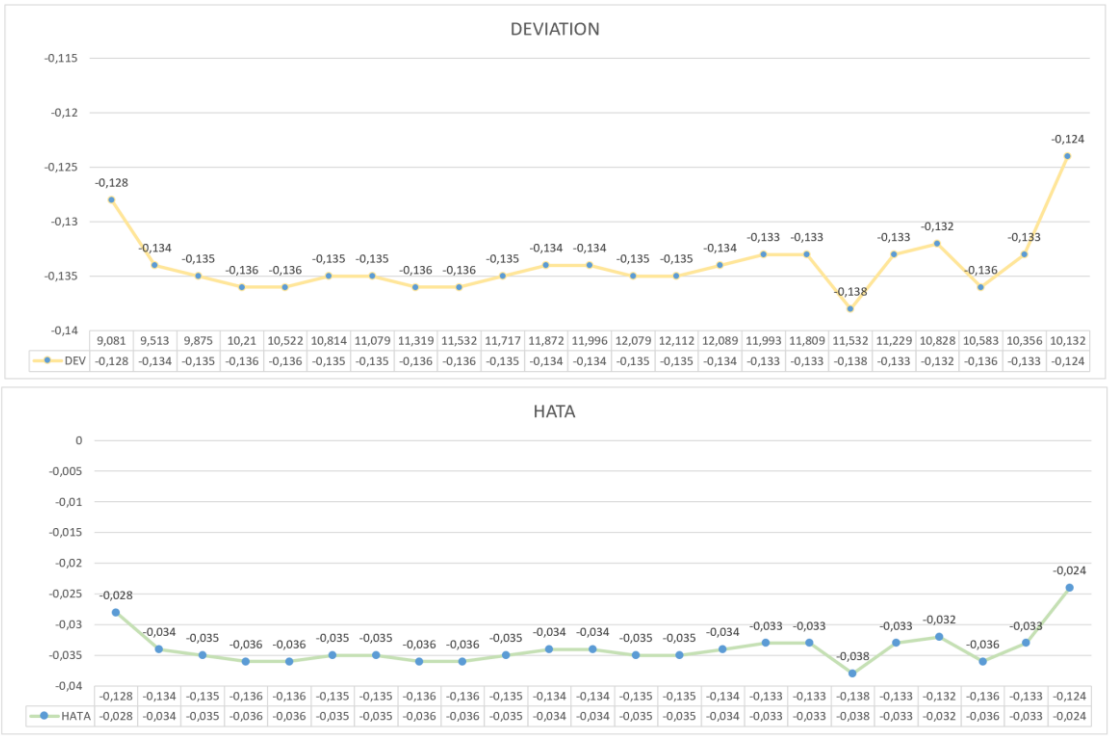
Şekil 60.2-1-1 Numaralı Eğrinin Sapma ve Hata Sonuçları



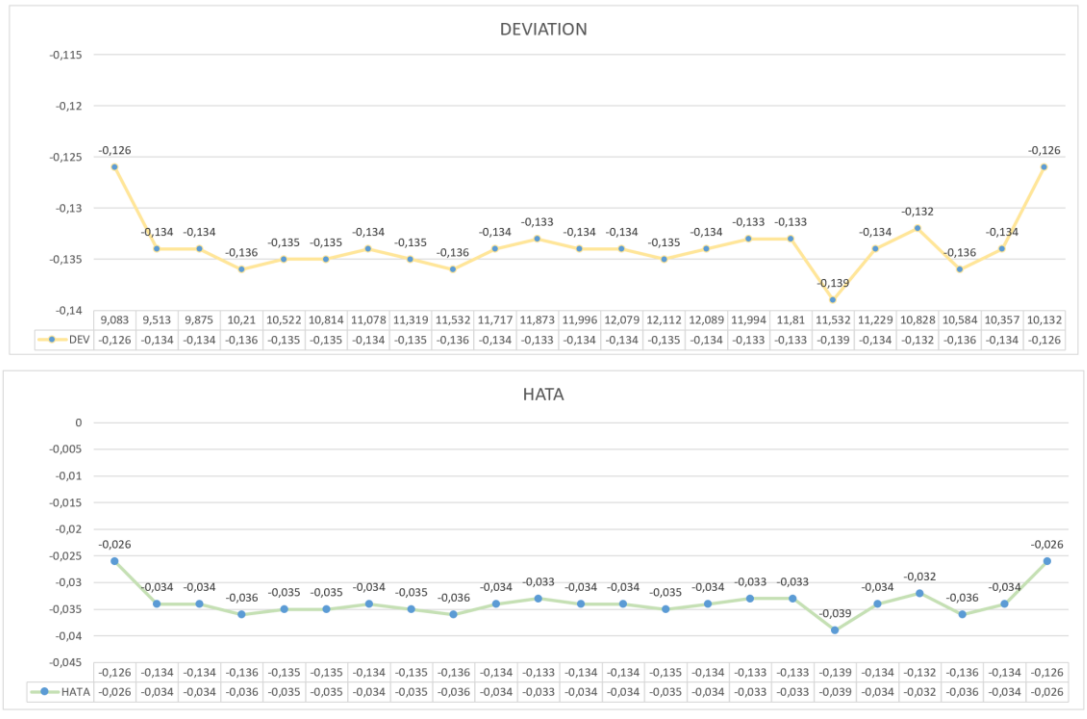
Şekil 61.2-1-2 Numaralı Eğrinin Sapma ve Hata Sonuçları



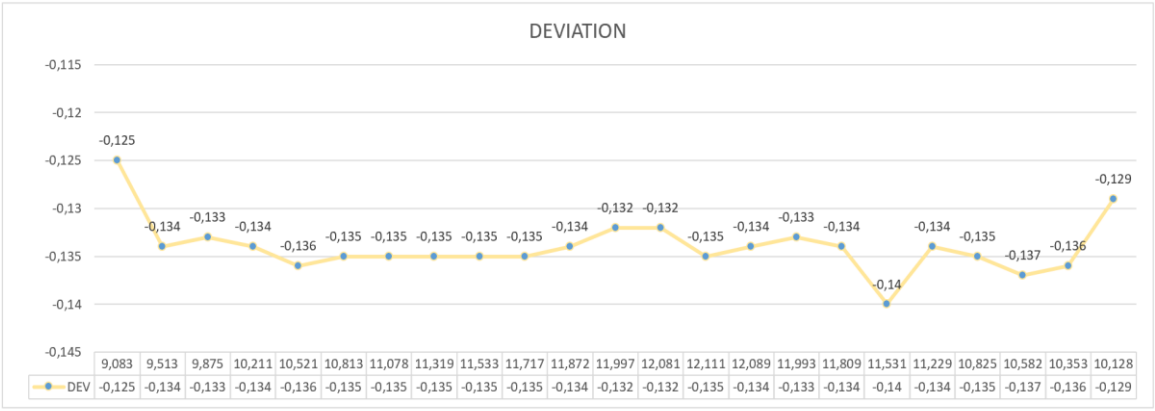
Şekil 62.2-1-3 Numaralı Eğrinin Sapma ve Hata Sonuçları

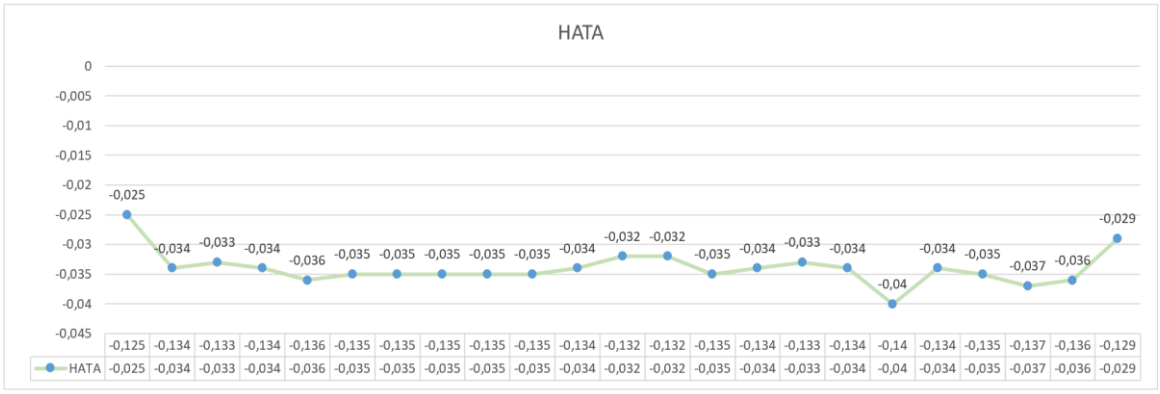


Şekil 63.2-1-4 Numaralı Eğrinin Sapma ve Hata Sonuçları

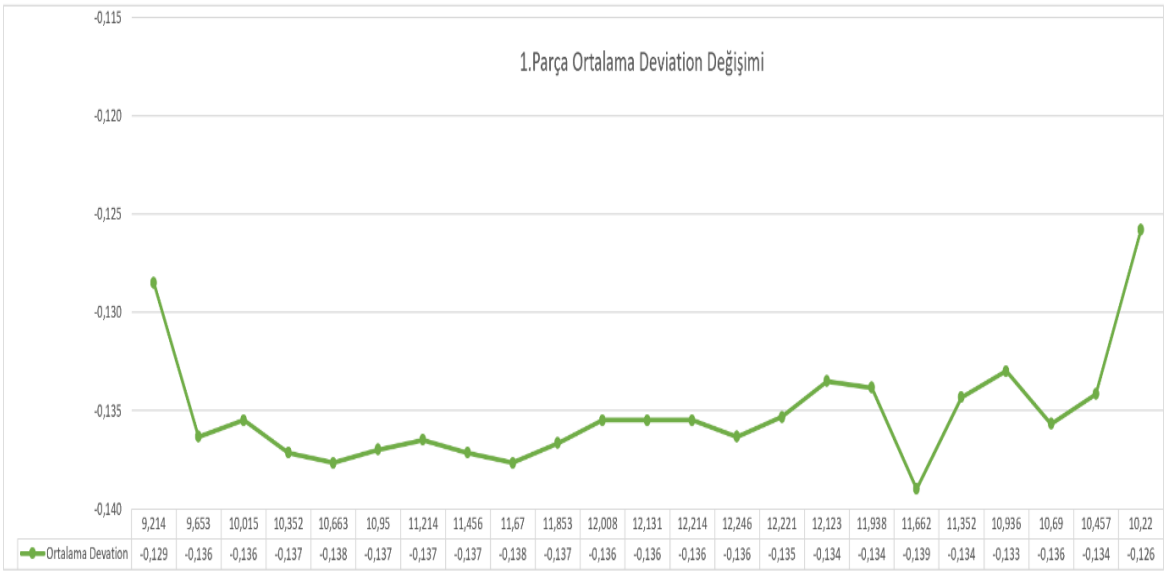


Şekil 64.2-1-5 Numaralı Eğrinin Sapma ve Hata Sonuçları

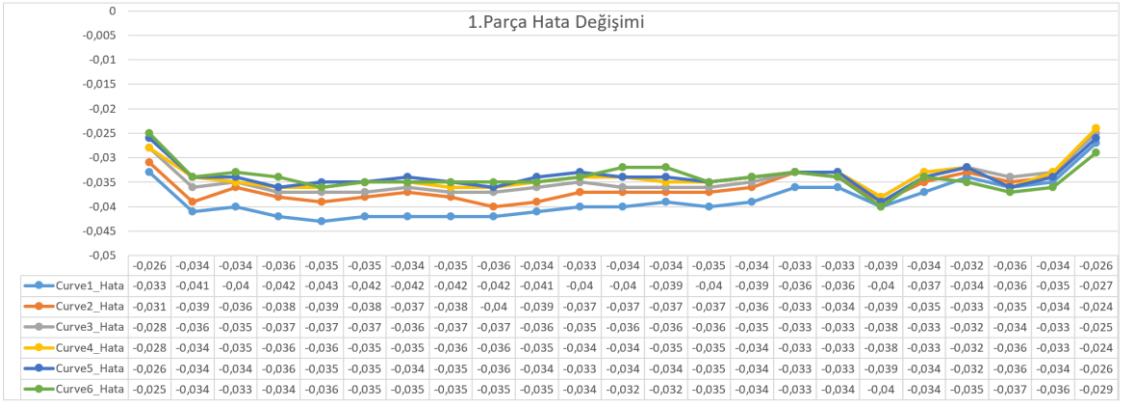




Şekil 65.2-1-6 Numaralı Eğrinin Sapma ve Hata Sonuçları

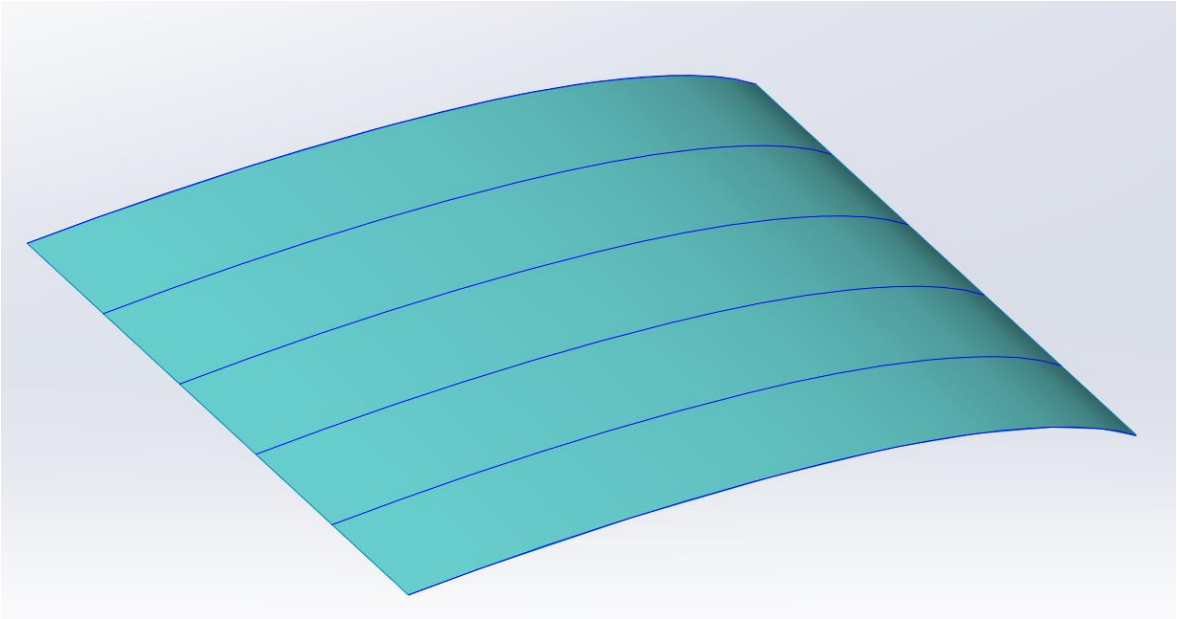


Şekil 66.2-1 Numaralı Parçanın Ortalama Sapma Sonuçları

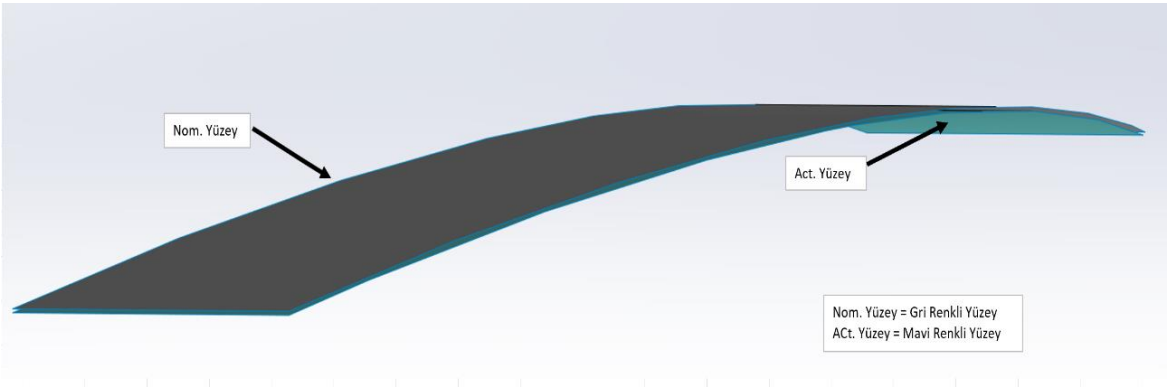


	-0,026	-0,034	-0,034	-0,036	-0,035	-0,035	-0,034	-0,035	-0,036	-0,034	-0,033	-0,034	-0,034	-0,035	-0,034	-0,033	-0,033	-0,039	-0,034	-0,032	-0,036	-0,034	-0,026
Curve1_Hata	-0,033	-0,041	-0,04	-0,042	-0,043	-0,042	-0,042	-0,042	-0,042	-0,041	-0,04	-0,04	-0,039	-0,04	-0,039	-0,036	-0,036	-0,04	-0,037	-0,034	-0,036	-0,035	-0,027
Curve2_Hata	-0,031	-0,039	-0,036	-0,038	-0,039	-0,038	-0,037	-0,038	-0,04	-0,039	-0,037	-0,037	-0,037	-0,037	-0,036	-0,033	-0,034	-0,039	-0,035	-0,033	-0,035	-0,034	-0,024
Curve3_Hata	-0,028	-0,036	-0,035	-0,037	-0,037	-0,037	-0,036	-0,037	-0,037	-0,036	-0,035	-0,036	-0,036	-0,036	-0,035	-0,033	-0,033	-0,038	-0,033	-0,032	-0,034	-0,033	-0,025
Curve4_Hata	-0,028	-0,034	-0,035	-0,036	-0,036	-0,035	-0,035	-0,036	-0,036	-0,035	-0,034	-0,034	-0,035	-0,035	-0,034	-0,033	-0,033	-0,038	-0,033	-0,032	-0,036	-0,033	-0,024
Curve5_Hata	-0,026	-0,034	-0,034	-0,036	-0,035	-0,035	-0,034	-0,035	-0,036	-0,034	-0,033	-0,034	-0,034	-0,035	-0,034	-0,033	-0,033	-0,039	-0,034	-0,032	-0,036	-0,034	-0,026
Curve6_Hata	-0,025	-0,034	-0,033	-0,034	-0,036	-0,035	-0,035	-0,035	-0,035	-0,035	-0,034	-0,032	-0,032	-0,035	-0,034	-0,033	-0,034	-0,04	-0,034	-0,035	-0,037	-0,036	-0,029

Şekil 67.2-1 Numaralı Parçanın Hata Sonuçları



Şekil 68. 2- 1 Numaralı Parçanın Act. Sonuçları ile Tasarlanmış Yüzey



Şekil 69. 2-1 Numaralı Parçanın Act. Ve Nom. Yüzeyler

2 numaralı parçanın işlenmesinde kullanılan kesme şartları;

- Vc (kesme hızı) =120 m/min
- Fz (diş başı ilerleme) =0.1 mm/diş
- Step over=0.8 mm
- Scallop Yüksekliği = 0,000104168 mm

2 numaralı parçada bulunan 6 eğrinin ölçüm sonuçları ve forma hataları;

(mm)	ACTUAL	NOMINAL	LO-TOL	HI-TOL	DEVIATION	GRAPHIC	ERROR
Curve:Curve_1							
Line-Profile	-0.142,-0.114		-0.100	+0.100		<--+---	-0.042

Nom.X	Nom.Y	Nom.Z	Act.X	Act.Y	Act.Z	Dev	Hata
0.428	4.000	9.214	0.422	4.000	9.074	-0.136	-0.036
2.648	4.000	9.653	2.635	4.000	9.511	-0.137	-0.037
4.615	4.000	10.015	4.598	4.000	9.870	-0.139	-0.039
6.586	4.000	10.352	6.565	4.000	10.204	-0.142	-0.042
8.562	4.000	10.663	8.535	4.000	10.516	-0.142	-0.042
10.541	4.000	10.950	10.544	4.000	10.810	-0.139	-0.039
12.524	4.000	11.214	12.522	4.000	11.074	-0.138	-0.038
14.509	4.000	11.456	14.503	4.000	11.314	-0.140	-0.040
16.498	4.000	11.670	16.487	4.000	11.526	-0.142	-0.042
18.489	4.000	11.853	18.474	4.000	11.711	-0.140	-0.040
20.483	4.000	12.008	20.463	4.000	11.867	-0.139	-0.039
22.479	4.000	12.131	22.454	4.000	11.992	-0.138	-0.038
24.478	4.000	12.214	24.448	4.000	12.076	-0.137	-0.037
26.477	4.000	12.246	26.442	4.000	12.108	-0.138	-0.038
28.477	4.000	12.221	28.402	4.000	12.085	-0.138	-0.038
30.474	4.000	12.123	30.429	4.000	11.991	-0.135	-0.035
32.466	4.000	11.938	32.415	4.000	11.809	-0.134	-0.034
34.446	4.000	11.662	34.390	4.000	11.531	-0.139	-0.039
35.978	4.000	11.352	35.919	4.000	11.230	-0.132	-0.032
37.463	4.000	10.936	37.368	4.000	10.829	-0.130	-0.030
38.160	4.000	10.690	38.064	4.000	10.589	-0.130	-0.030
38.695	4.000	10.457	38.599	4.000	10.363	-0.126	-0.026
39.151	4.000	10.220	39.057	4.000	10.142	-0.114	-0.014

Curve:CURVE_2							
Line-Profile	-0.140,-0.116		-0.100	+0.100		<--+---	-0.040

Nom.X	Nom.Y	Nom.Z	Act.X	Act.Y	Act.Z	Dev	
0.428	11.000	9.214	0.421	11.000	9.075	-0.134	-0.034
2.648	11.000	9.653	2.635	11.000	9.514	-0.134	-0.034
4.615	11.000	10.015	4.597	11.000	9.872	-0.137	-0.037
6.586	11.000	10.352	6.564	11.000	10.207	-0.139	-0.039
8.562	11.000	10.663	8.535	11.000	10.519	-0.139	-0.039
10.541	11.000	10.950	10.544	11.000	10.812	-0.137	-0.037
12.524	11.000	11.214	12.522	11.000	11.077	-0.136	-0.036
14.509	11.000	11.456	14.503	11.000	11.316	-0.138	-0.038
16.498	11.000	11.670	16.487	11.000	11.529	-0.140	-0.040
18.489	11.000	11.853	18.474	11.000	11.713	-0.139	-0.039
20.483	11.000	12.008	20.463	11.000	11.869	-0.137	-0.037
22.479	11.000	12.131	22.455	11.000	11.993	-0.137	-0.037
24.478	11.000	12.214	24.448	11.000	12.076	-0.137	-0.037
26.477	11.000	12.246	26.443	11.000	12.109	-0.137	-0.037
28.477	11.000	12.221	28.403	11.000	12.086	-0.137	-0.037
30.474	11.000	12.123	30.429	11.000	11.991	-0.135	-0.035
32.466	11.000	11.938	32.415	11.000	11.809	-0.134	-0.034
34.446	11.000	11.662	34.390	11.000	11.530	-0.139	-0.039
35.978	11.000	11.352	35.919	11.000	11.229	-0.133	-0.033
37.463	11.000	10.936	37.368	11.000	10.827	-0.132	-0.032
38.160	11.000	10.690	38.064	11.000	10.587	-0.132	-0.032
38.695	11.000	10.457	38.598	11.000	10.361	-0.128	-0.028
39.151	11.000	10.220	39.058	11.000	10.139	-0.116	-0.016

Curve:CURVE_3

Line-Profile	-0.141,-0.120		-0.100	+0.100		<--+---	-0.041
0.428	18.000	9.214	0.417	18.000	9.076	-0.133	-0.033
2.648	18.000	9.653	2.631	18.000	9.513	-0.134	-0.034
4.615	18.000	10.015	4.593	18.000	9.873	-0.135	-0.035
6.586	18.000	10.352	6.561	18.000	10.208	-0.138	-0.038
8.562	18.000	10.663	8.532	18.000	10.520	-0.137	-0.037
10.541	18.000	10.950	10.541	18.000	10.813	-0.135	-0.035
12.524	18.000	11.214	12.519	18.000	11.078	-0.134	-0.034
14.509	18.000	11.456	14.500	18.000	11.318	-0.136	-0.036
16.498	18.000	11.670	16.485	18.000	11.530	-0.138	-0.038
18.489	18.000	11.853	18.472	18.000	11.714	-0.137	-0.037
20.483	18.000	12.008	20.461	18.000	11.870	-0.136	-0.036
22.479	18.000	12.131	22.453	18.000	11.994	-0.136	-0.036
24.478	18.000	12.214	24.447	18.000	12.078	-0.135	-0.035
26.477	18.000	12.246	26.441	18.000	12.110	-0.136	-0.036
28.477	18.000	12.221	28.401	18.000	12.087	-0.136	-0.036
30.474	18.000	12.123	30.428	18.000	11.992	-0.134	-0.034
32.466	18.000	11.938	32.415	18.000	11.809	-0.134	-0.034
34.446	18.000	11.662	34.389	18.000	11.529	-0.141	-0.041
35.978	18.000	11.352	35.917	18.000	11.228	-0.134	-0.034
37.463	18.000	10.936	37.365	18.000	10.826	-0.134	-0.034
38.160	18.000	10.690	38.061	18.000	10.586	-0.133	-0.033
38.695	18.000	10.457	38.596	18.000	10.359	-0.131	-0.031
39.151	18.000	10.220	39.054	18.000	10.137	-0.120	-0.020

Curve:CURVE_4

Line-Profile	-0.141,-0.124		-0.100	+0.100		<--+---	-0.041
0.428	25.000	9.214	0.417	25.000	9.078	-0.131	-0.031
2.648	25.000	9.653	2.631	25.000	9.515	-0.132	-0.032
4.615	25.000	10.015	4.593	25.000	9.877	-0.132	-0.032
6.586	25.000	10.352	6.561	25.000	10.208	-0.137	-0.037
8.562	25.000	10.663	8.532	25.000	10.520	-0.137	-0.037
10.541	25.000	10.950	10.541	25.000	10.815	-0.134	-0.034
12.524	25.000	11.214	12.519	25.000	11.080	-0.132	-0.032
14.509	25.000	11.456	14.500	25.000	11.319	-0.135	-0.035
16.498	25.000	11.670	16.484	25.000	11.531	-0.137	-0.037
18.489	25.000	11.853	18.471	25.000	11.715	-0.136	-0.036
20.483	25.000	12.008	20.461	25.000	11.871	-0.135	-0.035
22.479	25.000	12.131	22.452	25.000	11.995	-0.135	-0.035
24.478	25.000	12.214	24.446	25.000	12.079	-0.134	-0.034
26.477	25.000	12.246	26.440	25.000	12.111	-0.135	-0.035
28.477	25.000	12.221	28.399	25.000	12.087	-0.136	-0.036
30.474	25.000	12.123	30.426	25.000	11.992	-0.135	-0.035
32.466	25.000	11.938	32.412	25.000	11.810	-0.133	-0.033
34.446	25.000	11.662	34.387	25.000	11.529	-0.141	-0.041
35.978	25.000	11.352	35.915	25.000	11.227	-0.136	-0.036
37.463	25.000	10.936	37.364	25.000	10.825	-0.136	-0.036
38.160	25.000	10.690	38.059	25.000	10.583	-0.136	-0.036
38.695	25.000	10.457	38.594	25.000	10.356	-0.134	-0.034
39.151	25.000	10.220	39.053	25.000	10.134	-0.124	-0.024

Curve:CURVE_5

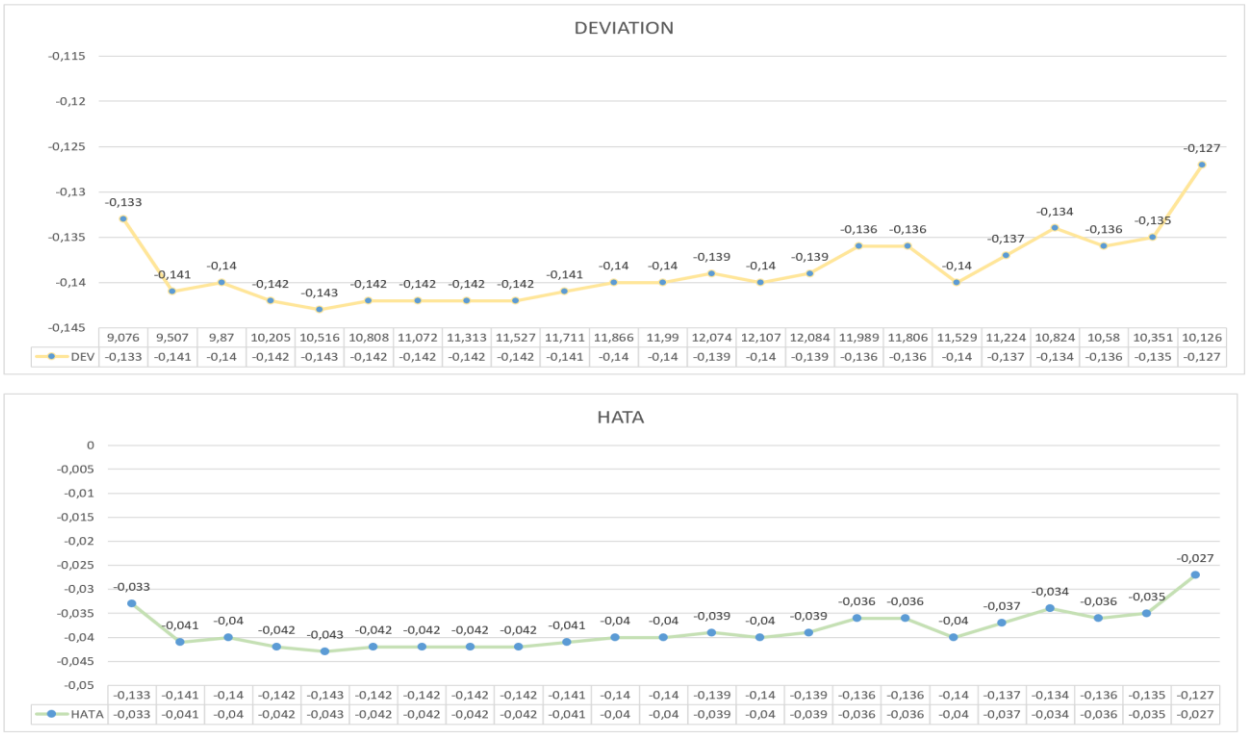
Line-Profile	-0.142,-0.128		-0.100	+0.100		<--+---	-0.042
Nom.X	Nom.Y	Nom.Z	Act.X	Act.Y	Act.Z	Dev	
0.428	32.000	9.214	0.416	32.000	9.079	-0.129	-0.029
2.648	32.000	9.653	2.632	32.000	9.509	-0.138	-0.038
4.615	32.000	10.015	4.594	32.000	9.875	-0.134	-0.034
6.586	32.000	10.352	6.560	32.000	10.214	-0.132	-0.032
8.562	32.000	10.663	8.531	32.000	10.524	-0.133	-0.033
10.541	32.000	10.950	10.540	32.000	10.815	-0.134	-0.034
12.524	32.000	11.214	12.519	32.000	11.079	-0.133	-0.033
14.509	32.000	11.456	14.500	32.000	11.320	-0.134	-0.034
16.498	32.000	11.670	16.484	32.000	11.533	-0.135	-0.035
18.489	32.000	11.853	18.471	32.000	11.717	-0.135	-0.035
20.483	32.000	12.008	20.461	32.000	11.872	-0.134	-0.034
22.479	32.000	12.131	22.452	32.000	11.996	-0.134	-0.034
24.478	32.000	12.214	24.446	32.000	12.079	-0.134	-0.034

26.477	32.000	12.246	26.441	32.000	12.111	-0.135	-0.035
28.477	32.000	12.221	28.402	32.000	12.087	-0.136	-0.036
30.474	32.000	12.123	30.429	32.000	11.991	-0.135	-0.035
32.466	32.000	11.938	32.415	32.000	11.807	-0.135	-0.035
34.446	32.000	11.662	34.389	32.000	11.529	-0.142	-0.042
35.978	32.000	11.352	35.916	32.000	11.225	-0.137	-0.037
37.463	32.000	10.936	37.364	32.000	10.823	-0.138	-0.038
38.160	32.000	10.690	38.060	32.000	10.582	-0.138	-0.038
38.695	32.000	10.457	38.594	32.000	10.352	-0.138	-0.038
39.151	32.000	10.220	39.052	32.000	10.130	-0.128	-0.028

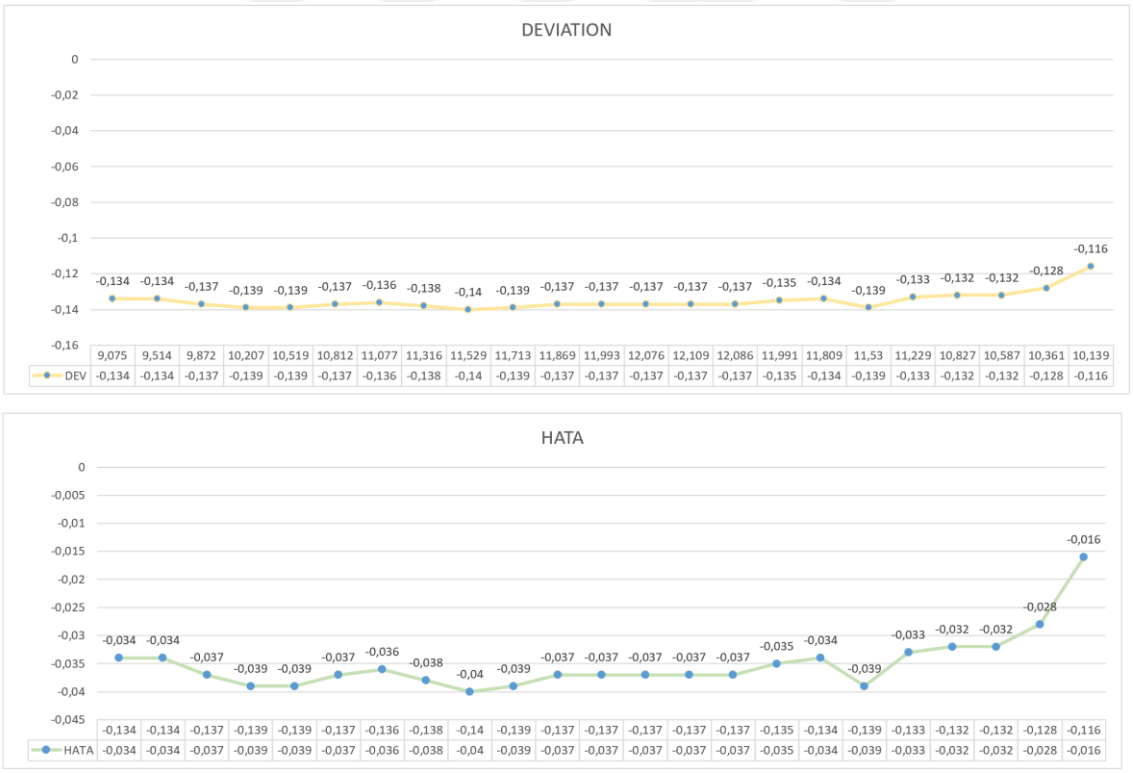
Curve:CURVE_6

Line-Profile	-0.145,-0.130		-0.100	+0.100		<--+---	-0.045
0.428	39.000	9.214	0.417	39.000	9.080	-0.130	-0.030
2.648	39.000	9.653	2.631	39.000	9.516	-0.131	-0.031
4.615	39.000	10.015	4.593	39.000	9.878	-0.131	-0.031
6.586	39.000	10.352	6.560	39.000	10.210	-0.135	-0.035
8.562	39.000	10.663	8.531	39.000	10.521	-0.136	-0.036
10.541	39.000	10.950	10.539	39.000	10.815	-0.133	-0.033
12.524	39.000	11.214	12.517	39.000	11.080	-0.132	-0.032
14.509	39.000	11.456	14.498	39.000	11.319	-0.135	-0.035
16.498	39.000	11.670	16.482	39.000	11.531	-0.136	-0.036
18.489	39.000	11.853	18.469	39.000	11.716	-0.136	-0.036
20.483	39.000	12.008	20.459	39.000	11.870	-0.135	-0.035
22.479	39.000	12.131	22.450	39.000	11.993	-0.136	-0.036
24.478	39.000	12.214	24.443	39.000	12.077	-0.136	-0.036
26.477	39.000	12.246	26.438	39.000	12.109	-0.137	-0.037
28.477	39.000	12.221	28.397	39.000	12.085	-0.138	-0.038
30.474	39.000	12.123	30.423	39.000	11.990	-0.137	-0.037
32.466	39.000	11.938	32.409	39.000	11.806	-0.137	-0.037
34.446	39.000	11.662	34.383	39.000	11.526	-0.145	-0.045
35.978	39.000	11.352	35.911	39.000	11.222	-0.141	-0.041
37.463	39.000	10.936	37.360	39.000	10.820	-0.142	-0.042
38.160	39.000	10.690	38.055	39.000	10.578	-0.144	-0.044
38.695	39.000	10.457	38.589	39.000	10.349	-0.143	-0.043
39.151	39.000	10.220	39.047	39.000	10.127	-0.133	-0.033

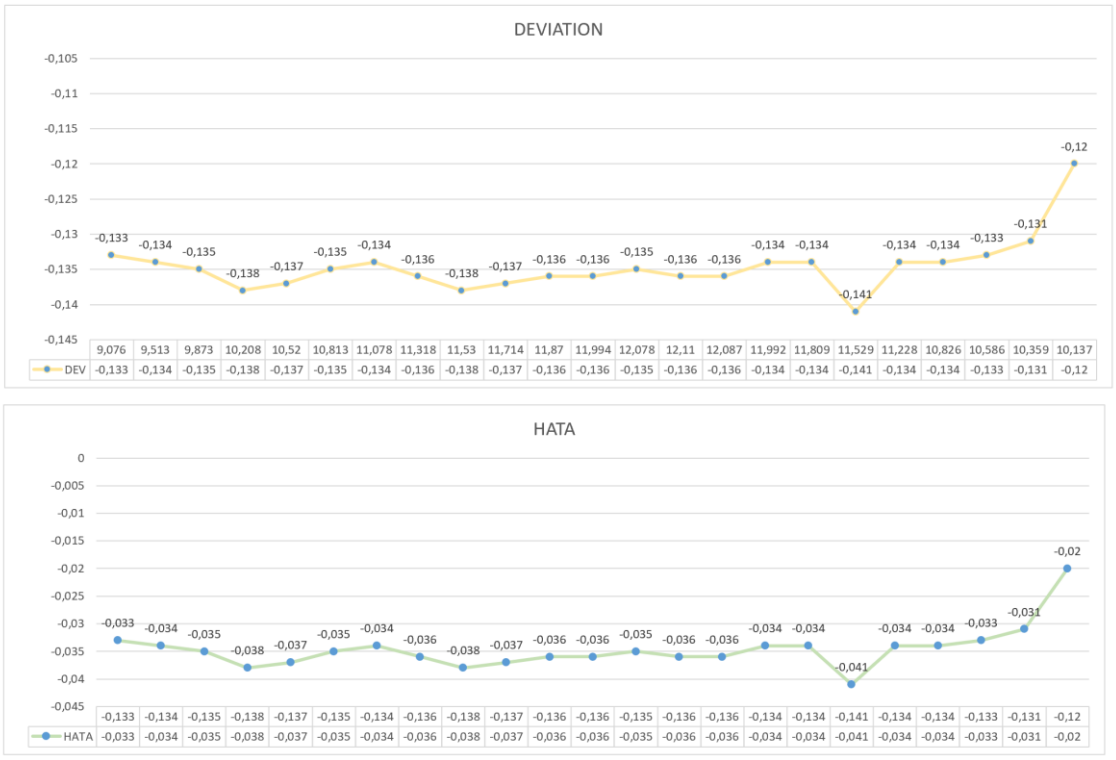
Tablo 12.2-2 Numaralı Parçanın 6 Adet Eğrinin Ölçüm Sonuçları



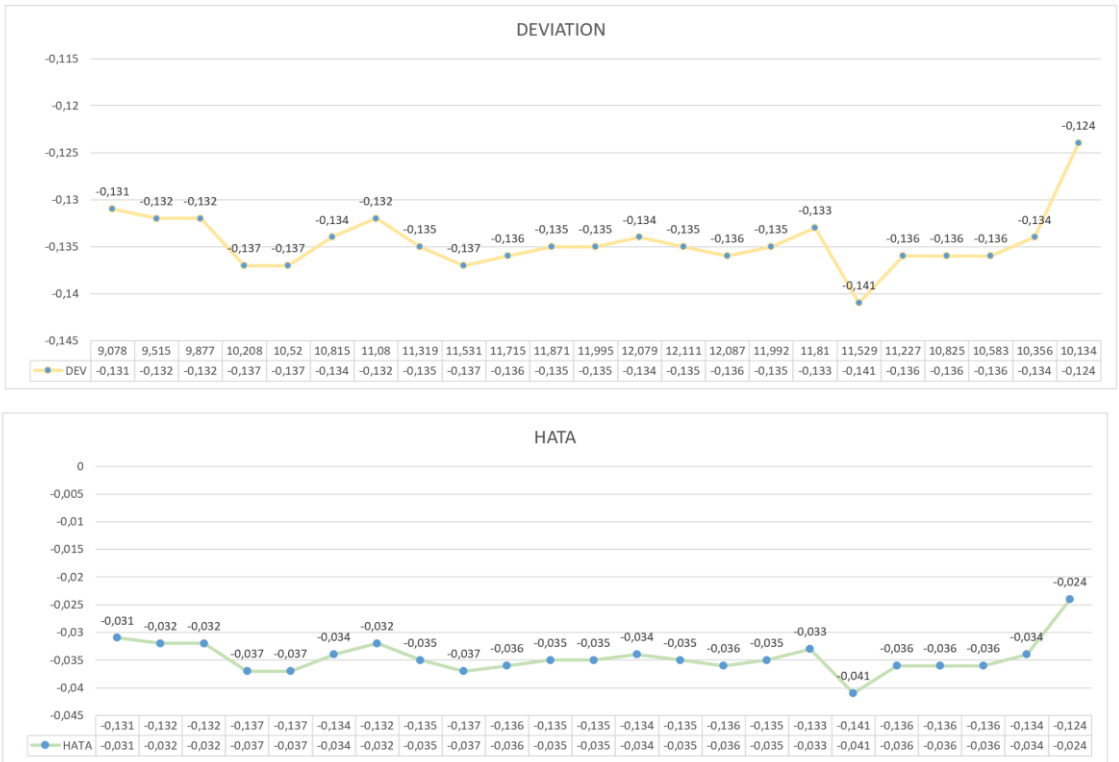
Şekil 70.2-2-1 Numaralı Eğrinin Sapma ve Hata Sonuçları



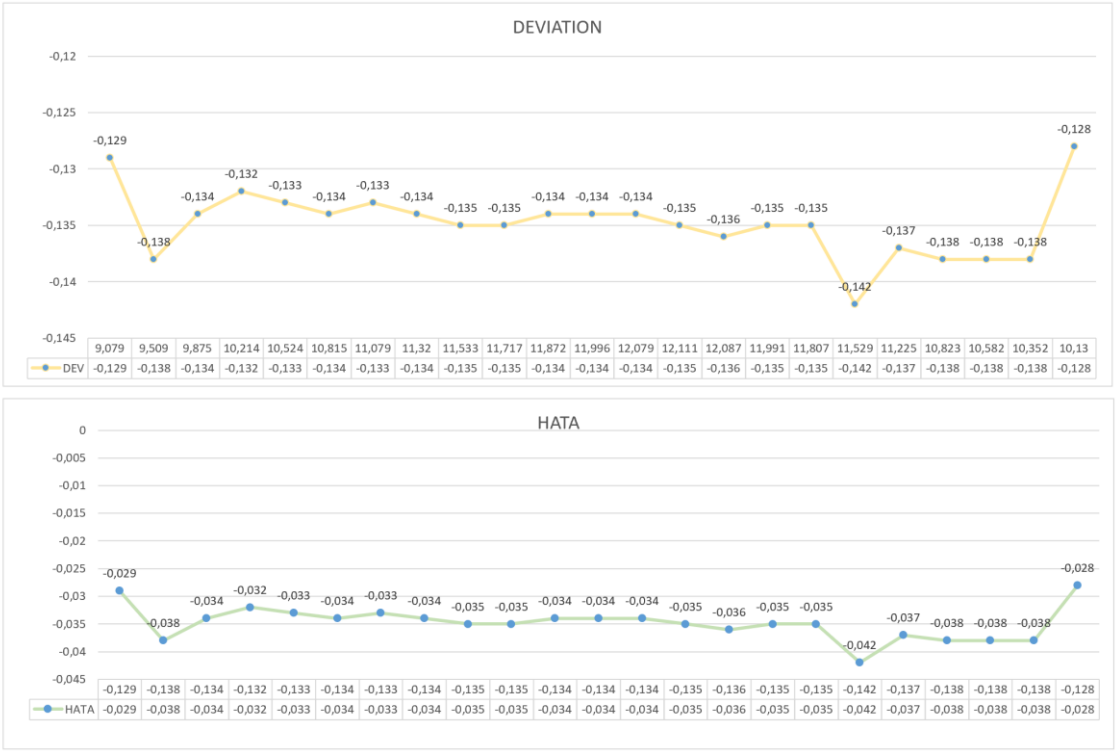
Şekil 71.2-2-2 Numaralı Eğrinin Sapma ve Hata Sonuçları



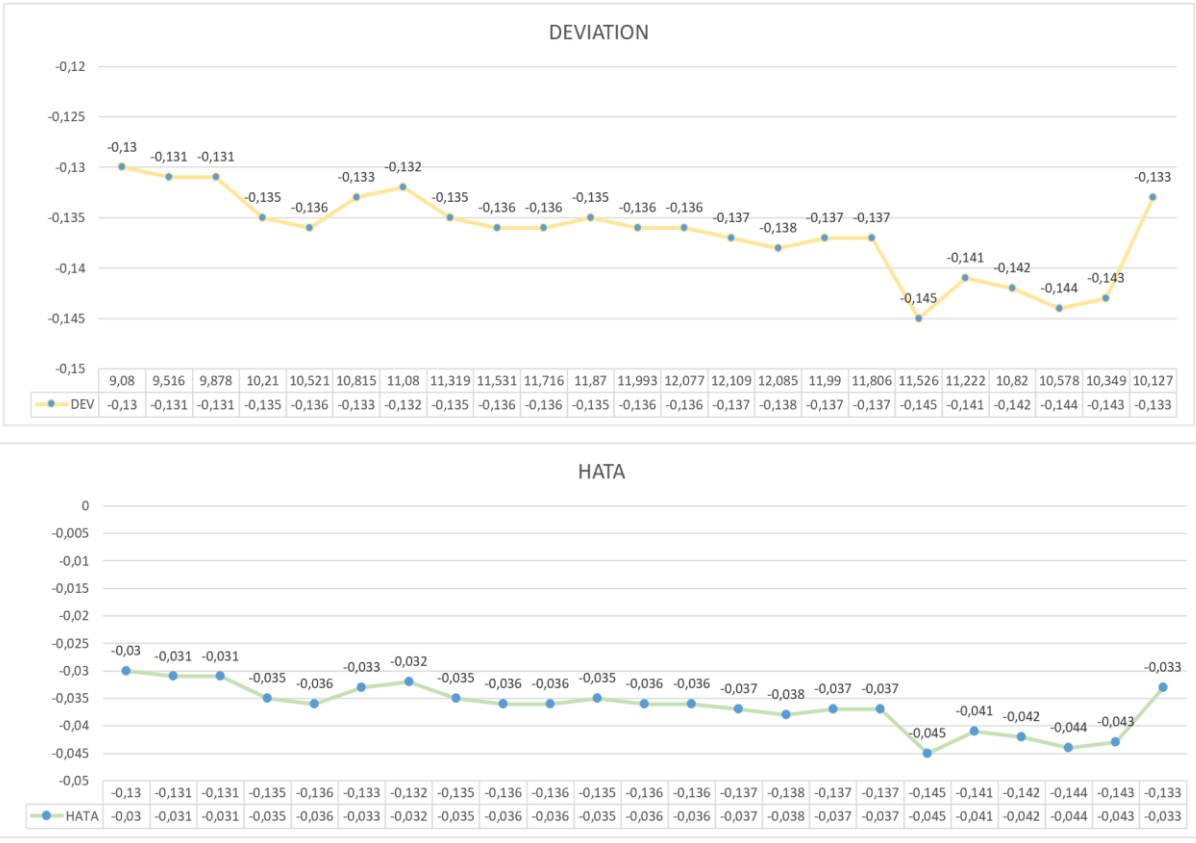
Şekil 72.2-2-3 Numaralı Eğrinin Sapma ve Hata Sonuçları



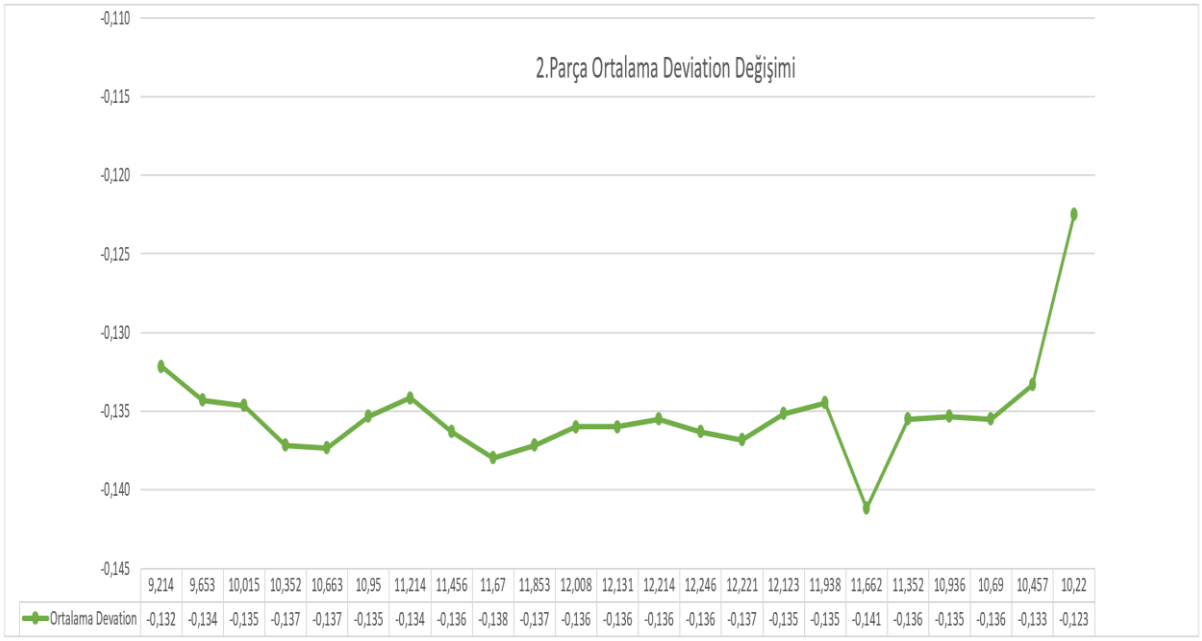
Şekil 73.2-2-4 Numaralı Eğrinin Sapma ve Hata Sonuçları



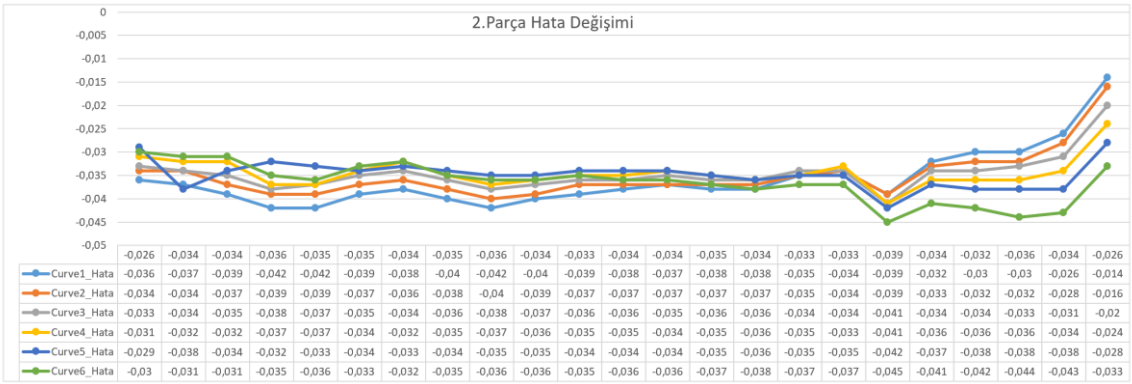
Şekil 74.2-2-5 Numaralı Eğrinin Sapma ve Hata Sonuçları



Şekil 75.2-2-6 Numaralı Eğrinin Sapma ve Hata Sonuçları

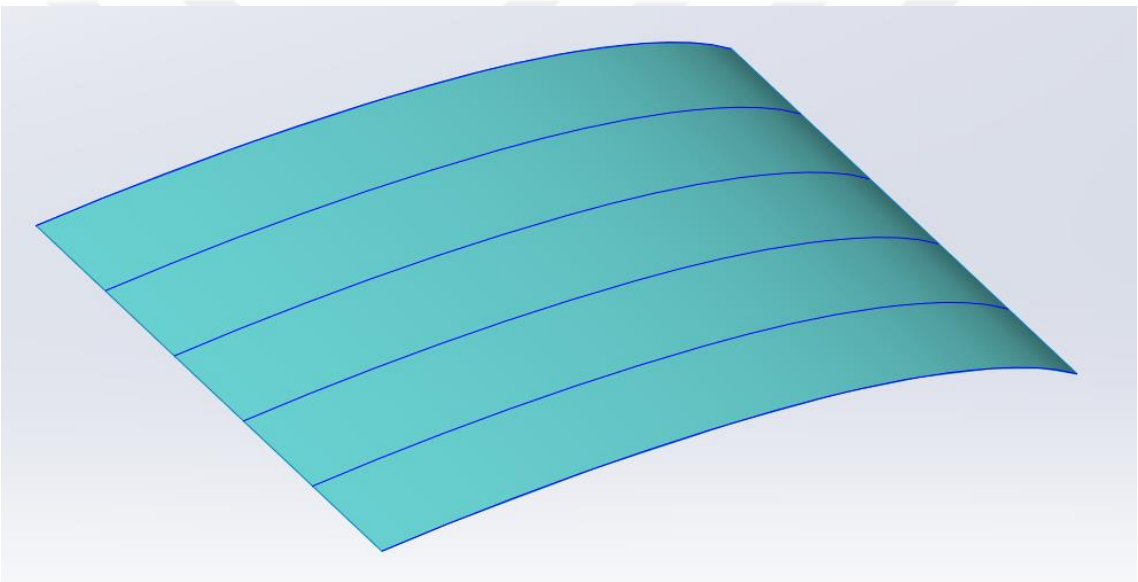


Şekil 76.2-2 Numaralı Parçanın Ortalama Sapma Sonuçları

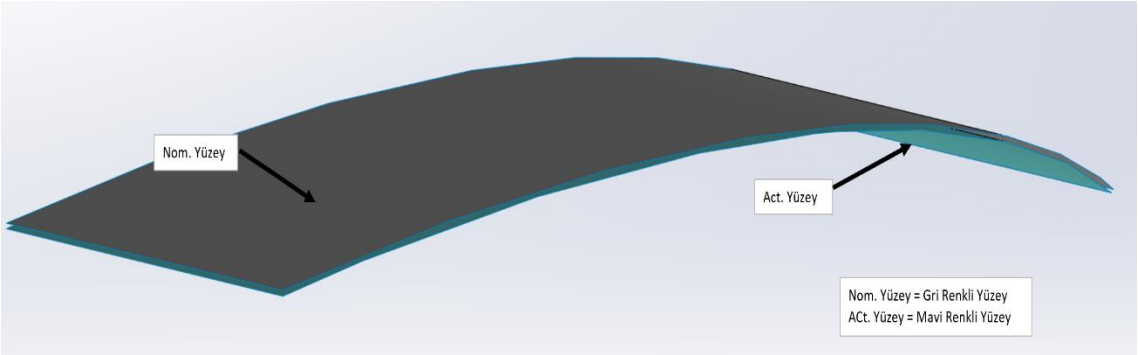


	-0,026	-0,034	-0,034	-0,036	-0,035	-0,035	-0,034	-0,035	-0,036	-0,034	-0,033	-0,034	-0,034	-0,035	-0,034	-0,033	-0,033	-0,039	-0,034	-0,032	-0,036	-0,034	-0,026
Curve1_Hata	-0,036	-0,037	-0,039	-0,042	-0,042	-0,039	-0,038	-0,04	-0,042	-0,04	-0,039	-0,038	-0,037	-0,038	-0,038	-0,035	-0,034	-0,039	-0,032	-0,03	-0,03	-0,026	-0,014
Curve2_Hata	-0,034	-0,034	-0,037	-0,039	-0,039	-0,037	-0,036	-0,038	-0,04	-0,039	-0,037	-0,037	-0,037	-0,037	-0,037	-0,035	-0,034	-0,039	-0,033	-0,032	-0,032	-0,028	-0,016
Curve3_Hata	-0,033	-0,034	-0,035	-0,038	-0,037	-0,035	-0,034	-0,036	-0,038	-0,037	-0,036	-0,036	-0,035	-0,036	-0,036	-0,034	-0,034	-0,041	-0,034	-0,034	-0,033	-0,031	-0,02
Curve4_Hata	-0,031	-0,032	-0,032	-0,037	-0,037	-0,034	-0,032	-0,035	-0,037	-0,036	-0,035	-0,035	-0,034	-0,035	-0,036	-0,035	-0,033	-0,041	-0,036	-0,036	-0,036	-0,034	-0,024
Curve5_Hata	-0,029	-0,038	-0,034	-0,032	-0,033	-0,034	-0,033	-0,034	-0,035	-0,035	-0,034	-0,034	-0,034	-0,035	-0,036	-0,035	-0,035	-0,042	-0,037	-0,038	-0,038	-0,038	-0,028
Curve6_Hata	-0,03	-0,031	-0,031	-0,035	-0,036	-0,033	-0,032	-0,035	-0,036	-0,036	-0,035	-0,036	-0,036	-0,037	-0,038	-0,037	-0,037	-0,045	-0,041	-0,042	-0,044	-0,043	-0,033

Şekil 77.2-2 Numaralı Parçanın Hata Sonuçları



Şekil 78. 2- 2 Numaralı Parçanın Act. Sonuçları ile Tasarlanmış Yüzey



Şekil 79. 2- 2 Numaralı Parçanın Act. Ve Nom. Yüzeyler

3 numaralı parçanın işlenmesinde kullanılan kesme şartları;

- Vc (kesme hızı) =100 m/min
- Fz (diş başı ilerleme) =0.08 mm/diş
- Step over=0.8 mm
- Scallop Yüksekliği = 0,000104168 mm

3 numaralı parçada bulunan 6 eğrinin ölçüm sonuçları ve forma hataları;

(mm)	ACTUAL	NOMINAL	LO-TOL	HI-TOL	DEVIATION	GRAPHIC	ERROR
Curve:Curve_1							
Line-Profile	-0.147,-0.114		-0.100	+0.100		<--+---	-0.047
	Nom.X	Nom.Y	Nom.Z	Act.X	Act.Y	Act.Z	Dev	Hata
	0.428	4.000	9.214	0.428	4.000	9.065	-0.146	-0.046
	2.648	4.000	9.653	2.640	4.000	9.503	-0.146	-0.046
	4.615	4.000	10.015	4.602	4.000	9.864	-0.146	-0.046
	6.586	4.000	10.352	6.569	4.000	10.200	-0.146	-0.046
	8.562	4.000	10.663	8.540	4.000	10.512	-0.146	-0.046
	10.541	4.000	10.950	10.548	4.000	10.804	-0.145	-0.045
	12.524	4.000	11.214	12.527	4.000	11.067	-0.147	-0.047
	14.509	4.000	11.456	14.507	4.000	11.308	-0.147	-0.047
	16.498	4.000	11.670	16.491	4.000	11.522	-0.146	-0.046
	18.489	4.000	11.853	18.478	4.000	11.706	-0.146	-0.046
	20.483	4.000	12.008	20.467	4.000	11.861	-0.145	-0.045
	22.479	4.000	12.131	22.459	4.000	11.986	-0.143	-0.043
	24.478	4.000	12.214	24.452	4.000	12.071	-0.142	-0.042
	26.477	4.000	12.246	26.446	4.000	12.103	-0.143	-0.043
	28.477	4.000	12.221	28.407	4.000	12.080	-0.143	-0.043
	30.474	4.000	12.123	30.433	4.000	11.987	-0.139	-0.039
	32.466	4.000	11.938	32.419	4.000	11.805	-0.137	-0.037
	34.446	4.000	11.662	34.393	4.000	11.527	-0.142	-0.042
	35.978	4.000	11.352	35.922	4.000	11.227	-0.135	-0.035
	37.463	4.000	10.936	37.371	4.000	10.828	-0.131	-0.031
	38.160	4.000	10.690	38.067	4.000	10.588	-0.130	-0.030
	38.695	4.000	10.457	38.603	4.000	10.363	-0.124	-0.024
	39.151	4.000	10.220	39.061	4.000	10.140	-0.114	-0.014
Curve:CURVE_2								
Line-Profile	-0.145,-0.115		-0.100	+0.100		<--+---	-0.045	
	0.428	11.000	9.214	0.425	11.000	9.068	-0.143	-0.043
	2.648	11.000	9.653	2.640	11.000	9.506	-0.143	-0.043
	4.615	11.000	10.015	4.603	11.000	9.866	-0.144	-0.044
	6.586	11.000	10.352	6.571	11.000	10.202	-0.145	-0.045
	8.562	11.000	10.663	8.542	11.000	10.514	-0.145	-0.045
	10.541	11.000	10.950	10.551	11.000	10.807	-0.143	-0.043
	12.524	11.000	11.214	12.529	11.000	11.071	-0.142	-0.042
	14.509	11.000	11.456	14.510	11.000	11.311	-0.144	-0.044
	16.498	11.000	11.670	16.493	11.000	11.524	-0.145	-0.045
	18.489	11.000	11.853	18.479	11.000	11.708	-0.144	-0.044
	20.483	11.000	12.008	20.467	11.000	11.864	-0.142	-0.042
	22.479	11.000	12.131	22.458	11.000	11.989	-0.141	-0.041
	24.478	11.000	12.214	24.451	11.000	12.073	-0.140	-0.040
	26.477	11.000	12.246	26.443	11.000	12.105	-0.141	-0.041
	28.477	11.000	12.221	28.401	11.000	12.083	-0.140	-0.040
	30.474	11.000	12.123	30.425	11.000	11.990	-0.136	-0.036
	32.466	11.000	11.938	32.412	11.000	11.808	-0.135	-0.035
	34.446	11.000	11.662	34.388	11.000	11.530	-0.141	-0.041
	35.978	11.000	11.352	35.917	11.000	11.228	-0.134	-0.034
	37.463	11.000	10.936	37.367	11.000	10.830	-0.130	-0.030
	38.160	11.000	10.690	38.062	11.000	10.588	-0.131	-0.031
	38.695	11.000	10.457	38.598	11.000	10.363	-0.126	-0.026
	39.151	11.000	10.220	39.056	11.000	10.142	-0.115	-0.015

Curve:CURVE_3

Line-Profile -0.144,-0.117 -0.100 +0.100 <--+--- -0.044

Nom.X	Nom.Y	Nom.Z	Act.X	Act.Y	Act.Z	Dev	
0.428	18.000	9.214	0.420	18.000	9.068	-0.141	-0.041
2.648	18.000	9.653	2.634	18.000	9.507	-0.140	-0.040
4.615	18.000	10.015	4.597	18.000	9.865	-0.144	-0.044
6.586	18.000	10.352	6.563	18.000	10.202	-0.143	-0.043
8.562	18.000	10.663	8.535	18.000	10.514	-0.143	-0.043
10.541	18.000	10.950	10.544	18.000	10.806	-0.142	-0.042
12.524	18.000	11.214	12.522	18.000	11.071	-0.141	-0.041
14.509	18.000	11.456	14.503	18.000	11.311	-0.143	-0.043
16.498	18.000	11.670	16.487	18.000	11.524	-0.144	-0.044
18.489	18.000	11.853	18.473	18.000	11.708	-0.143	-0.043
20.483	18.000	12.008	20.462	18.000	11.864	-0.141	-0.041
22.479	18.000	12.131	22.452	18.000	11.990	-0.140	-0.040
24.478	18.000	12.214	24.445	18.000	12.074	-0.139	-0.039
26.477	18.000	12.246	26.438	18.000	12.106	-0.141	-0.041
28.477	18.000	12.221	28.398	18.000	12.082	-0.141	-0.041
30.474	18.000	12.123	30.424	18.000	11.990	-0.136	-0.036
32.466	18.000	11.938	32.410	18.000	11.808	-0.135	-0.035
34.446	18.000	11.662	34.385	18.000	11.529	-0.142	-0.042
35.978	18.000	11.352	35.914	18.000	11.227	-0.136	-0.036
37.463	18.000	10.936	37.362	18.000	10.828	-0.134	-0.034
38.160	18.000	10.690	38.057	18.000	10.589	-0.132	-0.032
38.695	18.000	10.457	38.594	18.000	10.364	-0.128	-0.028
39.151	18.000	10.220	39.052	18.000	10.142	-0.117	-0.017

Curve:CURVE_4

Line-Profile -0.143,-0.122 -0.100 +0.100 <--+--- -0.043

Nom.X	Nom.Y	Nom.Z	Act.X	Act.Y	Act.Z	Dev	
0.428	25.000	9.214	0.422	25.000	9.070	-0.140	-0.040
2.648	25.000	9.653	2.634	25.000	9.507	-0.141	-0.041
4.615	25.000	10.015	4.596	25.000	9.868	-0.142	-0.042
6.586	25.000	10.352	6.564	25.000	10.203	-0.143	-0.043
8.562	25.000	10.663	8.535	25.000	10.515	-0.143	-0.043
10.541	25.000	10.950	10.544	25.000	10.807	-0.142	-0.042
12.524	25.000	11.214	12.522	25.000	11.070	-0.143	-0.043
14.509	25.000	11.456	14.503	25.000	11.311	-0.143	-0.043
16.498	25.000	11.670	16.486	25.000	11.526	-0.142	-0.042
18.489	25.000	11.853	18.473	25.000	11.710	-0.142	-0.042
20.483	25.000	12.008	20.463	25.000	11.865	-0.141	-0.041
22.479	25.000	12.131	22.454	25.000	11.989	-0.140	-0.040
24.478	25.000	12.214	24.448	25.000	12.073	-0.140	-0.040
26.477	25.000	12.246	26.442	25.000	12.105	-0.141	-0.041
28.477	25.000	12.221	28.401	25.000	12.082	-0.142	-0.042
30.474	25.000	12.123	30.425	25.000	11.988	-0.138	-0.038
32.466	25.000	11.938	32.409	25.000	11.807	-0.137	-0.037
34.446	25.000	11.662	34.384	25.000	11.528	-0.143	-0.043
35.978	25.000	11.352	35.912	25.000	11.227	-0.136	-0.036
37.463	25.000	10.936	37.362	25.000	10.827	-0.134	-0.034
38.160	25.000	10.690	38.056	25.000	10.585	-0.136	-0.036
38.695	25.000	10.457	38.592	25.000	10.360	-0.132	-0.032
39.151	25.000	10.220	39.051	25.000	10.137	-0.122	-0.022

Curve:CURVE_5

Line-Profile -0.146,-0.127 -0.100 +0.100 <--+--- -0.046

0.428	32.000	9.214	0.422	32.000	9.069	-0.141	-0.041
2.648	32.000	9.653	2.635	32.000	9.505	-0.142	-0.042
4.615	32.000	10.015	4.596	32.000	9.867	-0.142	-0.042
6.586	32.000	10.352	6.563	32.000	10.203	-0.142	-0.042
8.562	32.000	10.663	8.534	32.000	10.515	-0.143	-0.043
10.541	32.000	10.950	10.542	32.000	10.807	-0.141	-0.041
12.524	32.000	11.214	12.521	32.000	11.069	-0.143	-0.043
14.509	32.000	11.456	14.501	32.000	11.311	-0.143	-0.043
16.498	32.000	11.670	16.485	32.000	11.525	-0.143	-0.043
18.489	32.000	11.853	18.471	32.000	11.709	-0.142	-0.042
20.483	32.000	12.008	20.460	32.000	11.864	-0.142	-0.042
22.479	32.000	12.131	22.451	32.000	11.989	-0.141	-0.041

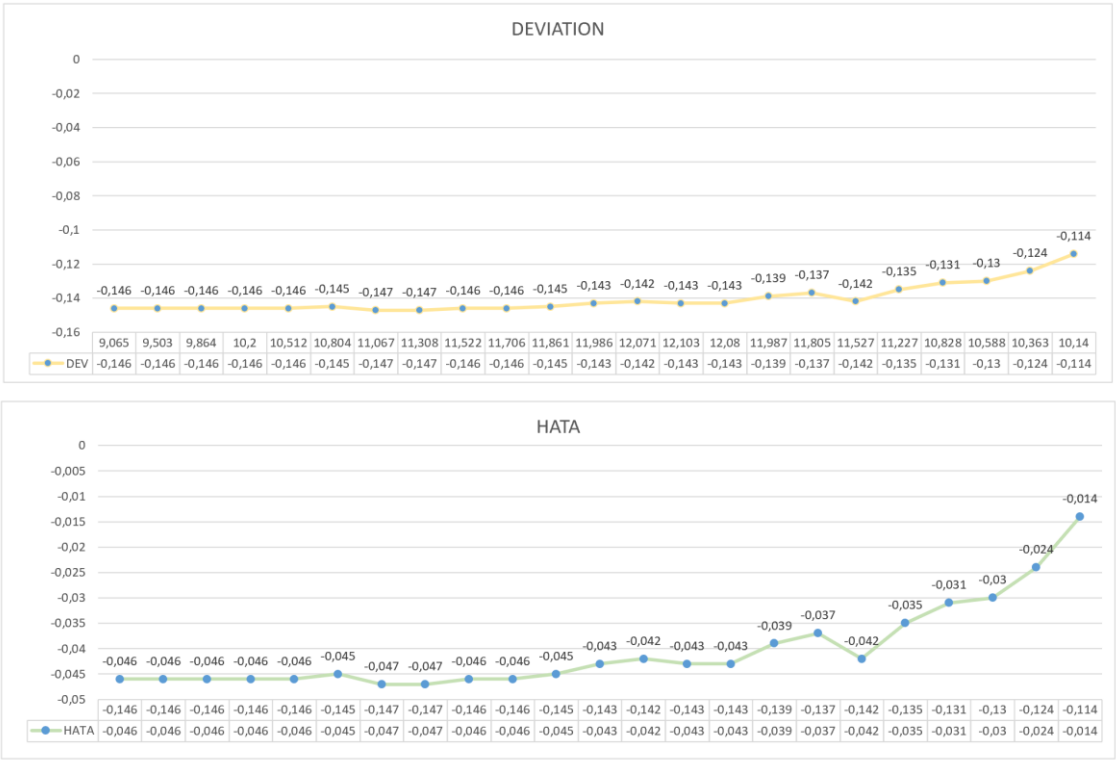
24.478	32.000	12.214	24.443	32.000	12.073	-0.140	-0.040
26.477	32.000	12.246	26.437	32.000	12.105	-0.141	-0.041
28.477	32.000	12.221	28.396	32.000	12.081	-0.143	-0.043
30.474	32.000	12.123	30.423	32.000	11.988	-0.139	-0.039
32.466	32.000	11.938	32.410	32.000	11.806	-0.137	-0.037
34.446	32.000	11.662	34.383	32.000	11.525	-0.146	-0.046
35.978	32.000	11.352	35.912	32.000	11.226	-0.138	-0.038
37.463	32.000	10.936	37.360	32.000	10.824	-0.138	-0.038
38.160	32.000	10.690	38.056	32.000	10.582	-0.139	-0.039
38.695	32.000	10.457	38.591	32.000	10.354	-0.137	-0.037
39.151	32.000	10.220	39.050	32.000	10.132	-0.127	-0.027

Curve:CURVE_6

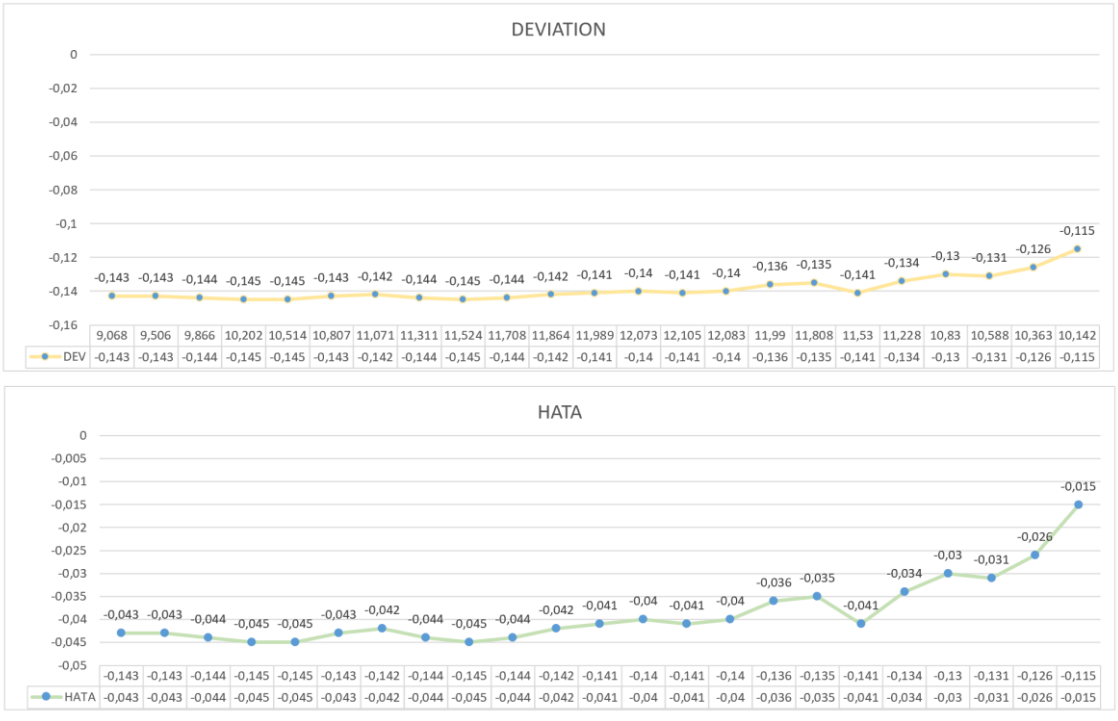
Line-Profile -0.146,-0.133 -0.100 +0.100 <--+--- -0.046

Nom.X	Nom.Y	Nom.Z	Act.X	Act.Y	Act.Z	Dev	
0.428	39.000	9.214	0.414	39.000	9.066	-0.142	-0.042
2.648	39.000	9.653	2.627	39.000	9.506	-0.140	-0.040
4.615	39.000	10.015	4.590	39.000	9.865	-0.143	-0.043
6.586	39.000	10.352	6.557	39.000	10.202	-0.143	-0.043
8.562	39.000	10.663	8.529	39.000	10.514	-0.143	-0.043
10.541	39.000	10.950	10.538	39.000	10.806	-0.142	-0.042
12.524	39.000	11.214	12.516	39.000	11.070	-0.142	-0.042
14.509	39.000	11.456	14.497	39.000	11.310	-0.144	-0.044
16.498	39.000	11.670	16.481	39.000	11.523	-0.145	-0.045
18.489	39.000	11.853	18.468	39.000	11.706	-0.145	-0.045
20.483	39.000	12.008	20.458	39.000	11.862	-0.144	-0.044
22.479	39.000	12.131	22.449	39.000	11.987	-0.142	-0.042
24.478	39.000	12.214	24.442	39.000	12.071	-0.142	-0.042
26.477	39.000	12.246	26.438	39.000	12.102	-0.144	-0.044
28.477	39.000	12.221	28.399	39.000	12.079	-0.145	-0.045
30.474	39.000	12.123	30.424	39.000	11.985	-0.141	-0.041
32.466	39.000	11.938	32.408	39.000	11.803	-0.140	-0.040
34.446	39.000	11.662	34.383	39.000	11.525	-0.146	-0.046
35.978	39.000	11.352	35.911	39.000	11.223	-0.141	-0.041
37.463	39.000	10.936	37.360	39.000	10.821	-0.141	-0.041
38.160	39.000	10.690	38.053	39.000	10.578	-0.143	-0.043
38.695	39.000	10.457	38.587	39.000	10.351	-0.142	-0.042
39.151	39.000	10.220	39.045	39.000	10.128	-0.133	-0.033

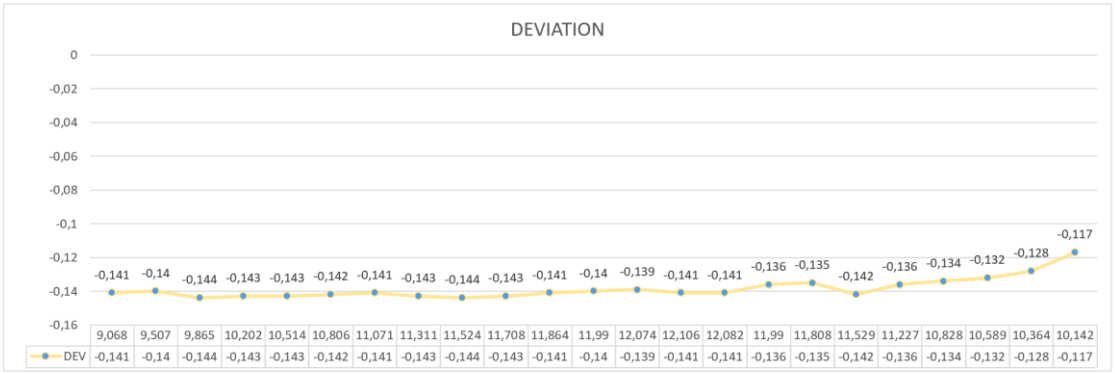
Tablo 13.2-3 Numaralı Parçanın 6 Adet Eğrinin Ölçüm Sonuçları

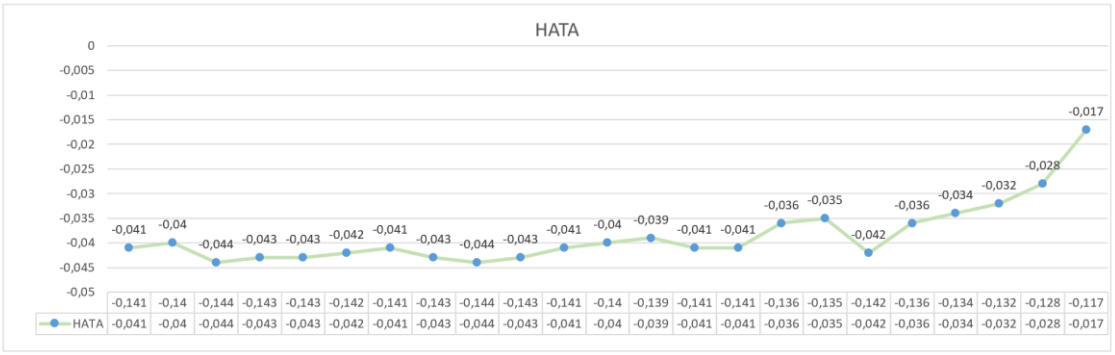


Şekil 80.2-3-1 Numaralı Eğrinin Sapma ve Hata Sonuçları

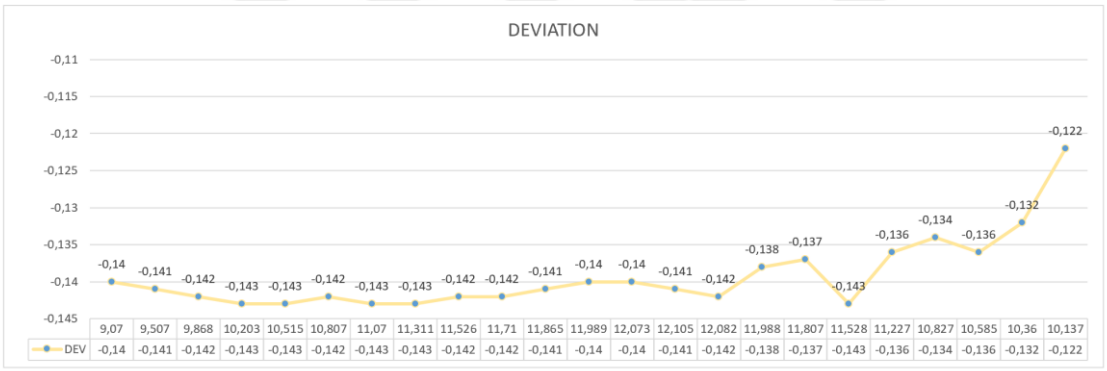


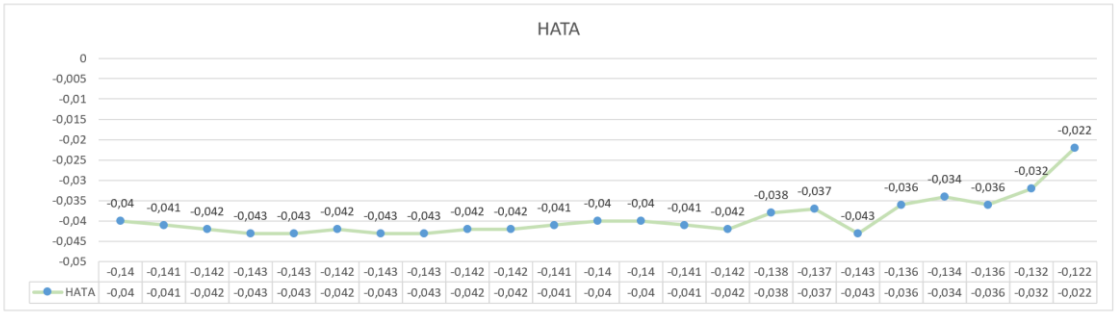
Şekil 81. 2-3-2 Numaralı Eğrinin Sapma ve Hata Sonuçları



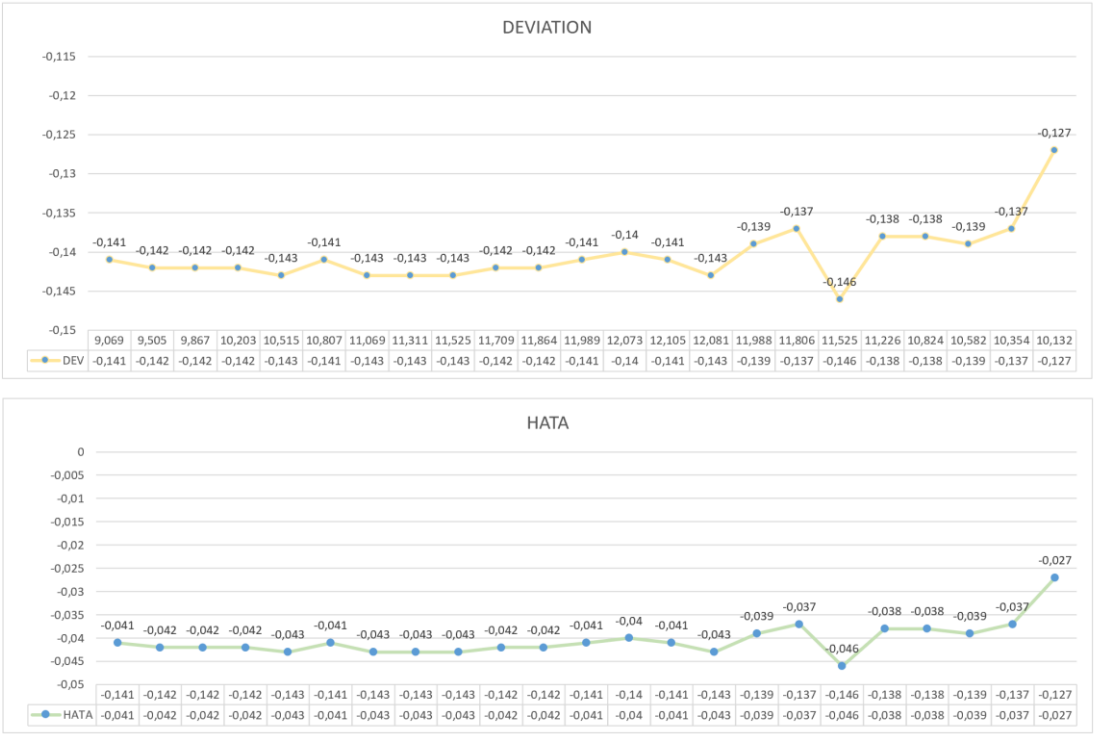


Şekil 82.2-3-3 Numaralı Eğrinin Sapma ve Hata Sonuçları

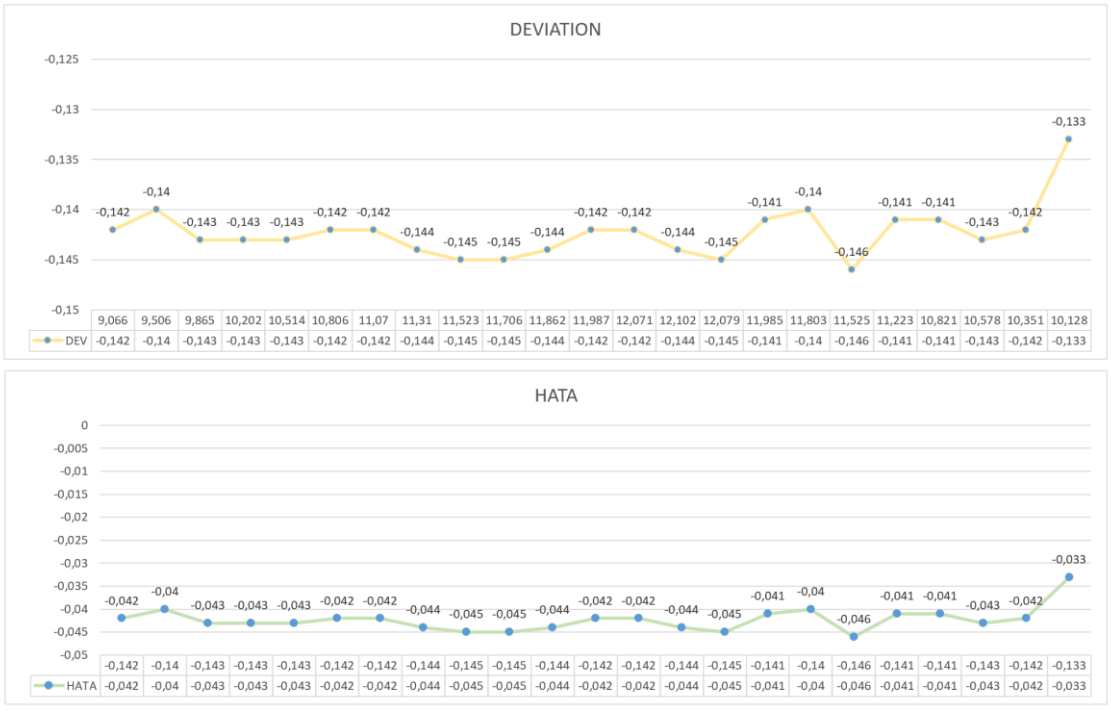




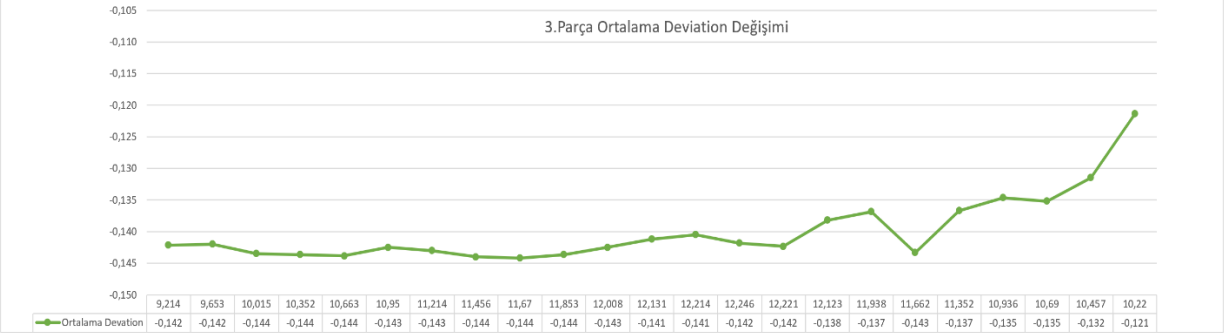
Şekil 83.2-3-4 Numaralı Eğrinin Sapma ve Hata Sonuçları



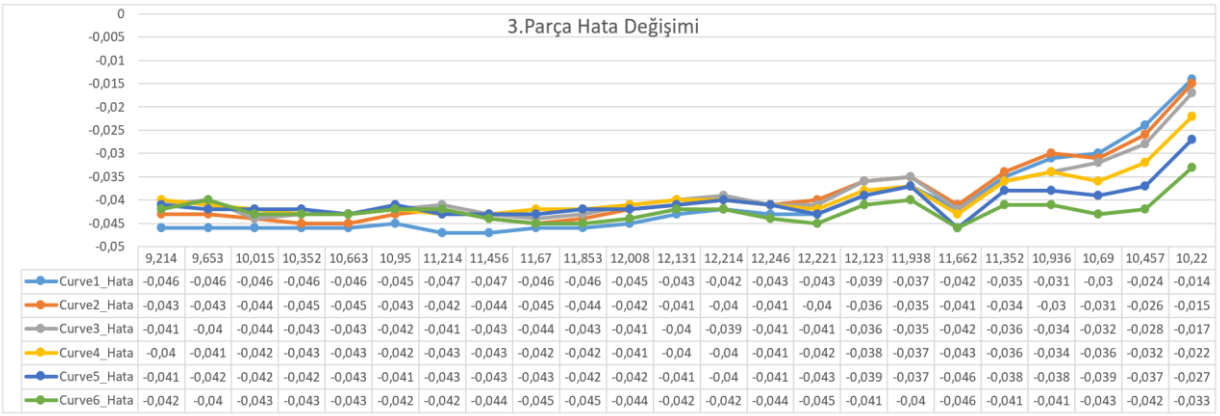
Şekil 84.2-3-5 Numaralı Eğrinin Sapma ve Hata Sonuçları



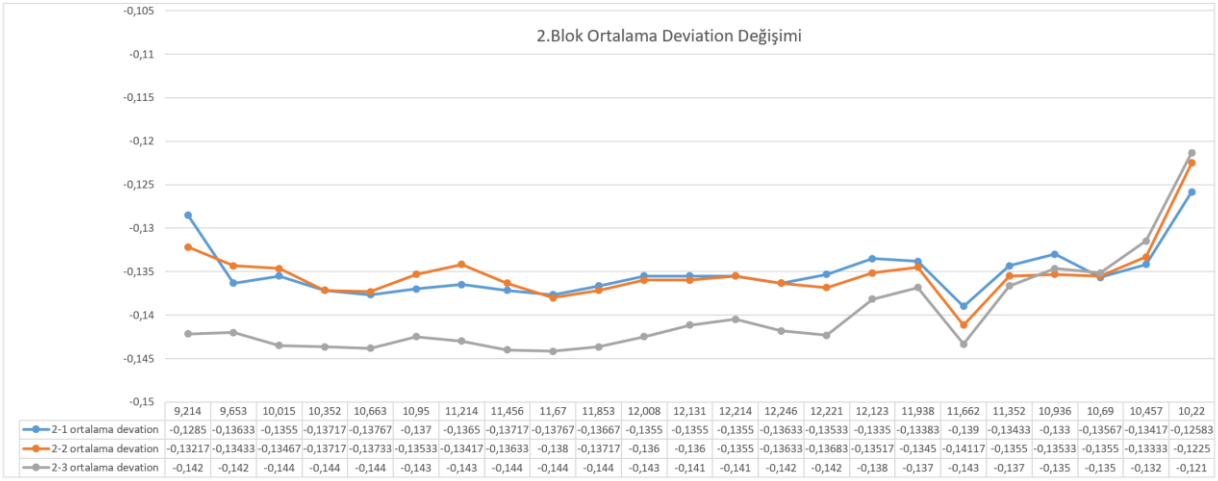
Şekil 85.2-3-6 Numaralı Eğrinin Sapma ve Hata Sonuçları



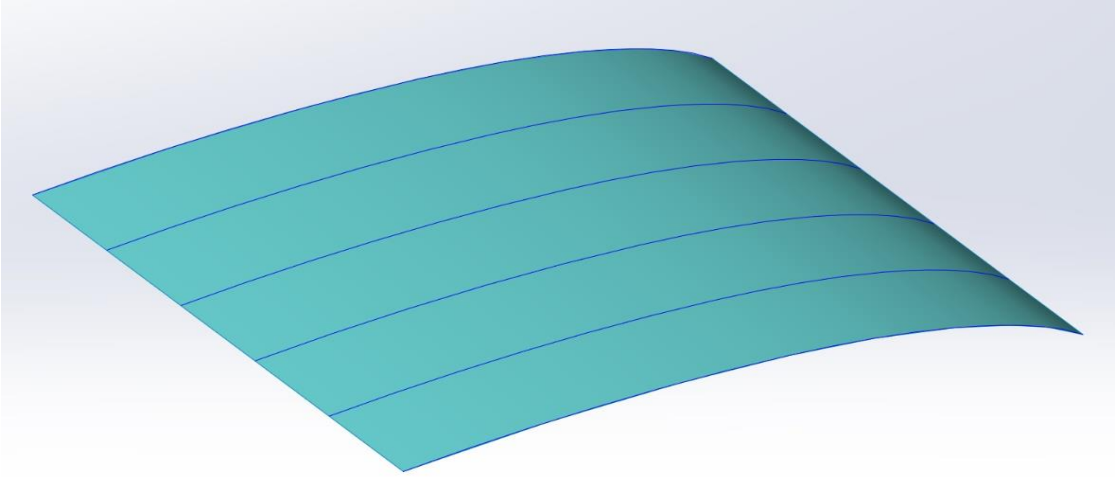
Şekil 86.2-3 Numaralı Parçanın Qrtalama Sapma Sonuçları



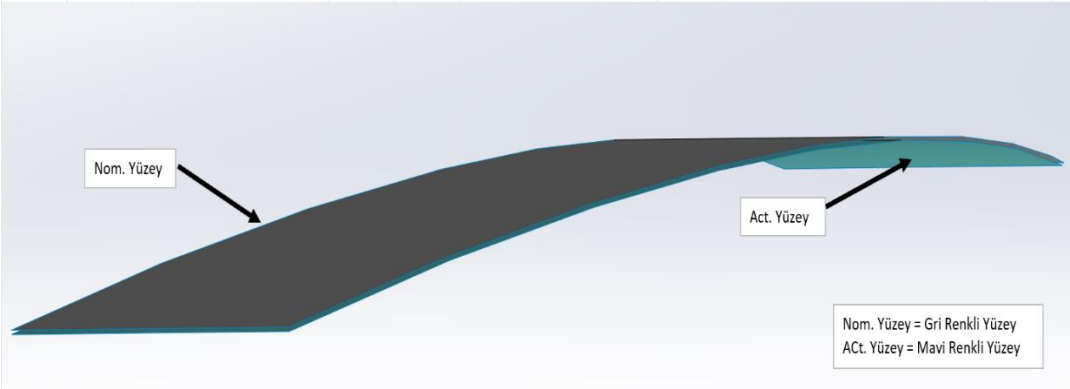
Şekil 87.2-3 Numaralı Parçanın Hata Sonuçları



Şekil 88.2 Numaralı Blok Ortalama Sapma Sonuçları



Şekil 89. 2- 3 Numaralı Parçanın Act. Sonuçları ile Tasarlanmış Yüzey



Şekil 90. 2- 3Numaralı Parçanın Act. Ve Nom. Yüzeyler

3.3. 3 NOLU BLOK ÖLÇÜM SONUÇLARI VE FORM HATALARI ANALİZİ

3 numaralı blokta bulunan 3 parçanın finiş işlenmesinde aynı scallop yüksekliği kullanıldı. Kullanılan scallop yükseklik değeri 0,0000041667. Ancak farklı kesme şartları (kesme hızı ve diş başı ilerleme) kullanılmıştır. Her parçada toplam 6 ölçüm eğrisi vardır. Bu eğrilerde 23 nokta referans alınmıştır. Her parça için yapılan ölçüm sonuçları ve form hata grafikleri aşağıdaki gibidir.

1 numaralı parçanın işlenmesinde kullanılan kesme şartları;

- Vc (kesme hızı) =150 m/min
- Fz (diş başı ilerleme) =0.15 mm/diş
- Step over=0.8 mm

- Scallop Yüksekliği = 0,0000041667 mm

1 numaralı parçada bulunan 6 eğrinin ölçüm sonuçları ve forma hataları;

(mm)	ACTUAL	NOMINAL	LO-TOL	HI-TOL	DEVIATION	GRAPHIC	ERROR
Curve:Curve_1							
Line-Profile	-0.158,-0.072		-0.100	+0.100		<--+---	-0.058
	Nom.X	Nom.Y	Nom.Z	Act.X	Act.Y	Act.Z	Dev	
	0.428	4.000	9.214	0.400	4.000	9.130	-0.076	
	2.648	4.000	9.653	2.618	4.000	9.562	-0.083	
	4.615	4.000	10.015	4.581	4.000	9.926	-0.081	
	6.586	4.000	10.352	6.550	4.000	10.263	-0.081	
	8.562	4.000	10.663	8.523	4.000	10.575	-0.081	
	10.541	4.000	10.950	10.534	4.000	10.867	-0.081	
	12.524	4.000	11.214	12.514	4.000	11.133	-0.079	
	14.509	4.000	11.456	14.496	4.000	11.374	-0.080	
	16.498	4.000	11.670	16.482	4.000	11.588	-0.080	
	18.489	4.000	11.853	18.471	4.000	11.773	-0.078	
	20.483	4.000	12.008	20.462	4.000	11.930	-0.076	
	22.479	4.000	12.131	22.456	4.000	12.056	-0.074	
	24.478	4.000	12.214	24.451	4.000	12.141	-0.072	
	26.477	4.000	12.246	26.447	4.000	12.173	-0.073	
	28.477	4.000	12.221	28.408	4.000	12.146	-0.077	
	30.474	4.000	12.123	30.433	4.000	12.043	-0.083	
	32.466	4.000	11.938	32.419	4.000	11.853	-0.090	
	34.446	4.000	11.662	34.360	4.000	11.573	-0.102	-0.002
	35.978	4.000	11.352	35.886	4.000	11.258	-0.112	-0.012
	37.463	4.000	10.936	37.363	4.000	10.835	-0.126	-0.026
	38.160	4.000	10.690	38.054	4.000	10.579	-0.143	-0.043
	38.695	4.000	10.457	38.586	4.000	10.346	-0.147	-0.047
	39.151	4.000	10.220	39.034	4.000	10.105	-0.158	-0.058
Curve:CURVE_2							
Line-Profile	-0.157,-0.070		-0.100	+0.100		<--+---	-0.057
	0.428	11.000	9.214	0.396	11.000	9.131	-0.075	
	2.648	11.000	9.653	2.614	11.000	9.563	-0.082	
	4.615	11.000	10.015	4.578	11.000	9.929	-0.078	
	6.586	11.000	10.352	6.547	11.000	10.264	-0.080	
	8.562	11.000	10.663	8.521	11.000	10.576	-0.080	
	10.541	11.000	10.950	10.532	11.000	10.870	-0.077	
	12.524	11.000	11.214	12.512	11.000	11.136	-0.076	
	14.509	11.000	11.456	14.495	11.000	11.377	-0.076	
	16.498	11.000	11.670	16.482	11.000	11.591	-0.077	
	18.489	11.000	11.853	18.471	11.000	11.776	-0.075	
	20.483	11.000	12.008	20.463	11.000	11.933	-0.073	
	22.479	11.000	12.131	22.457	11.000	12.058	-0.072	
	24.478	11.000	12.214	24.452	11.000	12.143	-0.070	
	26.477	11.000	12.246	26.448	11.000	12.176	-0.070	
	28.477	11.000	12.221	28.408	11.000	12.148	-0.075	
	30.474	11.000	12.123	30.435	11.000	12.044	-0.082	
	32.466	11.000	11.938	32.422	11.000	11.853	-0.089	
	34.446	11.000	11.662	34.363	11.000	11.570	-0.105	-0.005
	35.978	11.000	11.352	35.921	11.000	11.248	-0.114	-0.014
	37.463	11.000	10.936	37.367	11.000	10.835	-0.126	-0.026
	38.160	11.000	10.690	38.055	11.000	10.577	-0.144	-0.044
	38.695	11.000	10.457	38.587	11.000	10.343	-0.149	-0.049
	39.151	11.000	10.220	39.037	11.000	10.104	-0.157	-0.057
Curve:CURVE_3							
Line-Profile	-0.158,-0.069		-0.100	+0.100		<--+---	-0.058
	Nom.X	Nom.Y	Nom.Z	Act.X	Act.Y	Act.Z	Dev	
	0.428	18.000	9.214	0.396	18.000	9.133	-0.073	
	2.648	18.000	9.653	2.614	18.000	9.566	-0.079	
	4.615	18.000	10.015	4.579	18.000	9.930	-0.077	
	6.586	18.000	10.352	6.548	18.000	10.267	-0.078	

8.562	18.000	10.663	8.521	18.000	10.579	-0.077	
10.541	18.000	10.950	10.531	18.000	10.871	-0.077	
12.524	18.000	11.214	12.511	18.000	11.137	-0.075	
14.509	18.000	11.456	14.495	18.000	11.379	-0.075	
16.498	18.000	11.670	16.481	18.000	11.593	-0.075	
18.489	18.000	11.853	18.470	18.000	11.778	-0.073	
20.483	18.000	12.008	20.461	18.000	11.934	-0.072	
22.479	18.000	12.131	22.454	18.000	12.059	-0.070	
24.478	18.000	12.214	24.449	18.000	12.144	-0.069	
26.477	18.000	12.246	26.446	18.000	12.177	-0.069	
28.477	18.000	12.221	28.407	18.000	12.150	-0.073	
30.474	18.000	12.123	30.432	18.000	12.045	-0.081	
32.466	18.000	11.938	32.418	18.000	11.855	-0.088	
34.446	18.000	11.662	34.359	18.000	11.572	-0.104	-0.004
35.978	18.000	11.352	35.885	18.000	11.257	-0.114	-0.014
37.463	18.000	10.936	37.362	18.000	10.835	-0.127	-0.027
38.160	18.000	10.690	38.052	18.000	10.579	-0.144	-0.044
38.695	18.000	10.457	38.584	18.000	10.343	-0.150	-0.050
39.151	18.000	10.220	39.034	18.000	10.104	-0.158	-0.058

Curve:CURVE_4

Line-Profile -0.160,-0.068 -0.100 +0.100 <--+--- -0.060

0.428	25.000	9.214	0.399	25.000	9.135	-0.071	
2.648	25.000	9.653	2.616	25.000	9.569	-0.076	
4.615	25.000	10.015	4.580	25.000	9.931	-0.076	
6.586	25.000	10.352	6.549	25.000	10.268	-0.077	
8.562	25.000	10.663	8.522	25.000	10.581	-0.076	
10.541	25.000	10.950	10.532	25.000	10.873	-0.075	
12.524	25.000	11.214	12.512	25.000	11.139	-0.073	
14.509	25.000	11.456	14.494	25.000	11.381	-0.073	
16.498	25.000	11.670	16.480	25.000	11.595	-0.073	
18.489	25.000	11.853	18.469	25.000	11.779	-0.072	
20.483	25.000	12.008	20.460	25.000	11.935	-0.071	
22.479	25.000	12.131	22.453	25.000	12.060	-0.070	
24.478	25.000	12.214	24.447	25.000	12.145	-0.068	
26.477	25.000	12.246	26.444	25.000	12.178	-0.068	
28.477	25.000	12.221	28.405	25.000	12.150	-0.073	
30.474	25.000	12.123	30.432	25.000	12.045	-0.081	
32.466	25.000	11.938	32.417	25.000	11.856	-0.087	
34.446	25.000	11.662	34.356	25.000	11.572	-0.104	-0.004
35.978	25.000	11.352	35.916	25.000	11.251	-0.113	-0.013
37.463	25.000	10.936	37.361	25.000	10.838	-0.124	-0.024
38.160	25.000	10.690	38.050	25.000	10.580	-0.143	-0.043
38.695	25.000	10.457	38.581	25.000	10.343	-0.151	-0.051
39.151	25.000	10.220	39.031	25.000	10.105	-0.160	-0.060

Curve:CURVE_5

Line-Profile -0.162,-0.066 -0.100 +0.100 <--+--- -0.062

Nom.X	Nom.Y	Nom.Z	Act.X	Act.Y	Act.Z	Dev	
0.428	32.000	9.214	0.401	32.000	9.139	-0.068	
2.648	32.000	9.653	2.617	32.000	9.572	-0.074	
4.615	32.000	10.015	4.581	32.000	9.934	-0.074	
6.586	32.000	10.352	6.549	32.000	10.270	-0.074	
8.562	32.000	10.663	8.522	32.000	10.581	-0.076	
10.541	32.000	10.950	10.532	32.000	10.874	-0.074	
12.524	32.000	11.214	12.511	32.000	11.140	-0.072	
14.509	32.000	11.456	14.493	32.000	11.382	-0.072	
16.498	32.000	11.670	16.479	32.000	11.596	-0.071	
18.489	32.000	11.853	18.467	32.000	11.781	-0.071	
20.483	32.000	12.008	20.458	32.000	11.936	-0.070	
22.479	32.000	12.131	22.450	32.000	12.060	-0.069	
24.478	32.000	12.214	24.444	32.000	12.145	-0.068	
26.477	32.000	12.246	26.440	32.000	12.180	-0.066	
28.477	32.000	12.221	28.401	32.000	12.152	-0.071	
30.474	32.000	12.123	30.429	32.000	12.046	-0.080	
32.466	32.000	11.938	32.415	32.000	11.856	-0.087	
34.446	32.000	11.662	34.389	32.000	11.566	-0.105	-0.005
35.978	32.000	11.352	35.915	32.000	11.251	-0.113	-0.013
37.463	32.000	10.936	37.361	32.000	10.838	-0.124	-0.024

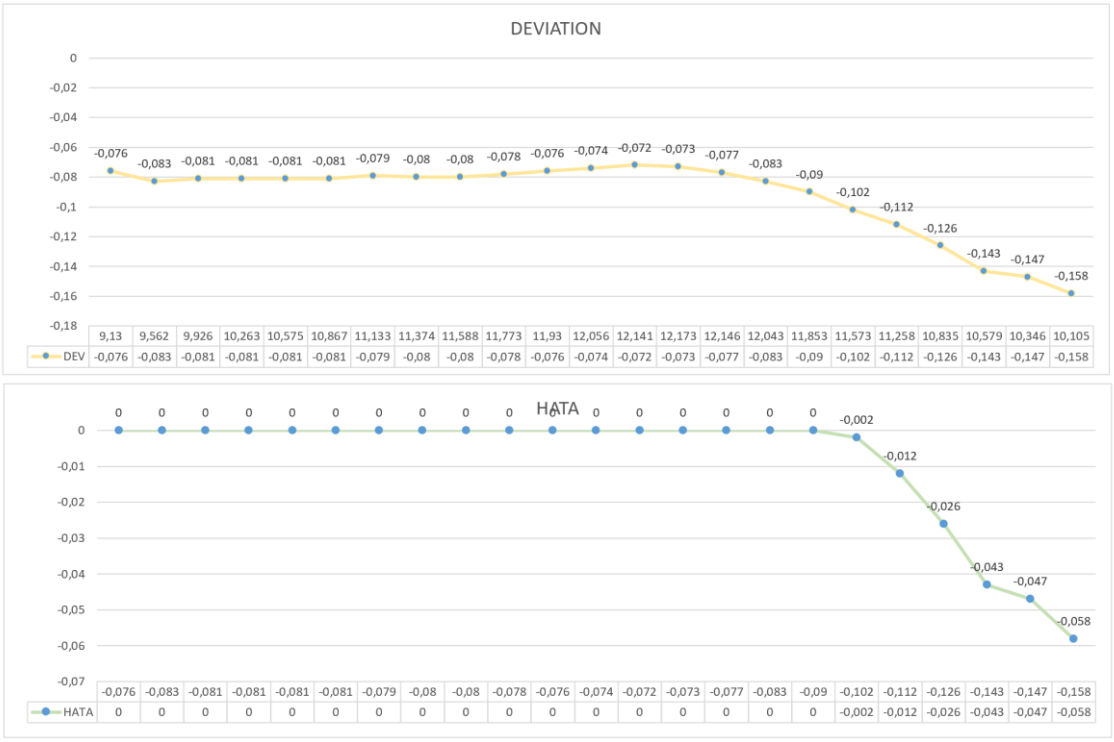
38.160	32.000	10.690	38.051	32.000	10.581	-0.142	-0.042
38.695	32.000	10.457	38.581	32.000	10.344	-0.151	-0.051
39.151	32.000	10.220	39.029	32.000	10.103	-0.162	-0.062

Curve:CURVE_6

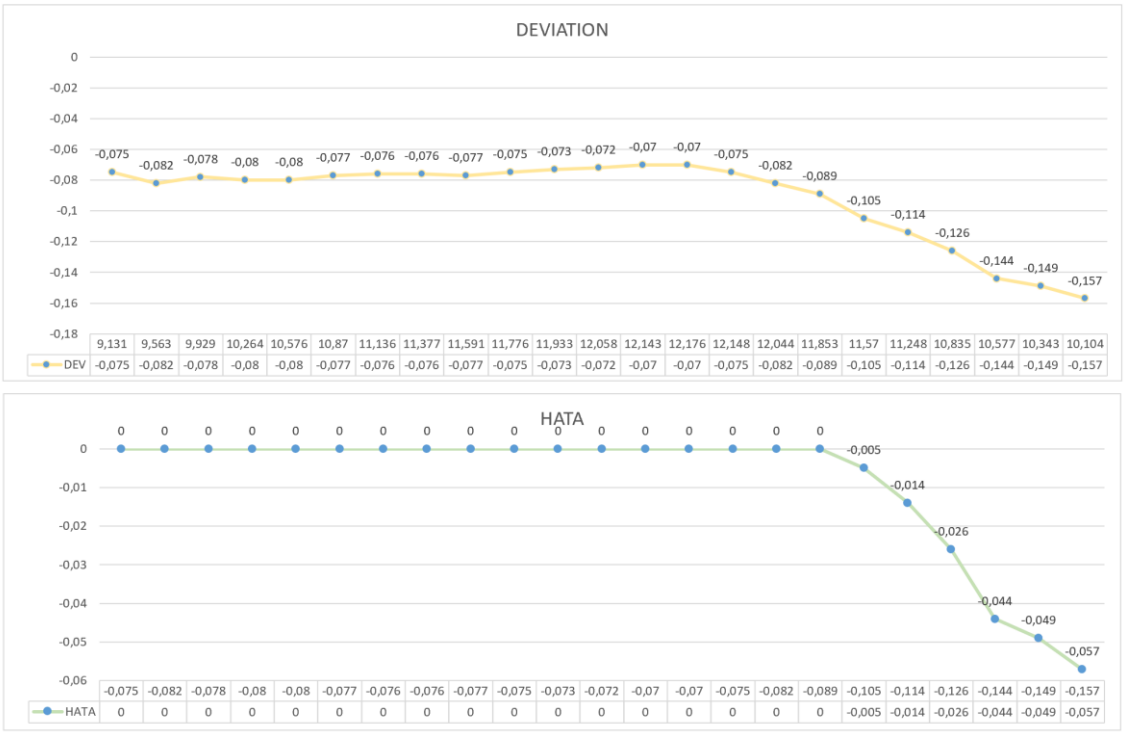
Line-Profile -0.164,-0.066 -0.100 +0.100 <--+--- -0.064

0.428	39.000	9.214	0.401	39.000	9.139	-0.068	
2.648	39.000	9.653	2.618	39.000	9.572	-0.073	
4.615	39.000	10.015	4.582	39.000	9.934	-0.073	
6.586	39.000	10.352	6.550	39.000	10.271	-0.074	
8.562	39.000	10.663	8.523	39.000	10.582	-0.074	
10.541	39.000	10.950	10.532	39.000	10.876	-0.072	
12.524	39.000	11.214	12.512	39.000	11.142	-0.070	
14.509	39.000	11.456	14.494	39.000	11.383	-0.071	
16.498	39.000	11.670	16.480	39.000	11.597	-0.071	
18.489	39.000	11.853	18.468	39.000	11.781	-0.070	
20.483	39.000	12.008	20.459	39.000	11.937	-0.069	
22.479	39.000	12.131	22.452	39.000	12.061	-0.068	
24.478	39.000	12.214	24.446	39.000	12.146	-0.067	
26.477	39.000	12.246	26.442	39.000	12.181	-0.066	
28.477	39.000	12.221	28.403	39.000	12.152	-0.071	
30.474	39.000	12.123	30.430	39.000	12.045	-0.081	
32.466	39.000	11.938	32.416	39.000	11.855	-0.088	
34.446	39.000	11.662	34.388	39.000	11.564	-0.107	-0.007
35.978	39.000	11.352	35.913	39.000	11.251	-0.114	-0.014
37.463	39.000	10.936	37.359	39.000	10.837	-0.126	-0.026
38.160	39.000	10.690	38.049	39.000	10.581	-0.143	-0.043
38.695	39.000	10.457	38.580	39.000	10.343	-0.153	-0.053
39.151	39.000	10.220	39.028	39.000	10.101	-0.164	-0.064

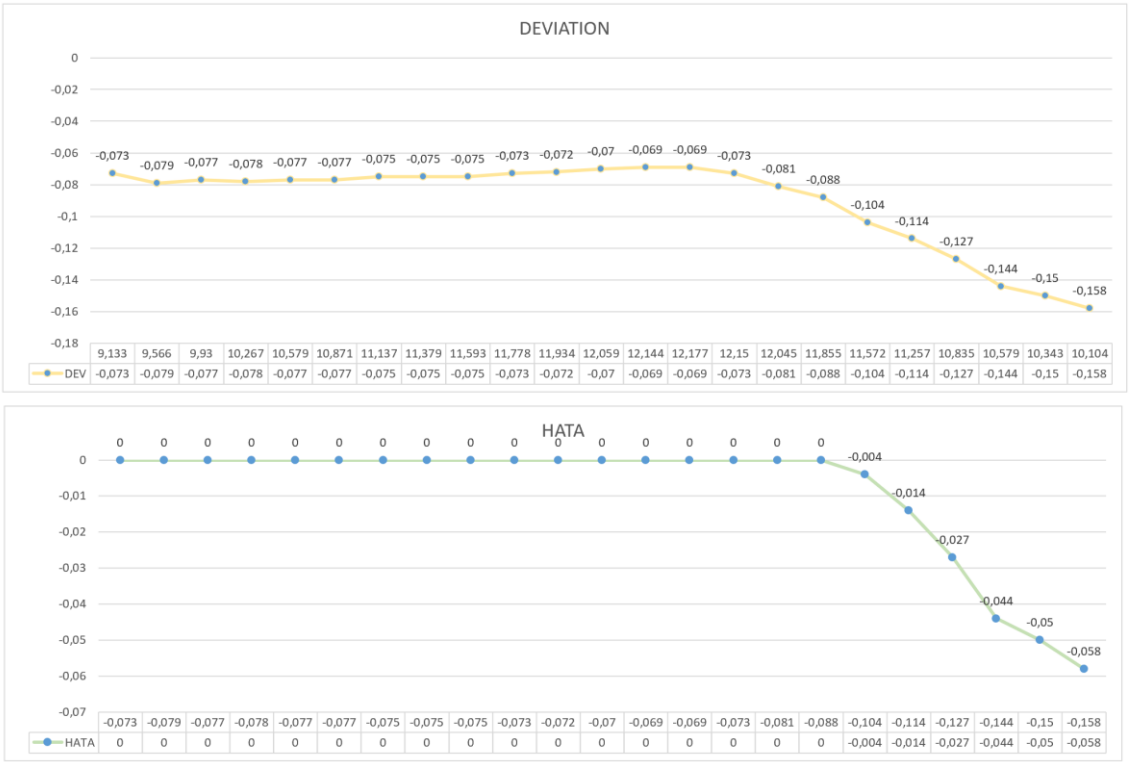
Tablo 14.3-1 numaralı parçanın 6 adet eğrinin ölçüm sonuçları



Şekil 91.3-1-1 Numaralı Eğrinin Sapma ve Hata Sonuçları



Şekil 92.3-1-2 Numaralı Eğrinin Sapma ve Hata Sonuçları



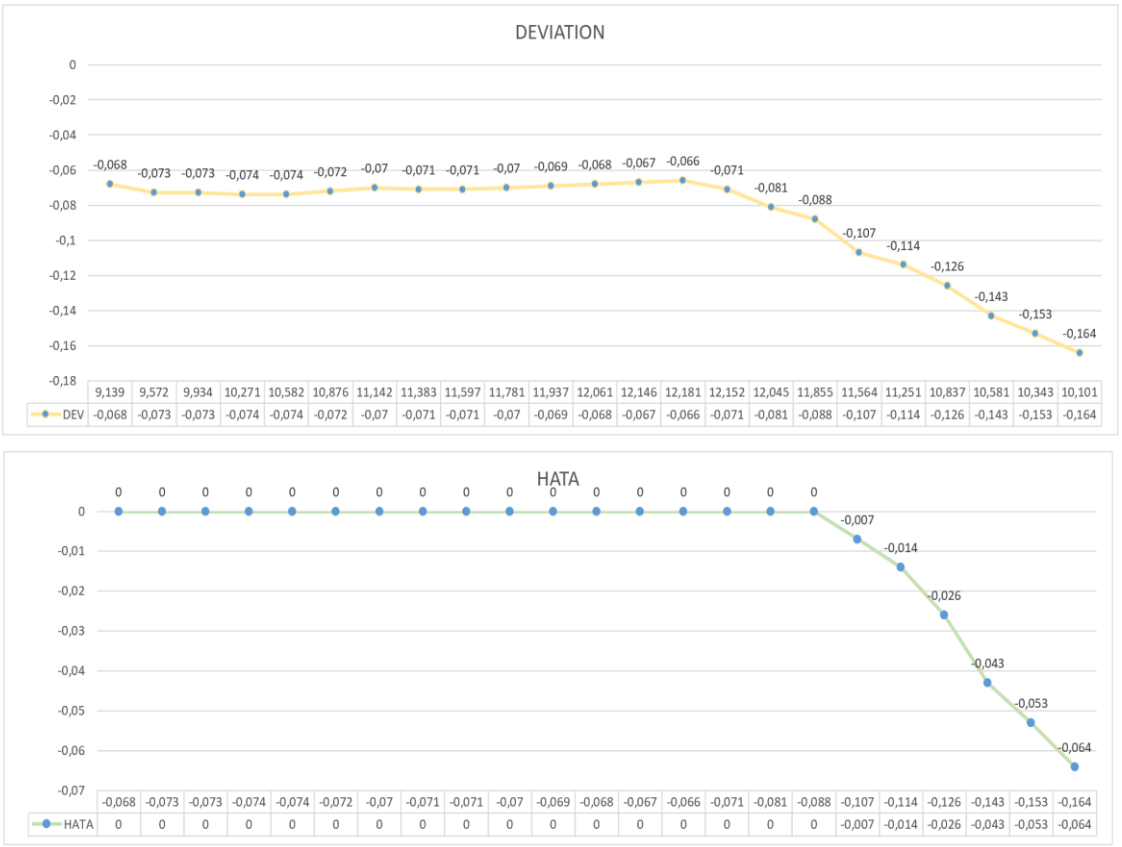
Şekil 93.3-1-3 Numaralı Eğrinin Sapma ve Hata Sonuçları



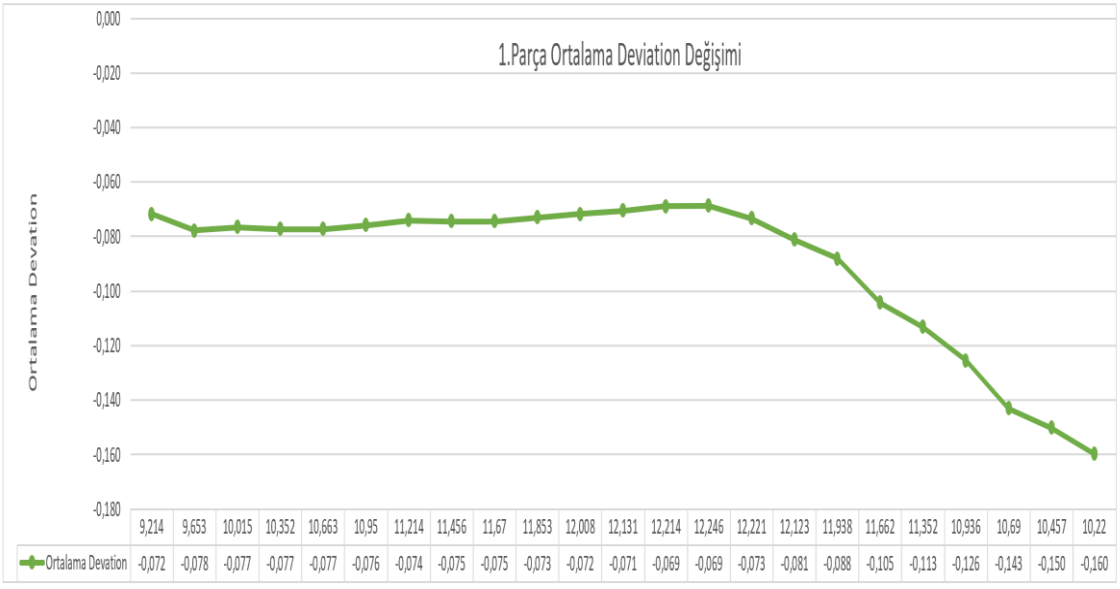
Şekil 94.3-1-4 Numaralı Eğrinin Sapma ve Hata Sonuçları



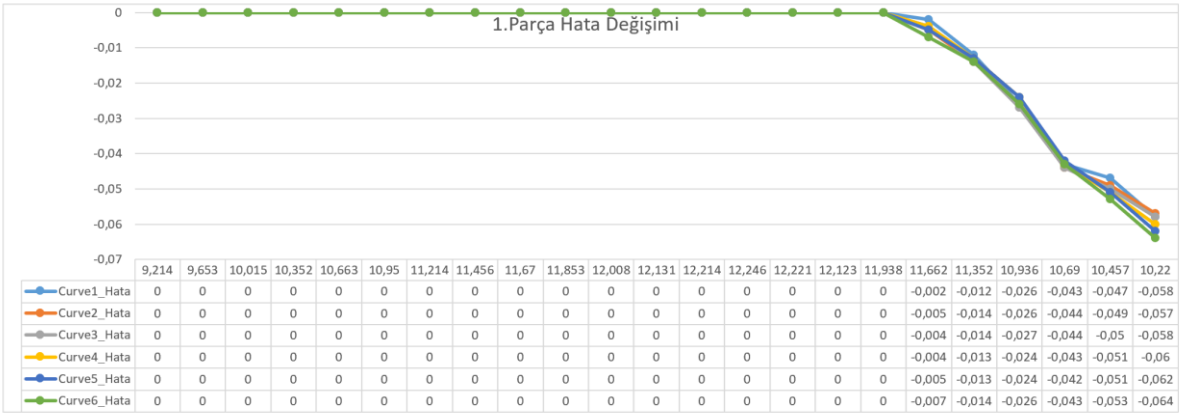
Şekil 95.3-1-5 Numaralı Eğrinin Sapma ve Hata Sonuçları



Şekil 96.3-1-6 Numaralı Eğrinin Sapma ve Hata Sonuçları

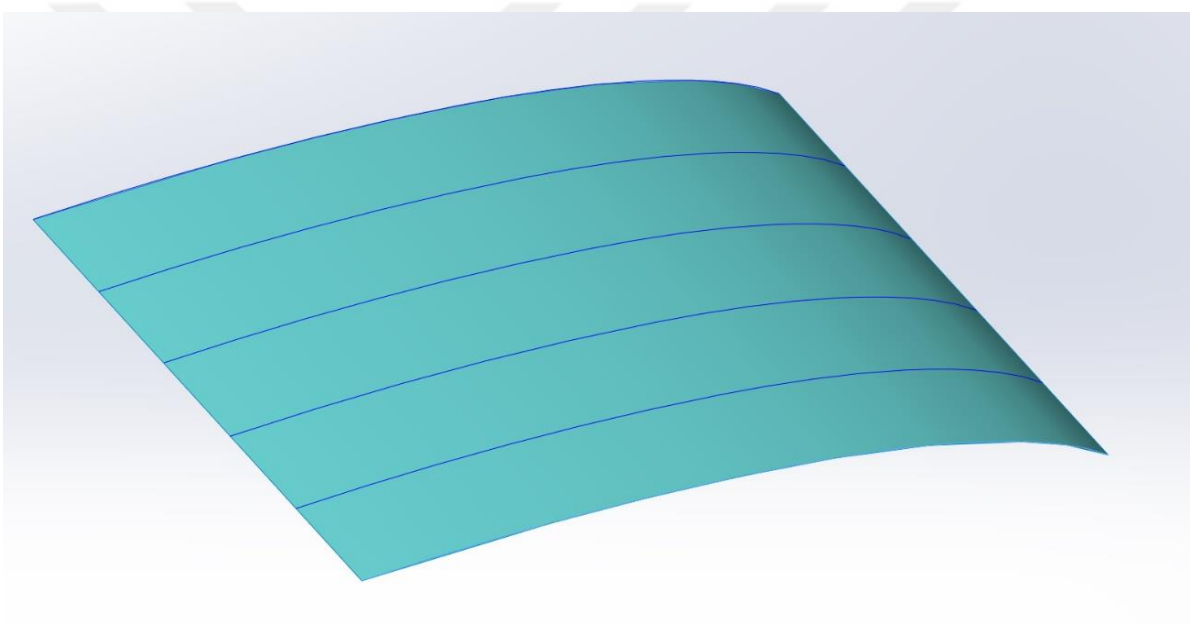


Şekil 97.3-1 Numaralı Parçanın Ortalama Sapma Sonuçları

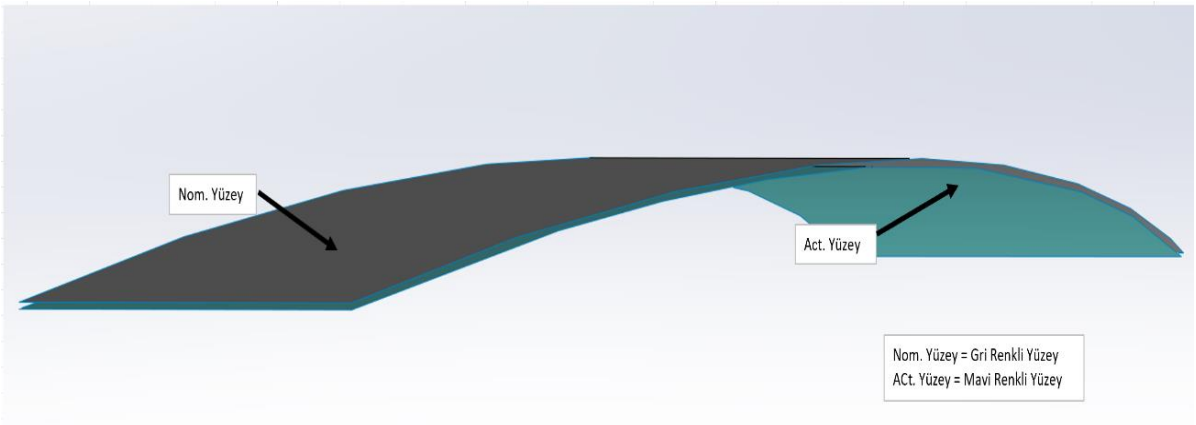


	9,214	9,653	10,015	10,352	10,663	10,95	11,214	11,456	11,67	11,853	12,008	12,131	12,214	12,246	12,221	12,123	11,938	11,662	11,352	10,936	10,69	10,457	10,22
Curve1_Hata	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0,002	-0,012	-0,026	-0,043	-0,047	-0,058
Curve2_Hata	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0,005	-0,014	-0,026	-0,044	-0,049	-0,057
Curve3_Hata	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0,004	-0,014	-0,027	-0,044	-0,05	-0,058
Curve4_Hata	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0,004	-0,013	-0,024	-0,043	-0,051	-0,06
Curve5_Hata	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0,005	-0,013	-0,024	-0,042	-0,051	-0,062
Curve6_Hata	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0,007	-0,014	-0,026	-0,043	-0,053	-0,064

Şekil 98.3-1 Numaralı Parçanın Hata Sonuçları



Şekil 99. 3- 1 Numaralı Parçanın Act. Sonuçları ile Tasarlanmış Yüzey



Şekil 100. 3- 1Numaralı Parçanın Act. Ve Nom. Yüzeyler

2 numaralı parçanın işlenmesinde kullanılan kesme şartları;

- Vc (kesme hızı) =120 m/min
- Fz (diş başı ilerleme) =0.1 mm/diş
- Step over=0.8 mm
- Scallop Yüksekliği = 0,0000041667 mm

2 numaralı parçada bulunan 6 eğrinin ölçüm sonuçları ve forma hataları;

(mm)	ACTUAL	NOMINAL	LO-TOL	HI-TOL	DEVIATION	GRAPHIC	ERROR
Curve:Curve_1							
Line-Profile	-0.154,-0.082		-0.100	+0.100		<--+---	-0.054
	Nom.X	Nom.Y	Nom.Z	Act.X	Act.Y	Act.Z	Dev	Hata
	0.428	4.000	9.214	0.411	4.000	9.119	-0.090	
	2.648	4.000	9.653	2.625	4.000	9.554	-0.092	
	4.615	4.000	10.015	4.588	4.000	9.915	-0.093	
	6.586	4.000	10.352	6.555	4.000	10.252	-0.093	
	8.562	4.000	10.663	8.527	4.000	10.565	-0.092	
	10.541	4.000	10.950	10.536	4.000	10.857	-0.091	
	12.524	4.000	11.214	12.514	4.000	11.121	-0.091	
	14.509	4.000	11.456	14.495	4.000	11.364	-0.090	
	16.498	4.000	11.670	16.480	4.000	11.579	-0.089	
	18.489	4.000	11.853	18.467	4.000	11.763	-0.088	
	20.483	4.000	12.008	20.457	4.000	11.919	-0.087	
	22.479	4.000	12.131	22.450	4.000	12.045	-0.084	
	24.478	4.000	12.214	24.444	4.000	12.131	-0.082	
	26.477	4.000	12.246	26.439	4.000	12.164	-0.083	
	28.477	4.000	12.221	28.400	4.000	12.135	-0.088	
	30.474	4.000	12.123	30.427	4.000	12.032	-0.094	
	32.466	4.000	11.938	32.414	4.000	11.843	-0.100	
	34.446	4.000	11.662	34.388	4.000	11.554	-0.117	-0.017
	35.978	4.000	11.352	35.914	4.000	11.241	-0.123	-0.023
	37.463	4.000	10.936	37.360	4.000	10.828	-0.134	-0.034
	38.160	4.000	10.690	38.052	4.000	10.575	-0.146	-0.046
	38.695	4.000	10.457	38.584	4.000	10.340	-0.154	-0.054
	39.151	4.000	10.220	39.037	4.000	10.109	-0.153	-0.053
Curve:CURVE_2							
Line-Profile	-0.157,-0.080		-0.100	+0.100		<--+---	-0.057
	Nom.X	Nom.Y	Nom.Z	Act.X	Act.Y	Act.Z	Dev	
	0.428	11.000	9.214	0.407	11.000	9.122	-0.086	
	2.648	11.000	9.653	2.622	11.000	9.558	-0.088	
	4.615	11.000	10.015	4.585	11.000	9.919	-0.089	
	6.586	11.000	10.352	6.552	11.000	10.254	-0.090	
	8.562	11.000	10.663	8.524	11.000	10.567	-0.090	
	10.541	11.000	10.950	10.533	11.000	10.861	-0.087	
	12.524	11.000	11.214	12.512	11.000	11.127	-0.085	
	14.509	11.000	11.456	14.493	11.000	11.368	-0.086	
	16.498	11.000	11.670	16.478	11.000	11.581	-0.087	
	18.489	11.000	11.853	18.465	11.000	11.766	-0.085	
	20.483	11.000	12.008	20.455	11.000	11.922	-0.083	
	22.479	11.000	12.131	22.447	11.000	12.048	-0.081	
	24.478	11.000	12.214	24.441	11.000	12.133	-0.080	
	26.477	11.000	12.246	26.437	11.000	12.166	-0.080	
	28.477	11.000	12.221	28.397	11.000	12.137	-0.086	
	30.474	11.000	12.123	30.425	11.000	12.033	-0.093	
	32.466	11.000	11.938	32.411	11.000	11.845	-0.098	
	34.446	11.000	11.662	34.385	11.000	11.555	-0.116	-0.016
	35.978	11.000	11.352	35.912	11.000	11.240	-0.124	-0.024
	37.463	11.000	10.936	37.358	11.000	10.827	-0.136	-0.036
	38.160	11.000	10.690	38.050	11.000	10.574	-0.148	-0.048
	38.695	11.000	10.457	38.580	11.000	10.337	-0.157	-0.057
	39.151	11.000	10.220	39.033	11.000	10.106	-0.157	-0.057

Curve:CURVE_3

Line-Profile -0.161,-0.077 -0.100 +0.100 <--+--- -0.061

0.428	18.000	9.214	0.406	18.000	9.125	-0.083	
2.648	18.000	9.653	2.621	18.000	9.561	-0.085	
4.615	18.000	10.015	4.584	18.000	9.923	-0.085	
6.586	18.000	10.352	6.551	18.000	10.258	-0.086	
8.562	18.000	10.663	8.522	18.000	10.571	-0.085	
10.541	18.000	10.950	10.532	18.000	10.864	-0.084	
12.524	18.000	11.214	12.510	18.000	11.130	-0.082	
14.509	18.000	11.456	14.491	18.000	11.371	-0.082	
16.498	18.000	11.670	16.476	18.000	11.584	-0.083	
18.489	18.000	11.853	18.463	18.000	11.769	-0.082	
20.483	18.000	12.008	20.453	18.000	11.925	-0.081	
22.479	18.000	12.131	22.445	18.000	12.050	-0.079	
24.478	18.000	12.214	24.439	18.000	12.135	-0.077	
26.477	18.000	12.246	26.435	18.000	12.168	-0.078	
28.477	18.000	12.221	28.395	18.000	12.139	-0.084	
30.474	18.000	12.123	30.422	18.000	12.034	-0.092	
32.466	18.000	11.938	32.409	18.000	11.845	-0.098	
34.446	18.000	11.662	34.383	18.000	11.555	-0.116	-0.016
35.978	18.000	11.352	35.909	18.000	11.240	-0.125	-0.025
37.463	18.000	10.936	37.355	18.000	10.826	-0.138	-0.038
38.160	18.000	10.690	38.047	18.000	10.573	-0.151	-0.051
38.695	18.000	10.457	38.578	18.000	10.335	-0.160	-0.060
39.151	18.000	10.220	39.031	18.000	10.103	-0.161	-0.061

Curve:CURVE_4

Line-Profile -0.165,-0.075 -0.100 +0.100 <--+--- -0.065

0.428	25.000	9.214	0.401	25.000	9.129	-0.078	
2.648	25.000	9.653	2.616	25.000	9.564	-0.081	
4.615	25.000	10.015	4.579	25.000	9.924	-0.083	
6.586	25.000	10.352	6.546	25.000	10.262	-0.082	
8.562	25.000	10.663	8.518	25.000	10.574	-0.081	
10.541	25.000	10.950	10.528	25.000	10.867	-0.080	
12.524	25.000	11.214	12.507	25.000	11.131	-0.080	
14.509	25.000	11.456	14.489	25.000	11.373	-0.080	
16.498	25.000	11.670	16.474	25.000	11.587	-0.080	
18.489	25.000	11.853	18.462	25.000	11.772	-0.079	
20.483	25.000	12.008	20.452	25.000	11.928	-0.077	
22.479	25.000	12.131	22.445	25.000	12.053	-0.076	
24.478	25.000	12.214	24.439	25.000	12.138	-0.075	
26.477	25.000	12.246	26.435	25.000	12.170	-0.076	
28.477	25.000	12.221	28.396	25.000	12.141	-0.082	
30.474	25.000	12.123	30.423	25.000	12.036	-0.090	
32.466	25.000	11.938	32.410	25.000	11.847	-0.097	
34.446	25.000	11.662	34.384	25.000	11.555	-0.116	-0.016
35.978	25.000	11.352	35.911	25.000	11.240	-0.125	-0.025
37.463	25.000	10.936	37.357	25.000	10.825	-0.138	-0.038
38.160	25.000	10.690	38.048	25.000	10.570	-0.153	-0.053
38.695	25.000	10.457	38.578	25.000	10.332	-0.163	-0.063
39.151	25.000	10.220	39.030	25.000	10.099	-0.165	-0.065

Curve:CURVE_5

Line-Profile -0.169,-0.072 -0.100 +0.100 <--+--- -0.069

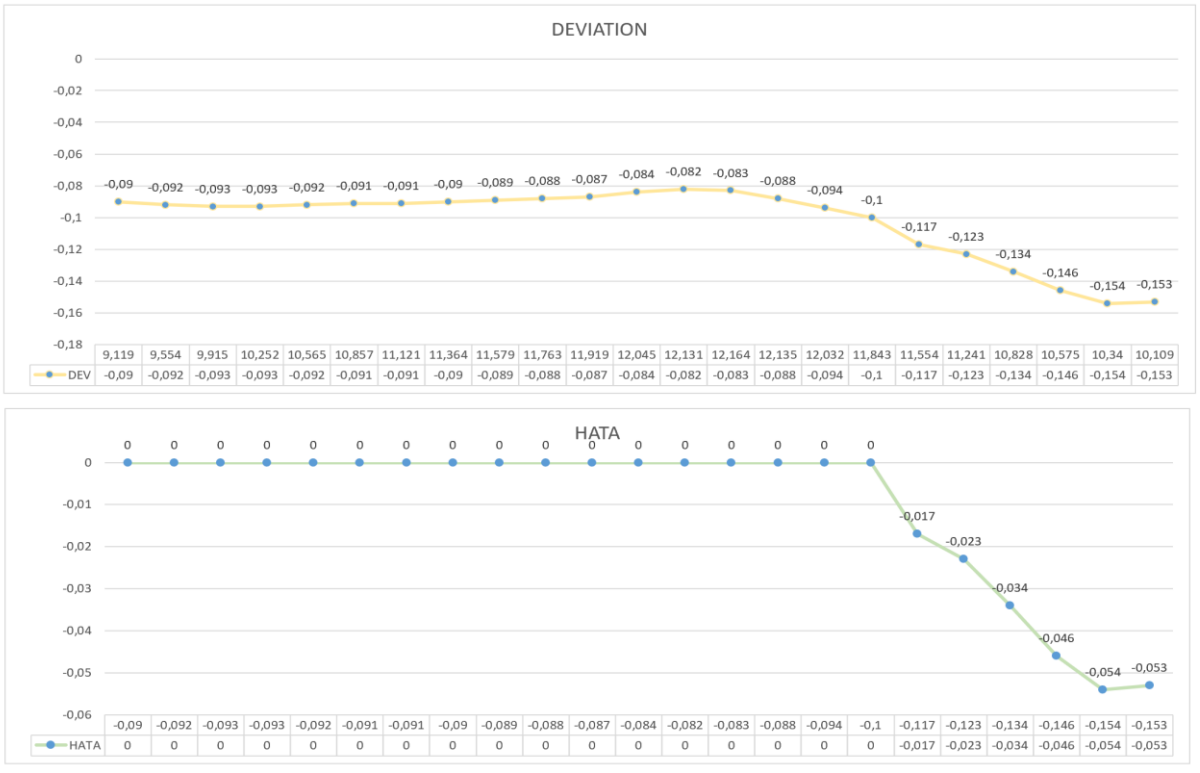
Nom.X	Nom.Y	Nom.Z	Act.X	Act.Y	Act.Z	Dev
0.428	32.000	9.214	0.404	32.000	9.133	-0.075
2.648	32.000	9.653	2.619	32.000	9.568	-0.078
4.615	32.000	10.015	4.582	32.000	9.928	-0.079
6.586	32.000	10.352	6.549	32.000	10.266	-0.078
8.562	32.000	10.663	8.521	32.000	10.578	-0.078
10.541	32.000	10.950	10.530	32.000	10.871	-0.077
12.524	32.000	11.214	12.509	32.000	11.135	-0.077
14.509	32.000	11.456	14.491	32.000	11.376	-0.077
16.498	32.000	11.670	16.475	32.000	11.591	-0.077
18.489	32.000	11.853	18.463	32.000	11.775	-0.076
20.483	32.000	12.008	20.453	32.000	11.931	-0.074
22.479	32.000	12.131	22.445	32.000	12.056	-0.073
24.478	32.000	12.214	24.439	32.000	12.140	-0.072
26.477	32.000	12.246	26.435	32.000	12.173	-0.073
28.477	32.000	12.221	28.396	32.000	12.143	-0.080
30.474	32.000	12.123	30.423	32.000	12.037	-0.089

32.466	32.000	11.938	32.410	32.000	11.848	-0.096	
34.446	32.000	11.662	34.349	32.000	11.562	-0.115	-0.015
35.978	32.000	11.352	35.909	32.000	11.240	-0.125	-0.025
37.463	32.000	10.936	37.353	32.000	10.824	-0.140	-0.040
38.160	32.000	10.690	38.044	32.000	10.570	-0.155	-0.055
38.695	32.000	10.457	38.574	32.000	10.331	-0.165	-0.065
39.151	32.000	10.220	39.027	32.000	10.096	-0.169	-0.069

Curve:CURVE_6

Line-Profile	-0.174,-0.071		-0.100	+0.100		<--+---	-0.074
0.428	39.000	9.214	0.402	39.000	9.134	-0.073	
2.648	39.000	9.653	2.616	39.000	9.570	-0.075	
4.615	39.000	10.015	4.579	39.000	9.931	-0.076	
6.586	39.000	10.352	6.547	39.000	10.269	-0.075	
8.562	39.000	10.663	8.519	39.000	10.580	-0.076	
10.541	39.000	10.950	10.528	39.000	10.873	-0.074	
12.524	39.000	11.214	12.507	39.000	11.136	-0.075	
14.509	39.000	11.456	14.489	39.000	11.378	-0.075	
16.498	39.000	11.670	16.474	39.000	11.593	-0.074	
18.489	39.000	11.853	18.461	39.000	11.777	-0.074	
20.483	39.000	12.008	20.452	39.000	11.932	-0.073	
22.479	39.000	12.131	22.444	39.000	12.057	-0.072	
24.478	39.000	12.214	24.439	39.000	12.142	-0.071	
26.477	39.000	12.246	26.434	39.000	12.174	-0.072	
28.477	39.000	12.221	28.395	39.000	12.144	-0.080	
30.474	39.000	12.123	30.422	39.000	12.038	-0.089	
32.466	39.000	11.938	32.408	39.000	11.848	-0.096	
34.446	39.000	11.662	34.348	39.000	11.561	-0.116	-0.016
35.978	39.000	11.352	35.908	39.000	11.238	-0.127	-0.027
37.463	39.000	10.936	37.353	39.000	10.821	-0.143	-0.043
38.160	39.000	10.690	38.045	39.000	10.567	-0.157	-0.057
38.695	39.000	10.457	38.574	39.000	10.327	-0.169	-0.069
39.151	39.000	10.220	39.025	39.000	10.092	-0.174	-0.074

Tablo 15.3-2 numaralı parçanın 6 adet eğrinin ölçüm sonuçları



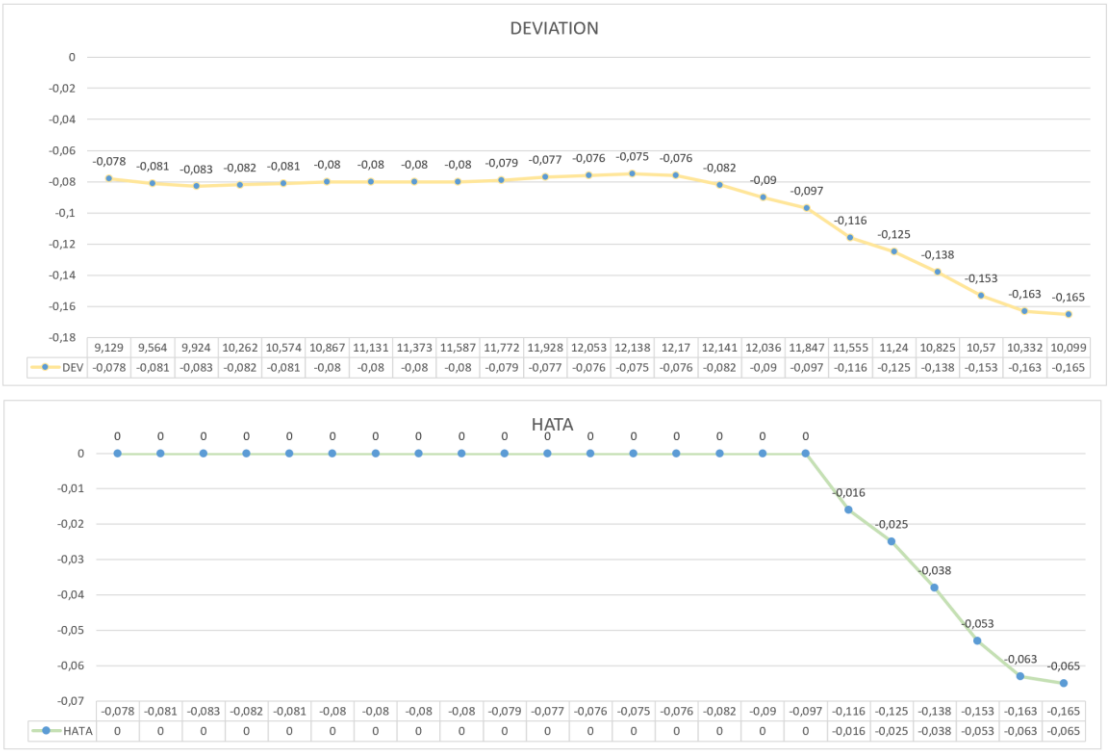
Şekil 101.3-2-1 Numaralı Eğrinin Sapma ve Hata Sonuçları



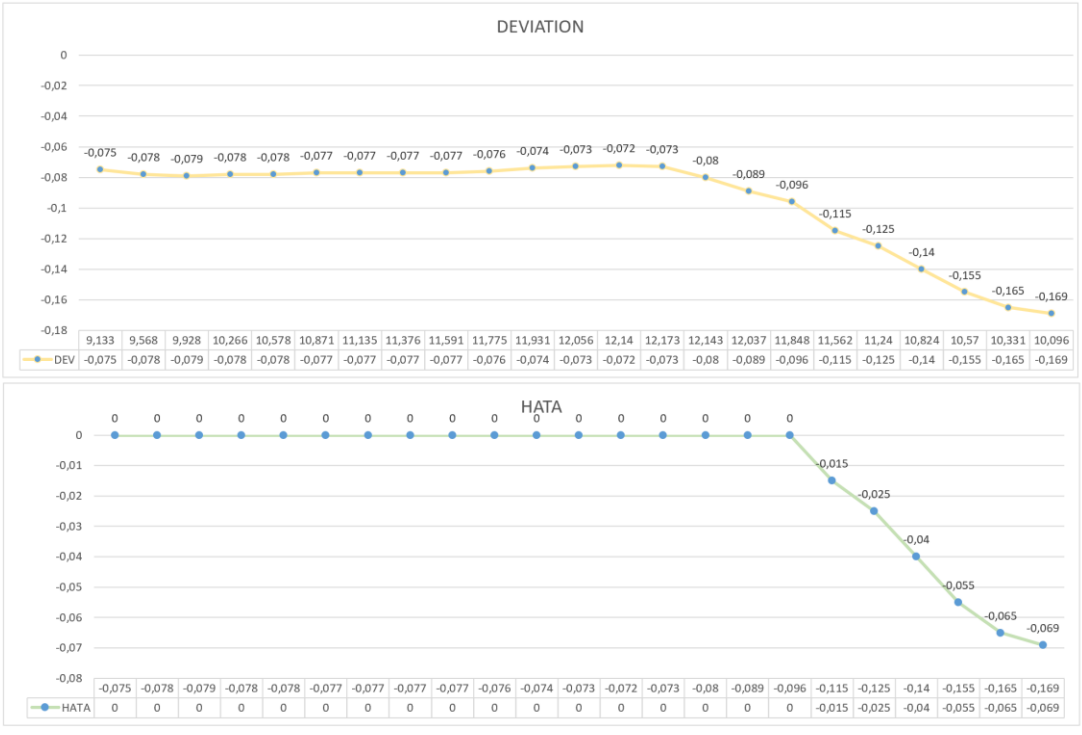
Şekil 102.3-2-2 Numaralı Eğrinin Sapma ve Hata Sonuçları



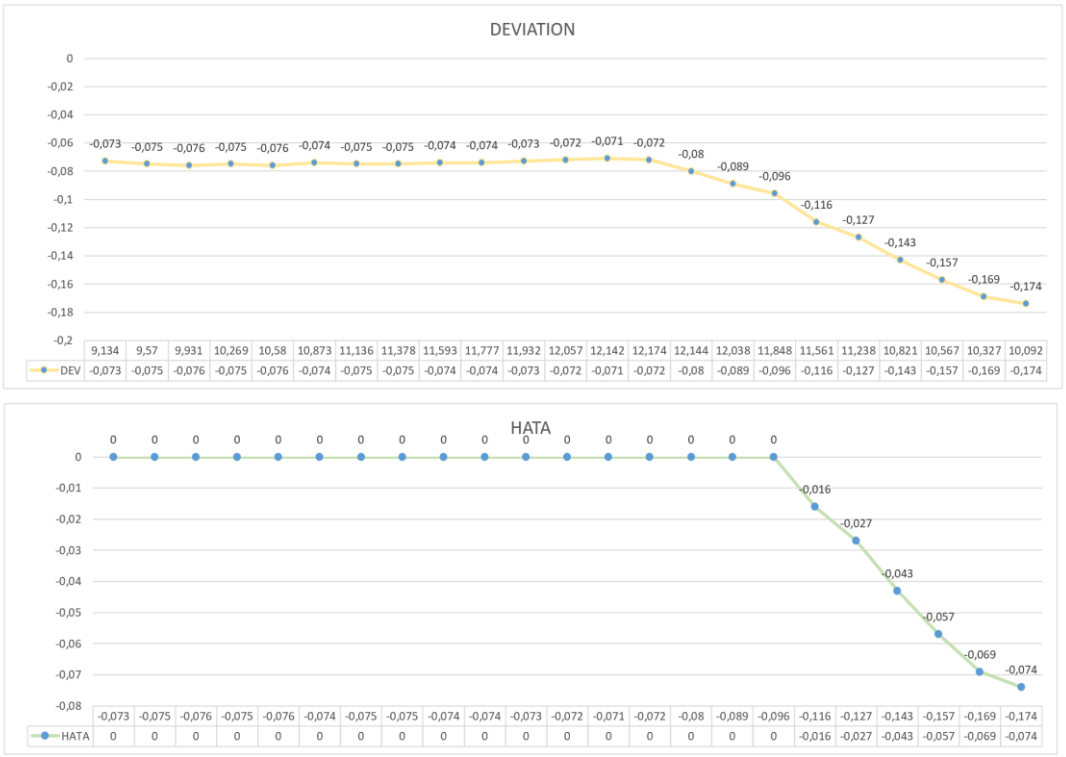
Şekil 103. 3-2-3 Numaralı Eğrinin Sapma ve Hata Sonuçları



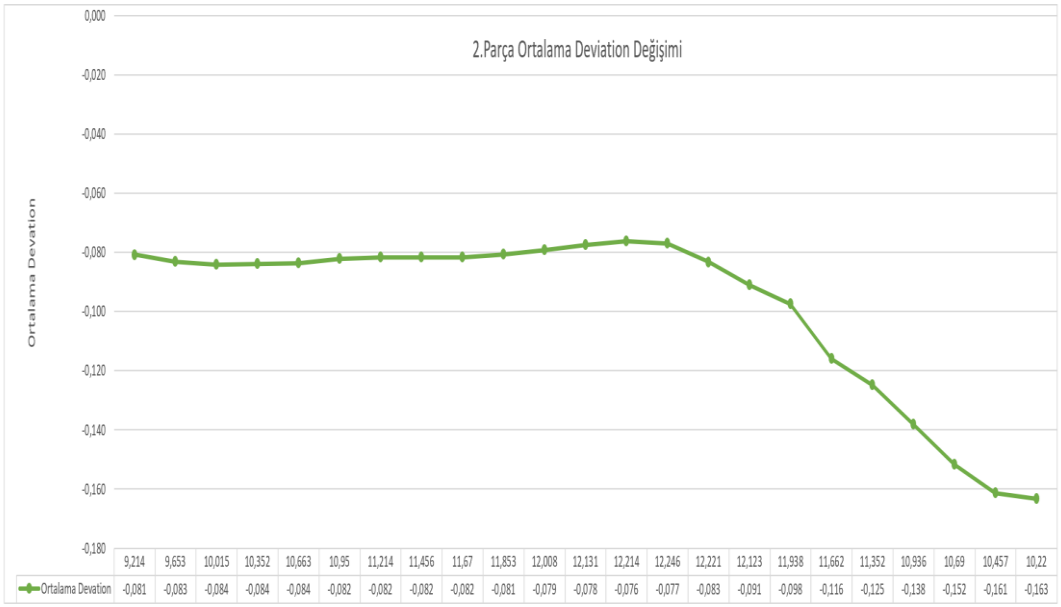
Şekil 104.3-2-4 Numaralı Eğrinin Sapma ve Hata Sonuçları



Şekil 105.3-2-5 Numaralı Eğrinin Sapma ve Hata Sonuçları



Şekil 106.3-2-6 Numaralı Eğrinin Sapma ve Hata Sonuçları

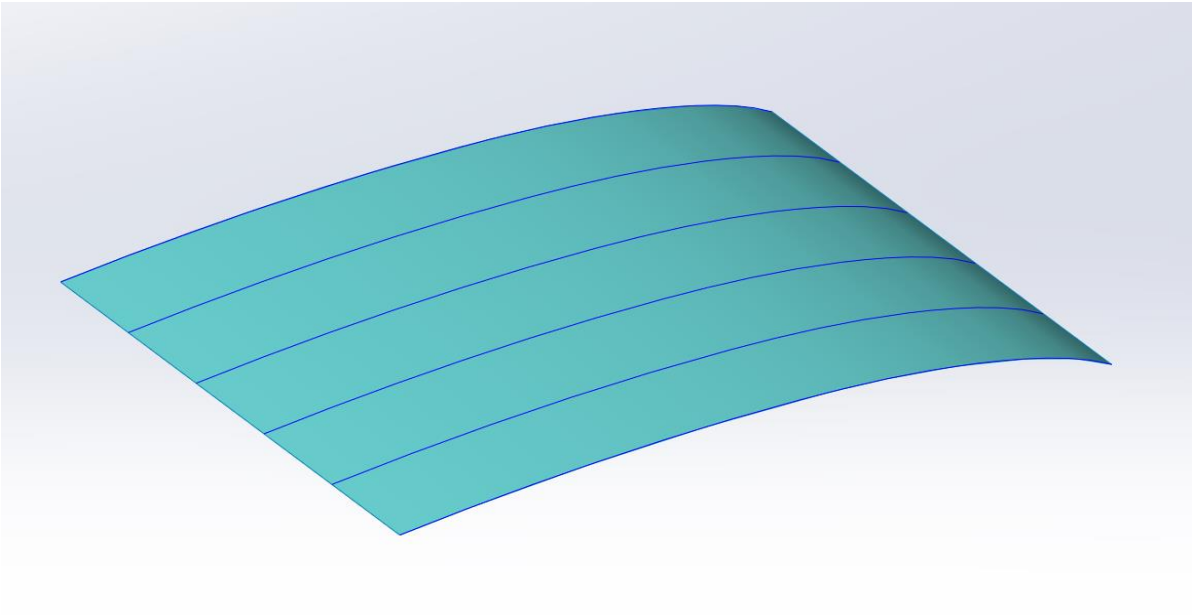


Şekil 107.3-2 Numaralı Parçanın Ortalama Sapma Sonuçları

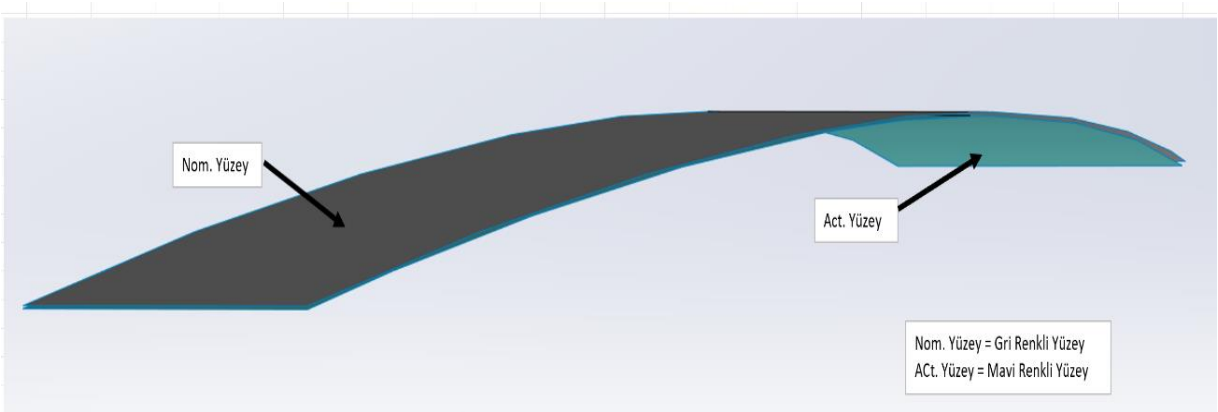


	9,214	9,653	10,015	10,352	10,663	10,95	11,214	11,456	11,67	11,853	12,008	12,131	12,214	12,246	12,221	12,123	11,938	11,662	11,352	10,936	10,69	10,457	10,22
Curve1_Hata	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0,017	-0,023	-0,034	-0,046	-0,054	-0,053
Curve2_Hata	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0,016	-0,024	-0,036	-0,048	-0,057	-0,057
Curve3_Hata	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0,016	-0,025	-0,038	-0,051	-0,06	-0,061
Curve4_Hata	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0,016	-0,025	-0,038	-0,053	-0,063	-0,065
Curve5_Hata	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0,015	-0,025	-0,04	-0,055	-0,065	-0,069
Curve6_Hata	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0,016	-0,027	-0,043	-0,057	-0,069	-0,074

Şekil 108.3-2 Numaralı Parçanın Hata Sonuçları



Şekil 109. 3- 2 Numaralı Parçanın Act. Sonuçları ile Tasarlanmış Yüzey



Şekil 110. 3- 2Numaralı Parçanın Act. Ve Nom. Yüzeyler

3 numaralı parçanın işlenmesinde kullanılan kesme şartları;

- Vc (kesme hızı) =100 m/min
- Fz (diş başı ilerleme) =0.08 mm/diş
- Step over=0.8 mm
- Scallop Yüksekliği = 0,0000041667 mm

3 numaralı parçada bulunan 6 eğrinin ölçüm sonuçları ve forma hataları;

(mm)	ACTUAL	NOMINAL	LO-TOL	HI-TOL	DEVIATION GRAPHIC	ERROR
Curve:Curve_1						
Line-Profile	-0.161,-0.090		-0.100	+0.100	<--+---	-0.061

Nom.X	Nom.Y	Nom.Z	Act.X	Act.Y	Act.Z	Dev	Hata
0.428	4.000	9.214	0.410	4.000	9.107	-0.102	-0.002
2.648	4.000	9.653	2.625	4.000	9.545	-0.101	-0.001
4.615	4.000	10.015	4.588	4.000	9.908	-0.100	
6.586	4.000	10.352	6.556	4.000	10.244	-0.101	-0.001
8.562	4.000	10.663	8.528	4.000	10.557	-0.100	
10.541	4.000	10.950	10.538	4.000	10.850	-0.098	
12.524	4.000	11.214	12.516	4.000	11.116	-0.097	
14.509	4.000	11.456	14.497	4.000	11.357	-0.097	
16.498	4.000	11.670	16.481	4.000	11.570	-0.098	
18.489	4.000	11.853	18.468	4.000	11.755	-0.097	
20.483	4.000	12.008	20.458	4.000	11.911	-0.094	
22.479	4.000	12.131	22.450	4.000	12.038	-0.092	
24.478	4.000	12.214	24.444	4.000	12.123	-0.090	
26.477	4.000	12.246	26.440	4.000	12.156	-0.090	
28.477	4.000	12.221	28.400	4.000	12.128	-0.096	
30.474	4.000	12.123	30.426	4.000	12.024	-0.102	-0.002
32.466	4.000	11.938	32.413	4.000	11.837	-0.106	-0.006
34.446	4.000	11.662	34.386	4.000	11.548	-0.123	-0.023
35.978	4.000	11.352	35.910	4.000	11.234	-0.130	-0.030
37.463	4.000	10.936	37.356	4.000	10.822	-0.141	-0.041
38.160	4.000	10.690	38.048	4.000	10.571	-0.152	-0.052
38.695	4.000	10.457	38.579	4.000	10.334	-0.161	-0.061
39.151	4.000	10.220	39.033	4.000	10.104	-0.159	-0.059

Curve:CURVE_2						
Line-Profile	-0.164,-0.088		-0.100	+0.100	<--+---	-0.064

Nom.X	Nom.Y	Nom.Z	Act.X	Act.Y	Act.Z	Dev	
0.428	11.000	9.214	0.413	11.000	9.109	-0.100	
2.648	11.000	9.653	2.628	11.000	9.547	-0.100	-0.000
4.615	11.000	10.015	4.591	11.000	9.909	-0.100	
6.586	11.000	10.352	6.560	11.000	10.245	-0.101	-0.001
8.562	11.000	10.663	8.532	11.000	10.558	-0.100	
10.541	11.000	10.950	10.541	11.000	10.853	-0.096	
12.524	11.000	11.214	12.519	11.000	11.118	-0.094	
14.509	11.000	11.456	14.499	11.000	11.359	-0.095	
16.498	11.000	11.670	16.482	11.000	11.572	-0.097	
18.489	11.000	11.853	18.469	11.000	11.756	-0.095	
20.483	11.000	12.008	20.458	11.000	11.913	-0.092	
22.479	11.000	12.131	22.451	11.000	12.039	-0.090	
24.478	11.000	12.214	24.445	11.000	12.125	-0.088	
26.477	11.000	12.246	26.441	11.000	12.158	-0.088	
28.477	11.000	12.221	28.401	11.000	12.129	-0.094	
30.474	11.000	12.123	30.428	11.000	12.026	-0.100	-0.000
32.466	11.000	11.938	32.416	11.000	11.838	-0.105	-0.005
34.446	11.000	11.662	34.355	11.000	11.555	-0.121	-0.021

35.978	11.000	11.352	35.910	11.000	11.235	-0.130	-0.030
37.463	11.000	10.936	37.356	11.000	10.821	-0.142	-0.042
38.160	11.000	10.690	38.047	11.000	10.569	-0.154	-0.054
38.695	11.000	10.457	38.578	11.000	10.331	-0.163	-0.063
39.151	11.000	10.220	39.031	11.000	10.100	-0.164	-0.064

Curve:CURVE_3

Line-Profile -0.167,-0.087 -0.100 +0.100 <--+--- -0.067

0.428	18.000	9.214	0.403	18.000	9.109	-0.098	
2.648	18.000	9.653	2.617	18.000	9.546	-0.099	
4.615	18.000	10.015	4.581	18.000	9.909	-0.098	
6.586	18.000	10.352	6.550	18.000	10.247	-0.098	
8.562	18.000	10.663	8.523	18.000	10.559	-0.097	
10.541	18.000	10.950	10.533	18.000	10.852	-0.095	
12.524	18.000	11.214	12.511	18.000	11.116	-0.095	
14.509	18.000	11.456	14.490	18.000	11.358	-0.095	
16.498	18.000	11.670	16.473	18.000	11.573	-0.094	
18.489	18.000	11.853	18.461	18.000	11.757	-0.093	
20.483	18.000	12.008	20.451	18.000	11.914	-0.092	
22.479	18.000	12.131	22.443	18.000	12.040	-0.089	
24.478	18.000	12.214	24.438	18.000	12.126	-0.087	
26.477	18.000	12.246	26.434	18.000	12.158	-0.088	
28.477	18.000	12.221	28.395	18.000	12.130	-0.094	
30.474	18.000	12.123	30.424	18.000	12.026	-0.101	-0.001
32.466	18.000	11.938	32.412	18.000	11.837	-0.106	-0.006
34.446	18.000	11.662	34.385	18.000	11.546	-0.125	-0.025
35.978	18.000	11.352	35.911	18.000	11.234	-0.130	-0.030
37.463	18.000	10.936	37.355	18.000	10.819	-0.144	-0.044
38.160	18.000	10.690	38.047	18.000	10.566	-0.157	-0.057
38.695	18.000	10.457	38.578	18.000	10.328	-0.167	-0.067
39.151	18.000	10.220	39.031	18.000	10.097	-0.166	-0.066

Curve:CURVE_4

Line-Profile -0.172,-0.087 -0.100 +0.100 <--+--- -0.072

0.428	25.000	9.214	0.407	25.000	9.112	-0.095	
2.648	25.000	9.653	2.622	25.000	9.550	-0.096	
4.615	25.000	10.015	4.586	25.000	9.912	-0.096	
6.586	25.000	10.352	6.554	25.000	10.249	-0.096	
8.562	25.000	10.663	8.527	25.000	10.562	-0.095	
10.541	25.000	10.950	10.537	25.000	10.855	-0.094	
12.524	25.000	11.214	12.515	25.000	11.118	-0.095	
14.509	25.000	11.456	14.494	25.000	11.359	-0.094	
16.498	25.000	11.670	16.476	25.000	11.574	-0.093	
18.489	25.000	11.853	18.463	25.000	11.759	-0.092	
20.483	25.000	12.008	20.453	25.000	11.915	-0.091	
22.479	25.000	12.131	22.446	25.000	12.041	-0.089	
24.478	25.000	12.214	24.441	25.000	12.126	-0.087	
26.477	25.000	12.246	26.438	25.000	12.159	-0.087	
28.477	25.000	12.221	28.400	25.000	12.130	-0.093	
30.474	25.000	12.123	30.427	25.000	12.025	-0.101	-0.001
32.466	25.000	11.938	32.415	25.000	11.837	-0.106	-0.006
34.446	25.000	11.662	34.354	25.000	11.552	-0.124	-0.024
35.978	25.000	11.352	35.911	25.000	11.231	-0.133	-0.033
37.463	25.000	10.936	37.354	25.000	10.818	-0.146	-0.046
38.160	25.000	10.690	38.046	25.000	10.564	-0.159	-0.059
38.695	25.000	10.457	38.576	25.000	10.326	-0.169	-0.069
39.151	25.000	10.220	39.028	25.000	10.092	-0.172	-0.072

Curve:CURVE_5

Line-Profile -0.176,-0.086 -0.100 +0.100 <--+--- -0.076

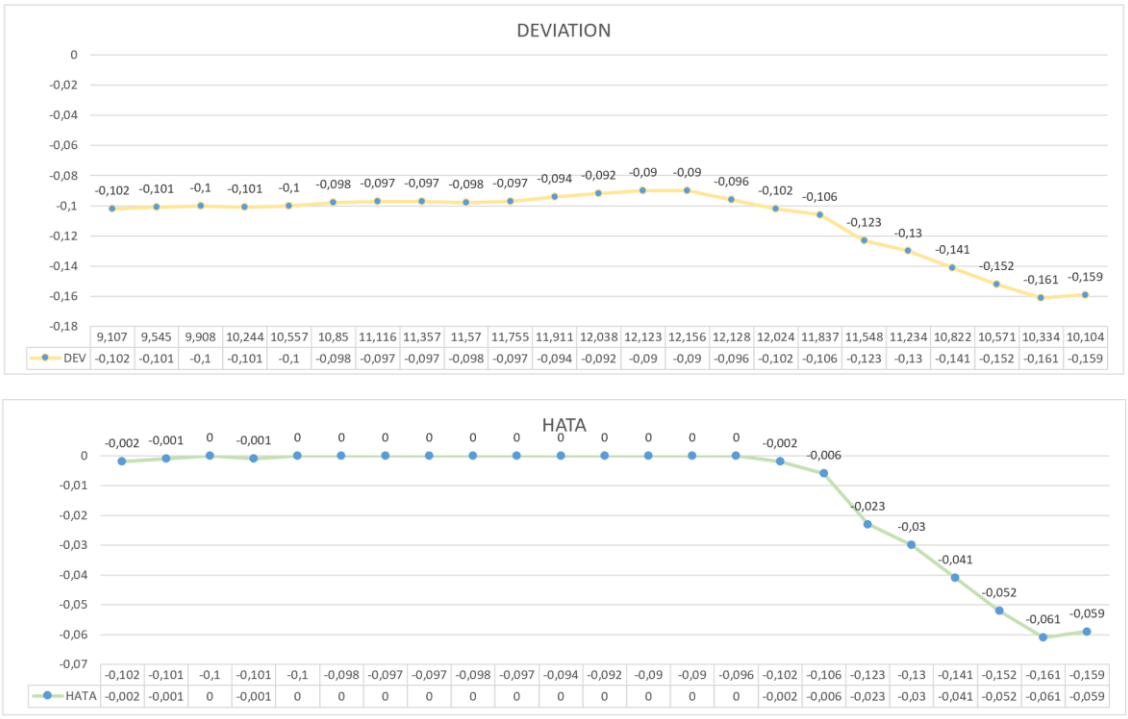
Nom.X	Nom.Y	Nom.Z	Act.X	Act.Y	Act.Z	Dev
0.428	32.000	9.214	0.403	32.000	9.113	-0.094
2.648	32.000	9.653	2.618	32.000	9.550	-0.095
4.615	32.000	10.015	4.582	32.000	9.912	-0.095
6.586	32.000	10.352	6.550	32.000	10.251	-0.094
8.562	32.000	10.663	8.524	32.000	10.563	-0.094
10.541	32.000	10.950	10.534	32.000	10.855	-0.093
12.524	32.000	11.214	12.513	32.000	11.119	-0.093

14.509	32.000	11.456	14.492	32.000	11.361	-0.092	
16.498	32.000	11.670	16.474	32.000	11.575	-0.092	
18.489	32.000	11.853	18.459	32.000	11.759	-0.091	
20.483	32.000	12.008	20.448	32.000	11.915	-0.090	
22.479	32.000	12.131	22.441	32.000	12.041	-0.088	
24.478	32.000	12.214	24.437	32.000	12.127	-0.086	
26.477	32.000	12.246	26.434	32.000	12.159	-0.087	
28.477	32.000	12.221	28.396	32.000	12.130	-0.093	
30.474	32.000	12.123	30.424	32.000	12.026	-0.101	-0.001
32.466	32.000	11.938	32.411	32.000	11.837	-0.106	-0.006
34.446	32.000	11.662	34.349	32.000	11.552	-0.125	-0.025
35.978	32.000	11.352	35.906	32.000	11.230	-0.135	-0.035
37.463	32.000	10.936	37.349	32.000	10.816	-0.149	-0.049
38.160	32.000	10.690	38.041	32.000	10.563	-0.163	-0.063
38.695	32.000	10.457	38.571	32.000	10.323	-0.174	-0.074
39.151	32.000	10.220	39.023	32.000	10.090	-0.176	-0.076

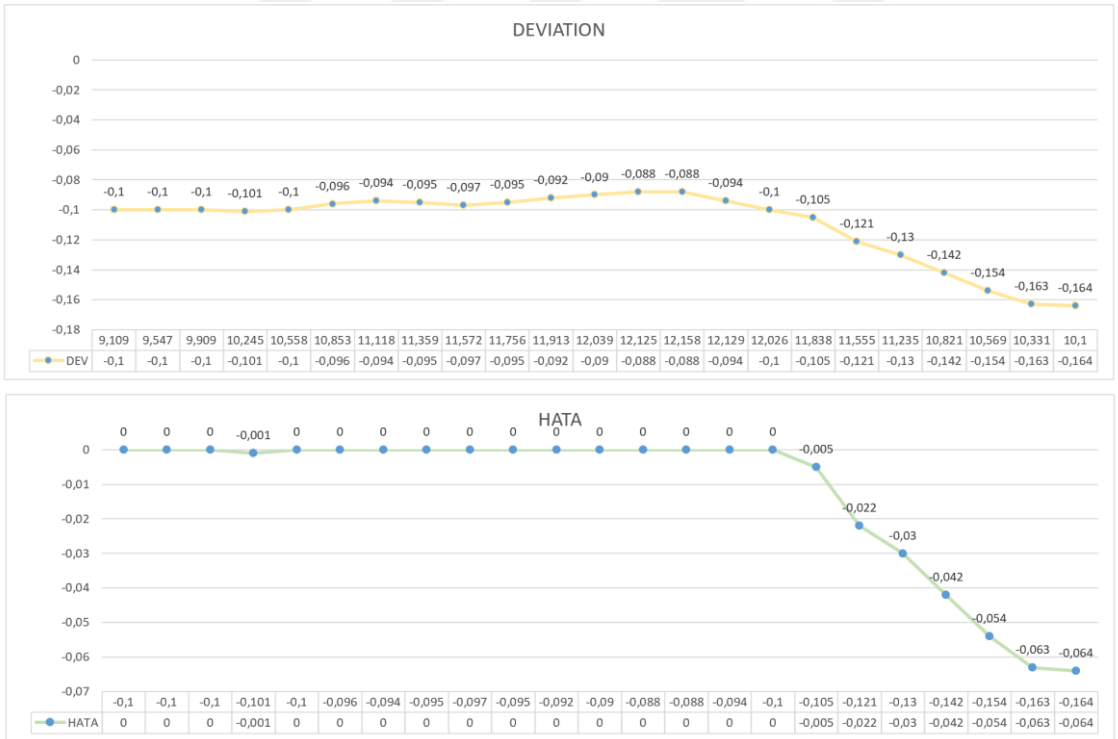
Curve:CURVE_6

Line-Profile	-0.182,-0.087		-0.100	+0.100		<--+---	-0.082
0.428	39.000	9.214	0.412	39.000	9.116	-0.093	
2.648	39.000	9.653	2.628	39.000	9.553	-0.094	
4.615	39.000	10.015	4.591	39.000	9.915	-0.093	
6.586	39.000	10.352	6.559	39.000	10.251	-0.095	
8.562	39.000	10.663	8.531	39.000	10.564	-0.093	
10.541	39.000	10.950	10.541	39.000	10.857	-0.091	
12.524	39.000	11.214	12.520	39.000	11.121	-0.092	
14.509	39.000	11.456	14.499	39.000	11.362	-0.093	
16.498	39.000	11.670	16.480	39.000	11.576	-0.092	
18.489	39.000	11.853	18.466	39.000	11.760	-0.091	
20.483	39.000	12.008	20.454	39.000	11.916	-0.089	
22.479	39.000	12.131	22.446	39.000	12.041	-0.088	
24.478	39.000	12.214	24.441	39.000	12.126	-0.087	
26.477	39.000	12.246	26.437	39.000	12.159	-0.088	
28.477	39.000	12.221	28.398	39.000	12.129	-0.094	
30.474	39.000	12.123	30.425	39.000	12.023	-0.103	-0.003
32.466	39.000	11.938	32.410	39.000	11.836	-0.108	-0.008
34.446	39.000	11.662	34.349	39.000	11.551	-0.126	-0.026
35.978	39.000	11.352	35.903	39.000	11.230	-0.136	-0.036
37.463	39.000	10.936	37.346	39.000	10.814	-0.151	-0.051
38.160	39.000	10.690	38.036	39.000	10.560	-0.167	-0.067
38.695	39.000	10.457	38.566	39.000	10.321	-0.178	-0.078
39.151	39.000	10.220	39.018	39.000	10.086	-0.182	-0.082

Tablo 16.3-3 numaralı parçanın 6 adet eğrinin ölçüm sonuçları



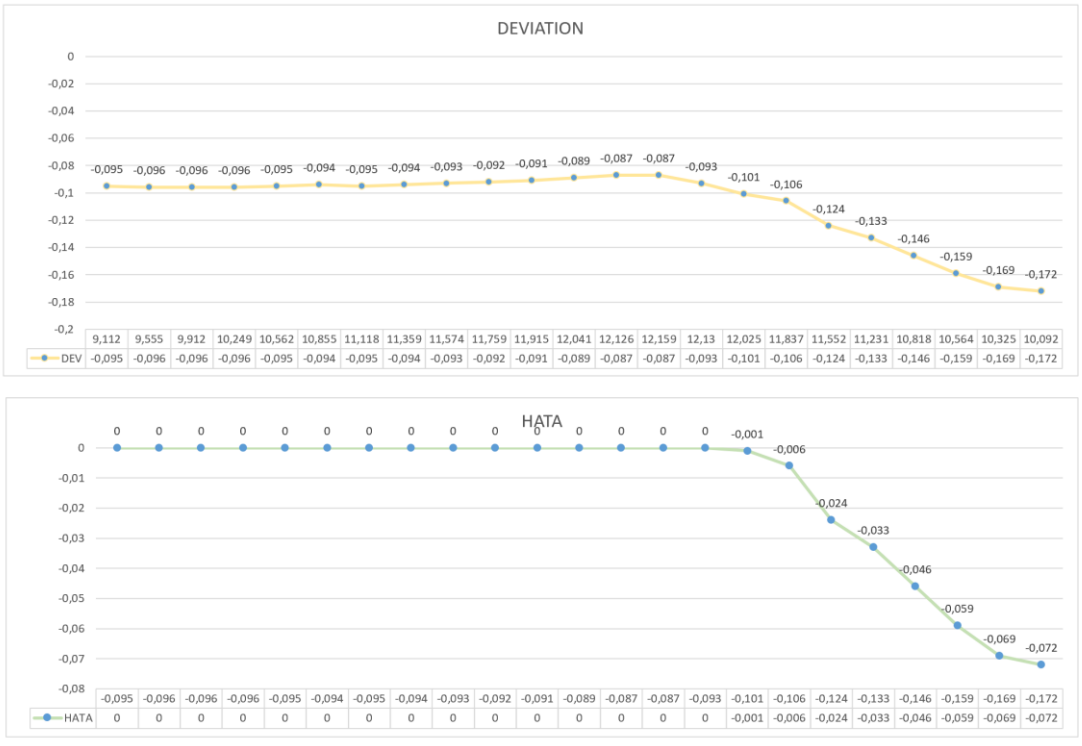
Şekil 111.3-3-1 Numaralı Eğrinin Sapma ve Hata Sonuçları



Şekil 112.3-3-2 Numaralı Eğrinin Sapma ve Hata Sonuçları



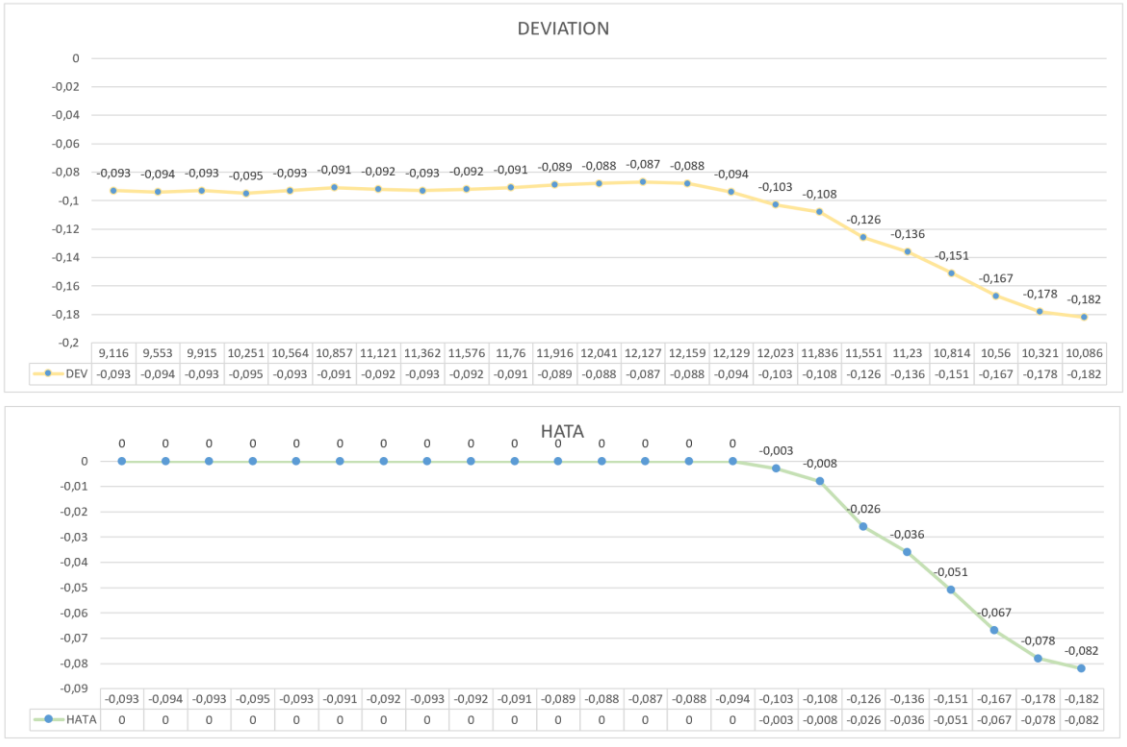
Şekil 113.3-3-3 Numaralı Eğrinin Sapma ve Hata Sonuçları



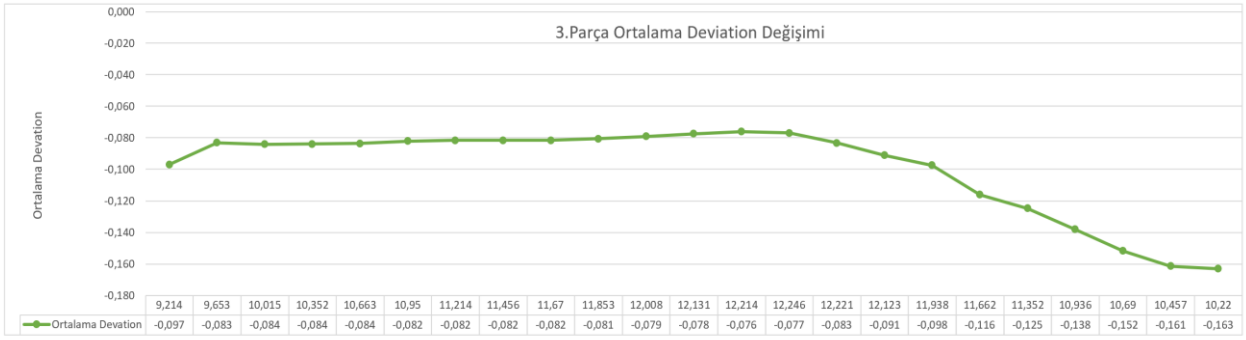
Şekil 114.3-3-4 Numaralı Eğrinin Sapma ve Hata Sonuçları



Şekil 115.3-3-5 Numaralı Eğrinin Sapma ve Hata Sonuçları



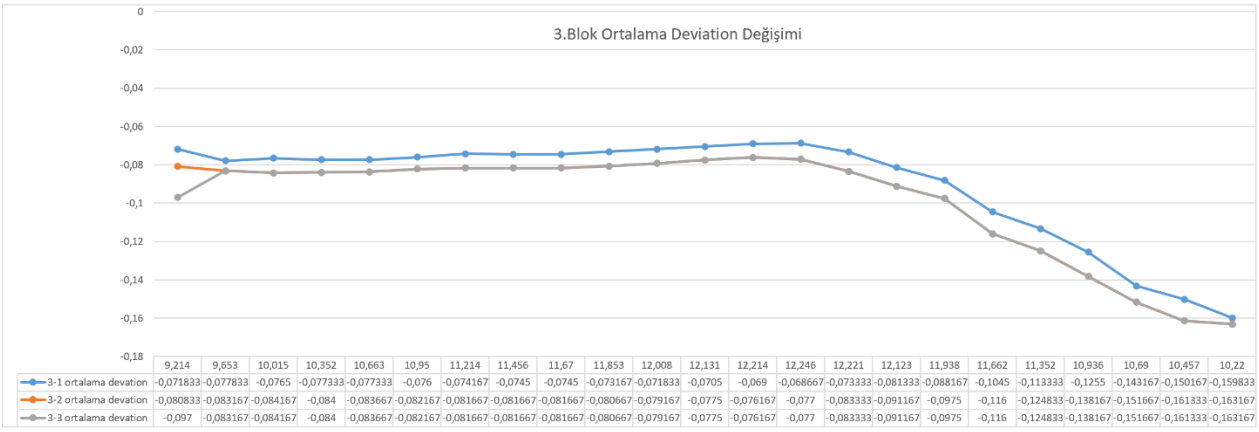
Şekil 116.3-3-6 Numaralı Eğrinin Sapma ve Hata Sonuçları



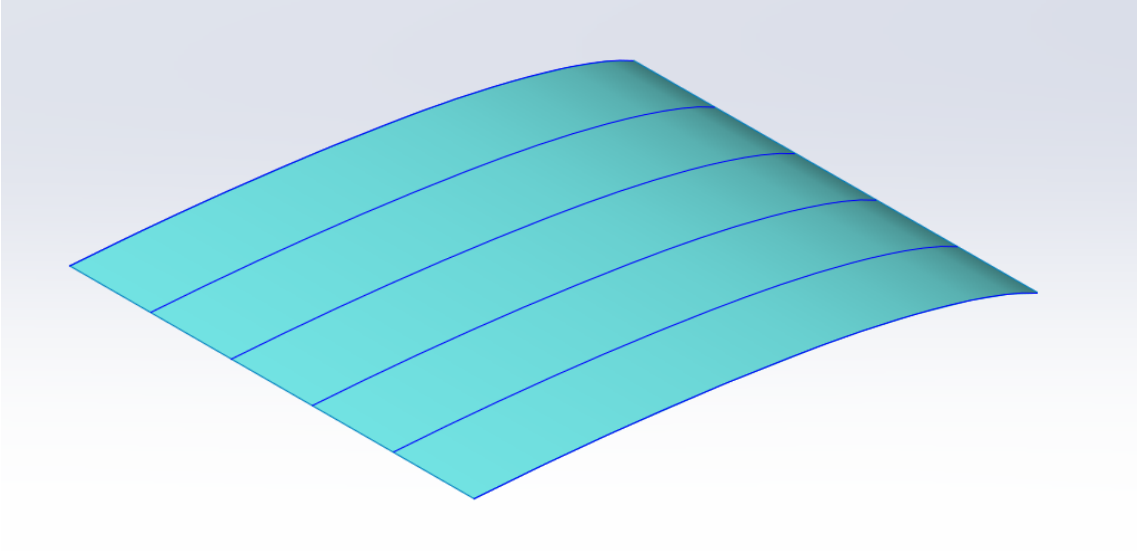
Şekil 117.3-3 Numaralı Parçanın Ortalama Sapma Sonuçları



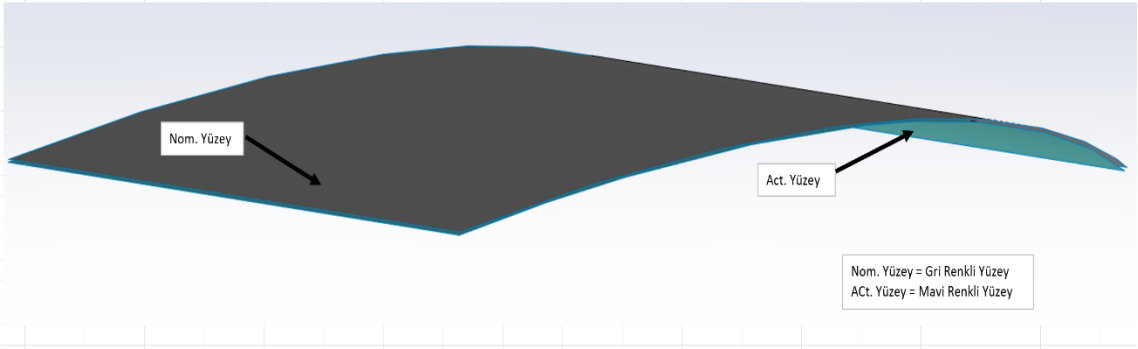
Şekil 118.3-3 Numaralı Parçanın Hata Sonuçları



Şekil 119.3 Numaralı Blok Ortalama Sapma Sonuçları



Şekil 120. 3- 3 Numaralı Parçanın Act. Sonuçları ile Tasarlanmış Yüzey



Şekil 121. 3- 3 Numaralı Parçanın Act. Ve Nom. Yüzeyler

3.4. AKILLI TEZGÂH ÖZELLİKLERİ İLE İŞLENEN PARÇANIN SONUÇLARI VE FORM HATALARI ANALİZİ

2 numaralı bloğun işlenen 3 bloğun içinde form hatalarının en fazla olan blok olduğu tespit edildi. 2 numaralı bloğun işlenmesinde kullanılan kesme şartları kullanılarak yeni bir blok işlenmesi yapıldı. Bu yeni blok işlemesinde tezgâhta bulunan yüksek hızlı-yüksek hassasiyet kontrol modu II (G05 P1000), kaplama fonksiyonu ve spline enterpolasyonu (G05.1 Q2/Q0) komutları aktif olarak kullanılmıştır. Bu komutlar tezgâhta bulunan akıllı işleme modlarını aktif hale getirmiştir.

4 numaralı blokta bulunan 3 parçanın finiş işlenmesinde aynı scallop yüksekliği kullanıldı. Kullanılan scallop yükseklik değeri 0,000104168. Ancak farklı kesme şartları (kesme hızı ve diş başı ilerleme) kullanılmıştır. Her parçada toplam 6 ölçüm eğrisi vardır.

Bu eğrilerde 23 nokta referans alınmıştır. Her parça için yapılan ölçüm sonuçları ve form hata grafikleri aşağıdaki gibidir.

1 numaralı parçanın işlenmesinde kullanılan kesme şartları;

- Vc (kesme hızı) =150 m/min
- Fz (diş başı ilerleme) =0.15 mm/diş
- Step over=0.8 mm
- Scallop Yüksekliği = 0,000104168 mm

1 numaralı parçada bulunan 6 eğrinin ölçüm sonuçları ve forma hataları;

(mm)	ACTUAL	NOMINAL	LO-TOL	HI-TOL	DEVIATION	GRAPHIC	ERROR
Curve:Curve_1							
Line-Profile	-0.128,-0.095		-0.100	+0.100		<--+---	-0.028
Nom.X	Nom.Y	Nom.Z	Act.X	Act.Y	Act.Z	Dev	
0.428	4.000	9.214	0.426	4.000	9.091	-0.120	-0.020
2.648	4.000	9.653	2.639	4.000	9.523	-0.126	-0.026
4.615	4.000	10.015	4.603	4.000	9.884	-0.126	-0.026
6.586	4.000	10.352	6.572	4.000	10.223	-0.125	-0.025
8.562	4.000	10.663	8.544	4.000	10.537	-0.122	-0.022
10.541	4.000	10.950	10.555	4.000	10.826	-0.124	-0.024
12.524	4.000	11.214	12.533	4.000	11.089	-0.125	-0.025
14.509	4.000	11.456	14.515	4.000	11.330	-0.126	-0.026
16.498	4.000	11.670	16.499	4.000	11.543	-0.126	-0.026
18.489	4.000	11.853	18.486	4.000	11.726	-0.127	-0.027
20.483	4.000	12.008	20.476	4.000	11.879	-0.127	-0.027
22.479	4.000	12.131	22.468	4.000	12.003	-0.128	-0.028
24.478	4.000	12.214	24.461	4.000	12.086	-0.127	-0.027
26.477	4.000	12.246	26.456	4.000	12.120	-0.126	-0.026
28.477	4.000	12.221	28.415	4.000	12.098	-0.125	-0.025
30.474	4.000	12.123	30.440	4.000	12.005	-0.121	-0.021
32.466	4.000	11.938	32.428	4.000	11.825	-0.116	-0.016
34.446	4.000	11.662	34.406	4.000	11.554	-0.114	-0.014
35.978	4.000	11.352	35.936	4.000	11.253	-0.106	-0.006
37.463	4.000	10.936	37.386	4.000	10.853	-0.102	-0.002
38.160	4.000	10.690	38.080	4.000	10.609	-0.105	-0.005
38.695	4.000	10.457	38.613	4.000	10.380	-0.104	-0.004
39.151	4.000	10.220	39.070	4.000	10.156	-0.095	
Curve:CURVE_2							
Line-Profile	-0.107,-0.083		-0.100	+0.100		<--+---	-0.007
0.428	11.000	9.214	0.413	11.000	9.112	-0.097	
2.648	11.000	9.653	2.631	11.000	9.544	-0.104	-0.004
4.615	11.000	10.015	4.596	11.000	9.904	-0.105	-0.005
6.586	11.000	10.352	6.566	11.000	10.243	-0.103	-0.003
8.562	11.000	10.663	8.539	11.000	10.554	-0.104	-0.004
10.541	11.000	10.950	10.550	11.000	10.846	-0.104	-0.004
12.524	11.000	11.214	12.529	11.000	11.110	-0.104	-0.004
14.509	11.000	11.456	14.513	11.000	11.350	-0.106	-0.006
16.498	11.000	11.670	16.499	11.000	11.563	-0.107	-0.007
18.489	11.000	11.853	18.488	11.000	11.746	-0.107	-0.007
20.483	11.000	12.008	20.479	11.000	11.901	-0.106	-0.006
22.479	11.000	12.131	22.471	11.000	12.025	-0.106	-0.006
24.478	11.000	12.214	24.466	11.000	12.108	-0.106	-0.006
26.477	11.000	12.246	26.462	11.000	12.141	-0.106	-0.006
28.477	11.000	12.221	28.423	11.000	12.117	-0.105	-0.005
30.474	11.000	12.123	30.451	11.000	12.024	-0.100	-0.000
32.466	11.000	11.938	32.440	11.000	11.845	-0.095	
34.446	11.000	11.662	34.418	11.000	11.569	-0.097	

35.978	11.000	11.352	35.947	11.000	11.267	-0.089
37.463	11.000	10.936	37.397	11.000	10.867	-0.085
38.160	11.000	10.690	38.092	11.000	10.624	-0.086
38.695	11.000	10.457	38.623	11.000	10.392	-0.089
39.151	11.000	10.220	39.079	11.000	10.165	-0.083

Curve:CURVE_3

Line-Profile -0.086,-0.066 -0.100 +0.100 **-+---

Nom.X	Nom.Y	Nom.Z	Act.X	Act.Y	Act.Z	Dev
0.428	18.000	9.214	0.413	18.000	9.134	-0.075
2.648	18.000	9.653	2.628	18.000	9.566	-0.081
4.615	18.000	10.015	4.594	18.000	9.927	-0.083
6.586	18.000	10.352	6.565	18.000	10.263	-0.084
8.562	18.000	10.663	8.539	18.000	10.576	-0.083
10.541	18.000	10.950	10.551	18.000	10.866	-0.085
12.524	18.000	11.214	12.531	18.000	11.130	-0.084
14.509	18.000	11.456	14.514	18.000	11.371	-0.085
16.498	18.000	11.670	16.501	18.000	11.584	-0.086
18.489	18.000	11.853	18.490	18.000	11.770	-0.083
20.483	18.000	12.008	20.481	18.000	11.925	-0.082
22.479	18.000	12.131	22.473	18.000	12.046	-0.084
24.478	18.000	12.214	24.467	18.000	12.128	-0.086
26.477	18.000	12.246	26.463	18.000	12.162	-0.084
28.477	18.000	12.221	28.427	18.000	12.140	-0.083
30.474	18.000	12.123	30.457	18.000	12.044	-0.080
32.466	18.000	11.938	32.445	18.000	11.864	-0.076
34.446	18.000	11.662	34.422	18.000	11.589	-0.076
35.978	18.000	11.352	35.952	18.000	11.286	-0.070
37.463	18.000	10.936	37.402	18.000	10.886	-0.066
38.160	18.000	10.690	38.095	18.000	10.640	-0.071
38.695	18.000	10.457	38.628	18.000	10.409	-0.072
39.151	18.000	10.220	39.084	18.000	10.181	-0.067

Curve:CURVE_4

Line-Profile -0.066,-0.049 -0.100 +0.100 -**+---

0.428	25.000	9.214	0.404	25.000	9.154	-0.054
2.648	25.000	9.653	2.621	25.000	9.586	-0.061
4.615	25.000	10.015	4.588	25.000	9.945	-0.063
6.586	25.000	10.352	6.560	25.000	10.282	-0.064
8.562	25.000	10.663	8.535	25.000	10.595	-0.064
10.541	25.000	10.950	10.549	25.000	10.885	-0.065
12.524	25.000	11.214	12.531	25.000	11.152	-0.063
14.509	25.000	11.456	14.516	25.000	11.394	-0.062
16.498	25.000	11.670	16.503	25.000	11.608	-0.063
18.489	25.000	11.853	18.494	25.000	11.790	-0.063
20.483	25.000	12.008	20.487	25.000	11.944	-0.064
22.479	25.000	12.131	22.481	25.000	12.067	-0.064
24.478	25.000	12.214	24.479	25.000	12.147	-0.066
26.477	25.000	12.246	26.473	25.000	12.182	-0.064
28.477	25.000	12.221	28.434	25.000	12.157	-0.066
30.474	25.000	12.123	30.463	25.000	12.064	-0.059
32.466	25.000	11.938	32.455	25.000	11.884	-0.054
34.446	25.000	11.662	34.434	25.000	11.607	-0.057
35.978	25.000	11.352	35.964	25.000	11.301	-0.052
37.463	25.000	10.936	37.413	25.000	10.900	-0.049
38.160	25.000	10.690	38.107	25.000	10.657	-0.050
38.695	25.000	10.457	38.640	25.000	10.422	-0.055
39.151	25.000	10.220	39.095	25.000	10.190	-0.053

Curve:CURVE_5

Line-Profile -0.045,-0.031 -0.100 +0.100 --*+---

0.428	32.000	9.214	0.402	32.000	9.174	-0.034
2.648	32.000	9.653	2.622	32.000	9.610	-0.037
4.615	32.000	10.015	4.591	32.000	9.971	-0.039
6.586	32.000	10.352	6.564	32.000	10.307	-0.040
8.562	32.000	10.663	8.541	32.000	10.619	-0.041
10.541	32.000	10.950	10.555	32.000	10.908	-0.044
12.524	32.000	11.214	12.537	32.000	11.171	-0.044
14.509	32.000	11.456	14.522	32.000	11.414	-0.043
16.498	32.000	11.670	16.512	32.000	11.629	-0.042
18.489	32.000	11.853	18.504	32.000	11.814	-0.040

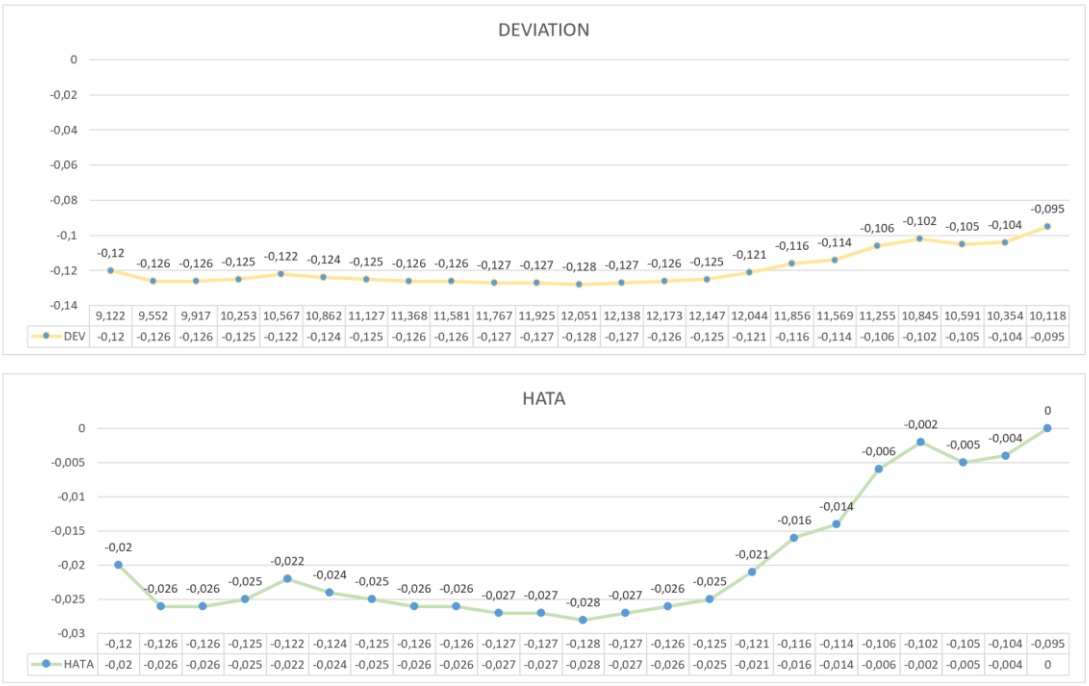
20.483	32.000	12.008	20.499	32.000	11.968	-0.040
22.479	32.000	12.131	22.495	32.000	12.090	-0.042
24.478	32.000	12.214	24.494	32.000	12.171	-0.044
26.477	32.000	12.246	26.491	32.000	12.201	-0.045
28.477	32.000	12.221	28.450	32.000	12.178	-0.044
30.474	32.000	12.123	30.481	32.000	12.085	-0.038
32.466	32.000	11.938	32.468	32.000	11.903	-0.035
34.446	32.000	11.662	34.443	32.000	11.625	-0.037
35.978	32.000	11.352	35.968	32.000	11.320	-0.034
37.463	32.000	10.936	37.417	32.000	10.918	-0.031
38.160	32.000	10.690	38.113	32.000	10.671	-0.035
38.695	32.000	10.457	38.647	32.000	10.436	-0.040
39.151	32.000	10.220	39.103	32.000	10.204	-0.037

Curve:CURVE_6

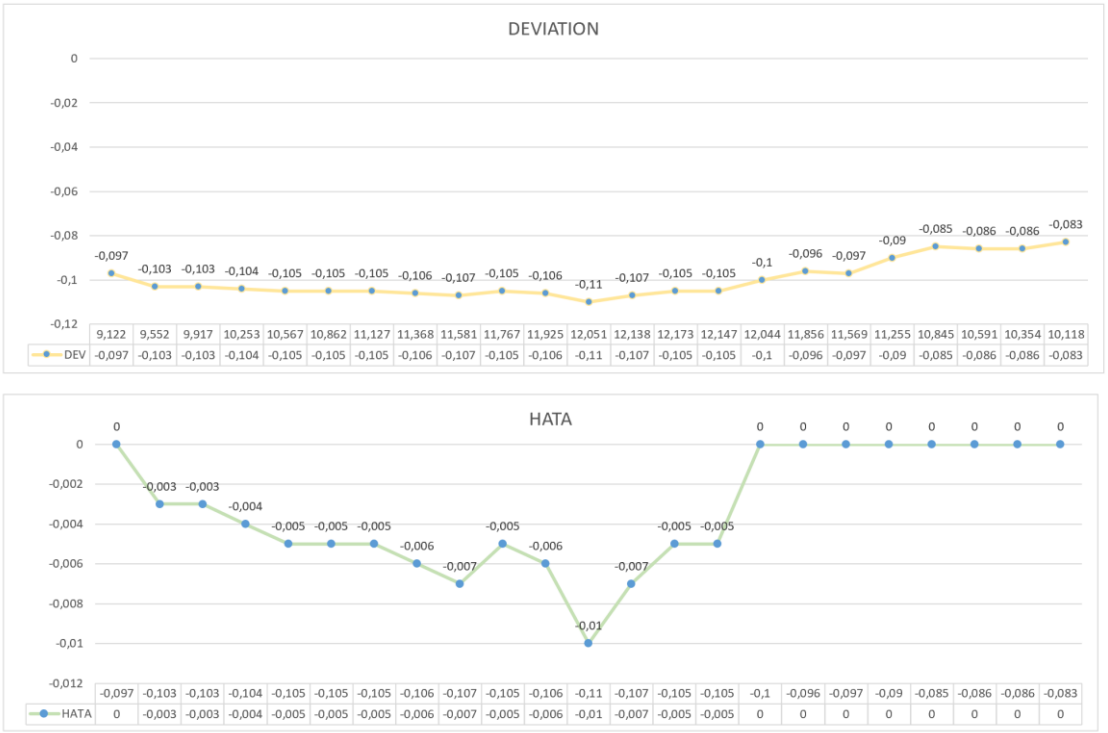
Line-Profile -0.025,-0.014 -0.100 +0.100 --**---

Nom.X	Nom.Y	Nom.Z	Act.X	Act.Y	Act.Z	Dev
0.428	39.000	9.214	0.398	39.000	9.193	-0.014
2.648	39.000	9.653	2.616	39.000	9.630	-0.016
4.615	39.000	10.015	4.584	39.000	9.991	-0.017
6.586	39.000	10.352	6.556	39.000	10.326	-0.020
8.562	39.000	10.663	8.532	39.000	10.638	-0.021
10.541	39.000	10.950	10.546	39.000	10.929	-0.021
12.524	39.000	11.214	12.528	39.000	11.193	-0.021
14.509	39.000	11.456	14.513	39.000	11.435	-0.021
16.498	39.000	11.670	16.502	39.000	11.650	-0.021
18.489	39.000	11.853	18.494	39.000	11.834	-0.019
20.483	39.000	12.008	20.488	39.000	11.988	-0.019
22.479	39.000	12.131	22.485	39.000	12.110	-0.021
24.478	39.000	12.214	24.483	39.000	12.192	-0.023
26.477	39.000	12.246	26.483	39.000	12.222	-0.024
28.477	39.000	12.221	28.447	39.000	12.198	-0.024
30.474	39.000	12.123	30.476	39.000	12.104	-0.019
32.466	39.000	11.938	32.466	39.000	11.922	-0.016
34.446	39.000	11.662	34.447	39.000	11.645	-0.018
35.978	39.000	11.352	35.978	39.000	11.335	-0.016
37.463	39.000	10.936	37.428	39.000	10.930	-0.016
38.160	39.000	10.690	38.124	39.000	10.682	-0.021
38.695	39.000	10.457	38.657	39.000	10.447	-0.025
39.151	39.000	10.220	39.112	39.000	10.217	-0.022

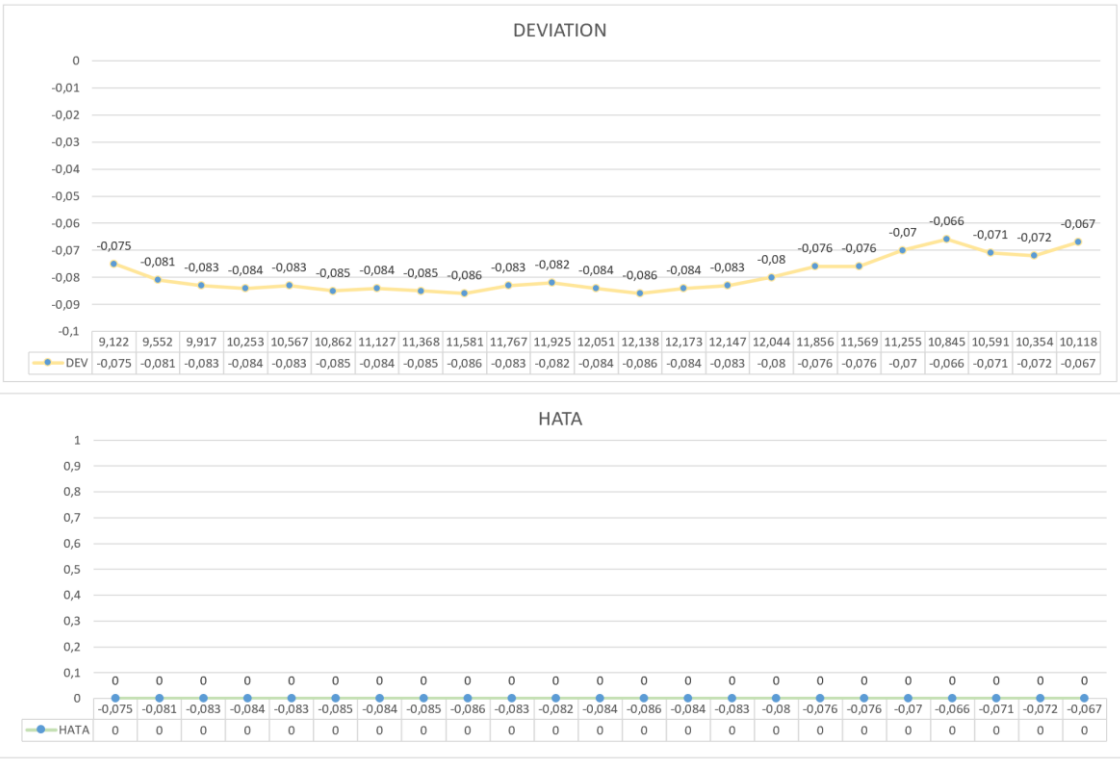
Tablo 17.4-1 numaralı parçanın 6 adet eğrinin ölçüm sonuçları



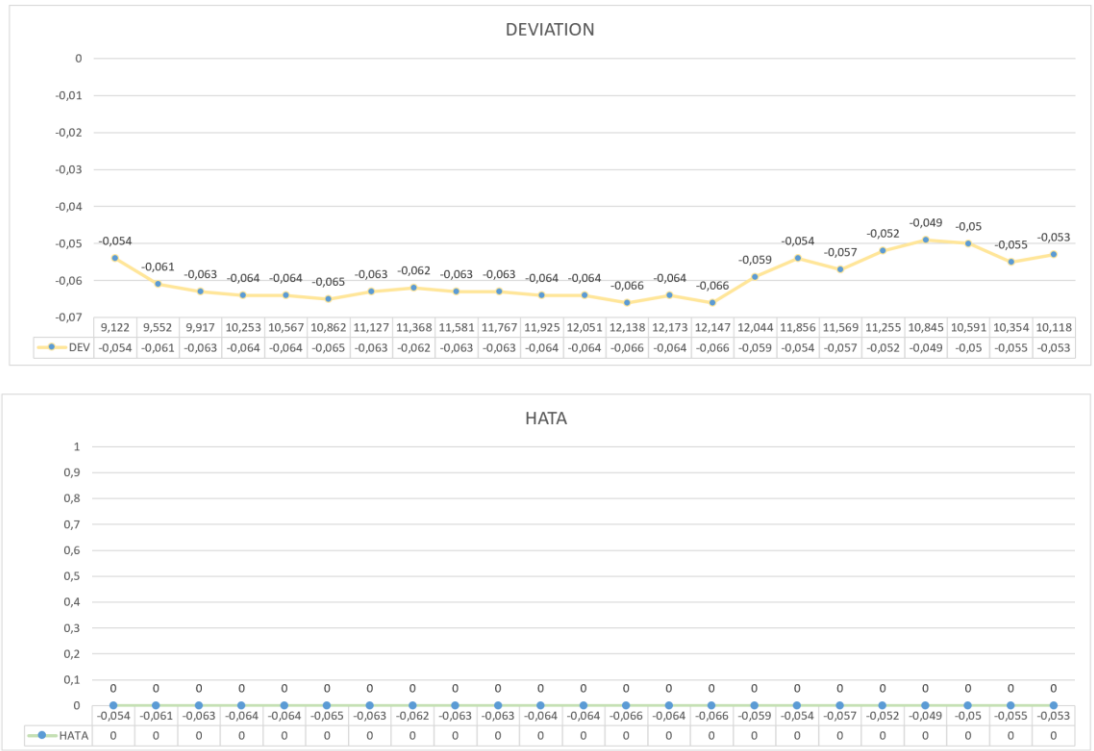
Şekil 122.4-1-1 Numaralı Eğrinin Sapma ve Hata Sonuçları



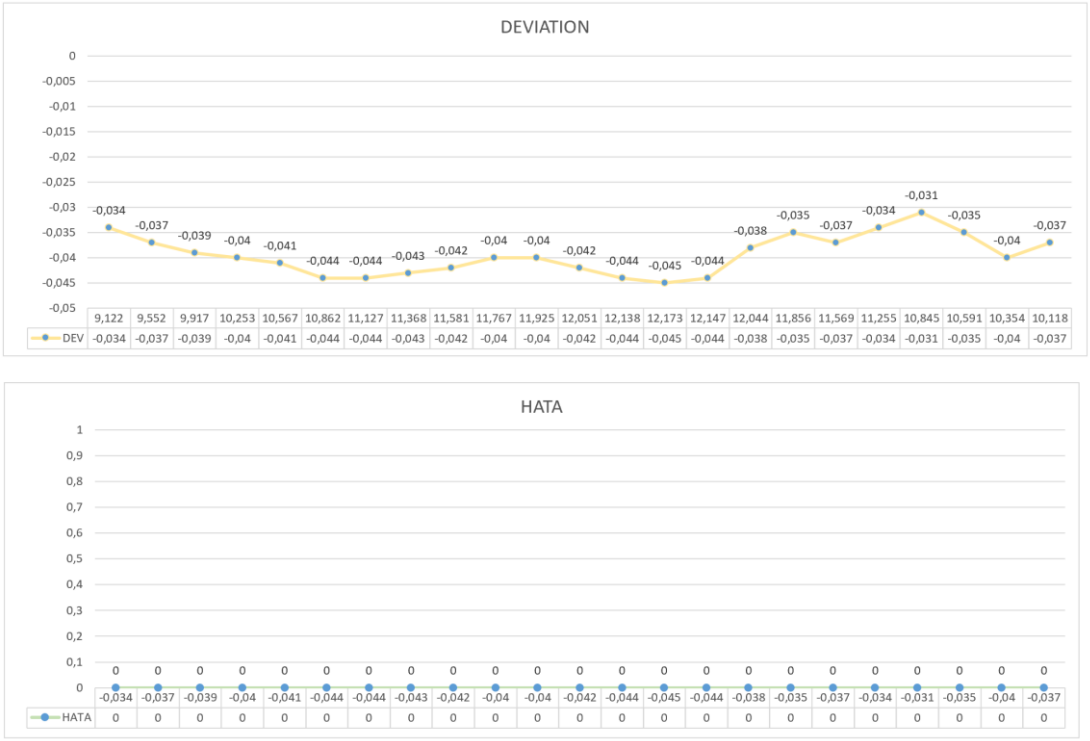
Şekil 123.4-1-2 Numaralı Eğrinin Sapma ve Hata Sonuçları



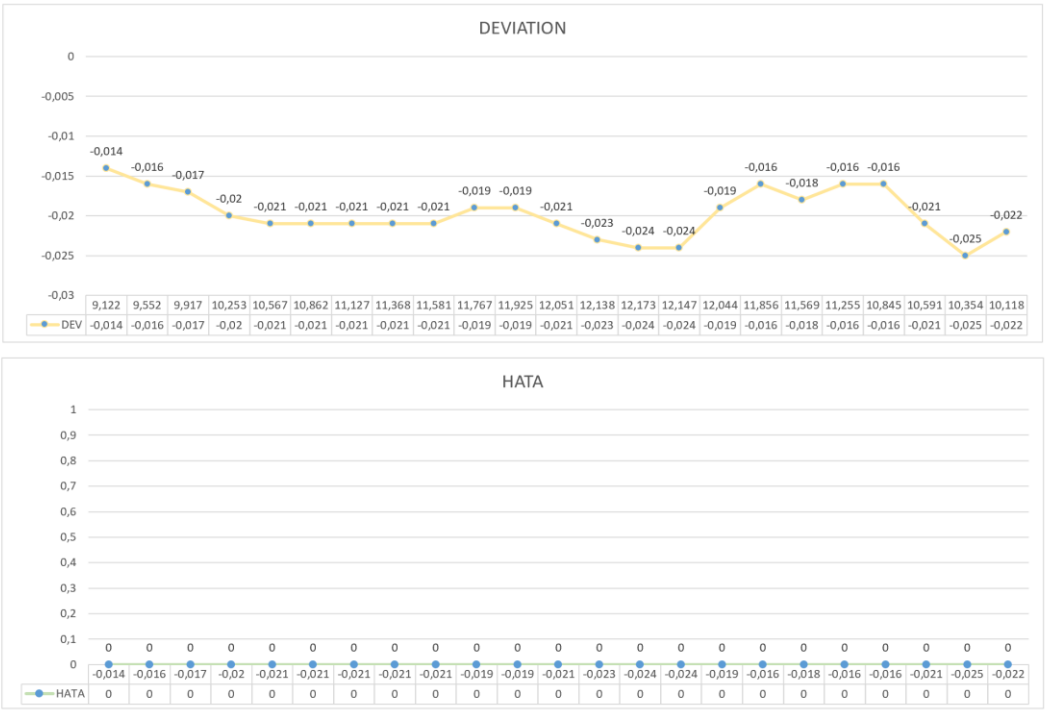
Şekil 124.4-1-3 Numaralı Eğrinin Sapma ve Hata Sonuçları



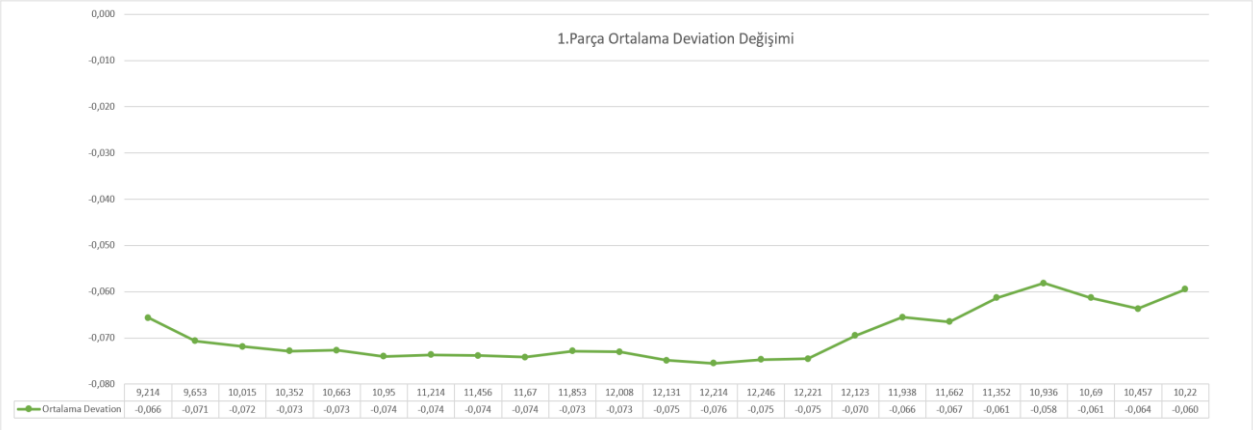
Şekil 125.4-1-4 Numaralı Eğrinin Sapma ve Hata Sonuçları



Şekil 126.4-1-5 Numaralı Eğrinin Sapma ve Hata Sonuçları

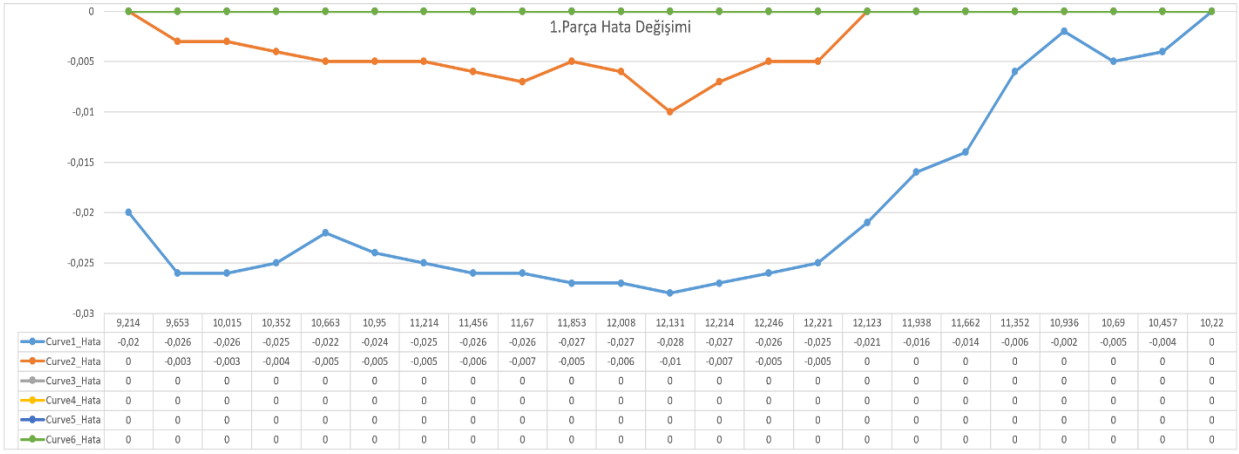


Şekil 127.4-1-6 Numaralı Eğrinin Sapma ve Hata Sonuçları



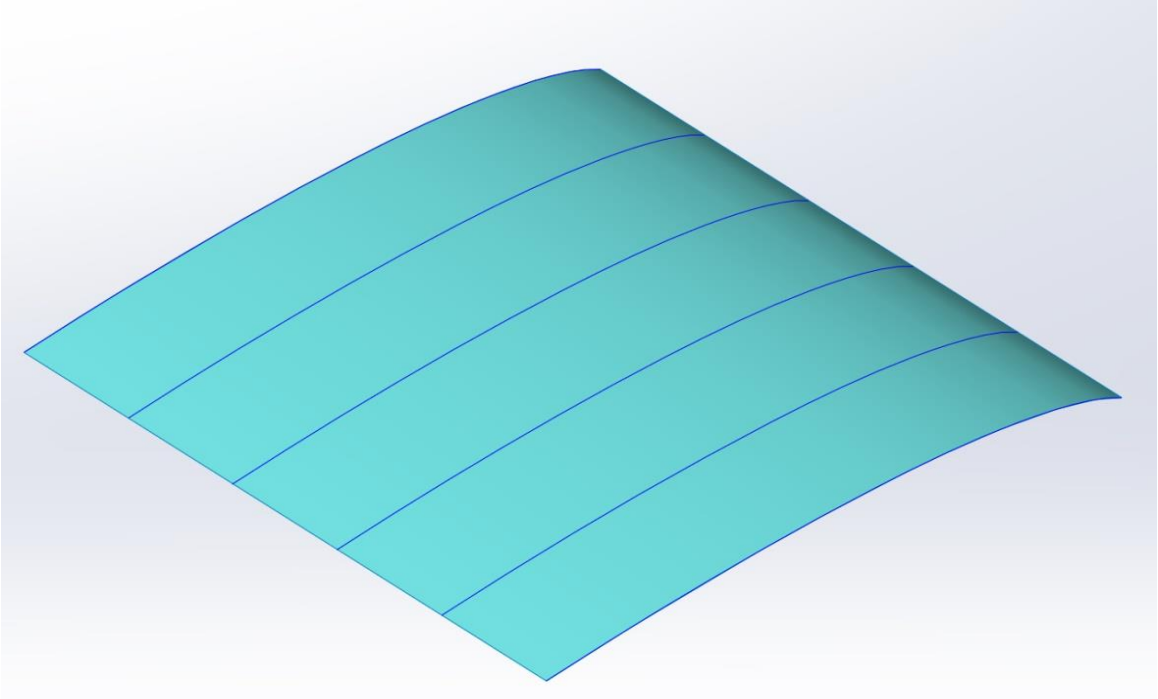
	9,214	9,653	10,015	10,352	10,663	10,95	11,214	11,456	11,67	11,853	12,008	12,131	12,214	12,246	12,221	12,123	11,938	11,662	11,352	10,936	10,69	10,457	10,22
Ortalama Devation	-0,066	-0,071	-0,072	-0,073	-0,073	-0,074	-0,074	-0,074	-0,074	-0,073	-0,073	-0,075	-0,076	-0,075	-0,075	-0,070	-0,066	-0,067	-0,061	-0,058	-0,061	-0,064	-0,060

Şekil 128.4-1 Numaralı Parçanın Ortalama Sapma Sonuçları

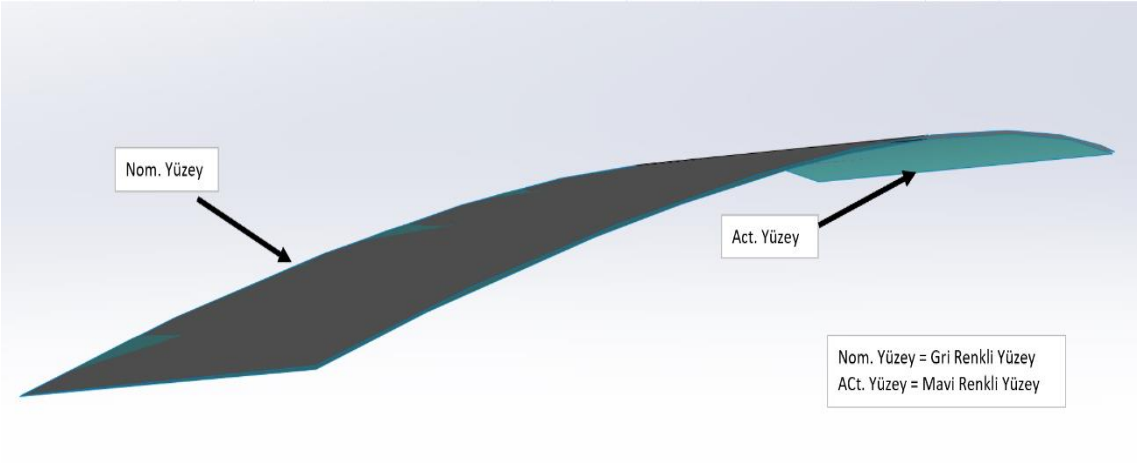


	9,214	9,653	10,015	10,352	10,663	10,95	11,214	11,456	11,67	11,853	12,008	12,131	12,214	12,246	12,221	12,123	11,938	11,662	11,352	10,936	10,69	10,457	10,22
Curve1_Hata	-0,02	-0,026	-0,026	-0,025	-0,022	-0,024	-0,025	-0,026	-0,026	-0,027	-0,027	-0,028	-0,027	-0,026	-0,025	-0,021	-0,016	-0,014	-0,006	-0,002	-0,005	-0,004	0
Curve2_Hata	0	-0,003	-0,003	-0,004	-0,005	-0,005	-0,005	-0,006	-0,007	-0,005	-0,006	-0,01	-0,007	-0,005	-0,005	0	0	0	0	0	0	0	0
Curve3_Hata	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Curve4_Hata	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Curve5_Hata	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Curve6_Hata	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Şekil 129.4-1 Numaralı Parçanın Hata Sonuçları



Şekil 130. 4- 1 Numaralı Parçanın Act. Sonuçları ile Tasarlanmış Yüzey



Şekil 131. 4- 1 Numaralı Parçanın Act. Ve Nom. Yüzeyler

2 numaralı parçanın işlenmesinde kullanılan kesme şartları;

- Vc (kesme hızı) =120 m/min
- Fz (diş başı ilerleme) =0.1 mm/diş
- Step over=0.8 mm
- Scallop Yüksekliği = 0,000104168 mm

2 numaralı parçada bulunan 6 eğrinin ölçüm sonuçları ve forma hataları;

(mm)	ACTUAL	NOMINAL	LO-TOL	HI-TOL	DEVIATION	GRAPHIC	ERROR
Curve:Curve_1							
Line-Profile	-0.128,-0.095		-0.100	+0.100		<--+---	-0.028
Nom.X	Nom.Y	Nom.Z	Act.X	Act.Y	Act.Z	Dev	
0.428	4.000	9.214	0.426	4.000	9.091	-0.120	-0.020
2.648	4.000	9.653	2.639	4.000	9.523	-0.126	-0.026
4.615	4.000	10.015	4.603	4.000	9.884	-0.126	-0.026
6.586	4.000	10.352	6.572	4.000	10.223	-0.125	-0.025
8.562	4.000	10.663	8.544	4.000	10.537	-0.122	-0.022
10.541	4.000	10.950	10.555	4.000	10.826	-0.124	-0.024
12.524	4.000	11.214	12.533	4.000	11.089	-0.125	-0.025
14.509	4.000	11.456	14.515	4.000	11.330	-0.126	-0.026
16.498	4.000	11.670	16.499	4.000	11.543	-0.126	-0.026
18.489	4.000	11.853	18.486	4.000	11.726	-0.127	-0.027
20.483	4.000	12.008	20.476	4.000	11.879	-0.127	-0.027
22.479	4.000	12.131	22.468	4.000	12.003	-0.128	-0.028
24.478	4.000	12.214	24.461	4.000	12.086	-0.127	-0.027
26.477	4.000	12.246	26.456	4.000	12.120	-0.126	-0.026
28.477	4.000	12.221	28.415	4.000	12.098	-0.125	-0.025
30.474	4.000	12.123	30.440	4.000	12.005	-0.121	-0.021
32.466	4.000	11.938	32.428	4.000	11.825	-0.116	-0.016
34.446	4.000	11.662	34.406	4.000	11.554	-0.114	-0.014
35.978	4.000	11.352	35.936	4.000	11.253	-0.106	-0.006
37.463	4.000	10.936	37.386	4.000	10.853	-0.102	-0.002
38.160	4.000	10.690	38.080	4.000	10.609	-0.105	-0.005
38.695	4.000	10.457	38.613	4.000	10.380	-0.104	-0.004
39.151	4.000	10.220	39.070	4.000	10.156	-0.095	
Curve:CURVE_2							
Line-Profile	-0.107,-0.083		-0.100	+0.100		<--+---	-0.007
0.428	11.000	9.214	0.413	11.000	9.112	-0.097	
2.648	11.000	9.653	2.631	11.000	9.544	-0.104	-0.004
4.615	11.000	10.015	4.596	11.000	9.904	-0.105	-0.005
6.586	11.000	10.352	6.566	11.000	10.243	-0.103	-0.003
8.562	11.000	10.663	8.539	11.000	10.554	-0.104	-0.004
10.541	11.000	10.950	10.550	11.000	10.846	-0.104	-0.004
12.524	11.000	11.214	12.529	11.000	11.110	-0.104	-0.004
14.509	11.000	11.456	14.513	11.000	11.350	-0.106	-0.006
16.498	11.000	11.670	16.499	11.000	11.563	-0.107	-0.007
18.489	11.000	11.853	18.488	11.000	11.746	-0.107	-0.007
20.483	11.000	12.008	20.479	11.000	11.901	-0.106	-0.006
22.479	11.000	12.131	22.471	11.000	12.025	-0.106	-0.006
24.478	11.000	12.214	24.466	11.000	12.108	-0.106	-0.006
26.477	11.000	12.246	26.462	11.000	12.141	-0.106	-0.006
28.477	11.000	12.221	28.423	11.000	12.117	-0.105	-0.005
30.474	11.000	12.123	30.451	11.000	12.024	-0.100	-0.000
32.466	11.000	11.938	32.440	11.000	11.845	-0.095	
34.446	11.000	11.662	34.418	11.000	11.569	-0.097	
35.978	11.000	11.352	35.947	11.000	11.267	-0.089	
37.463	11.000	10.936	37.397	11.000	10.867	-0.085	
38.160	11.000	10.690	38.092	11.000	10.624	-0.086	
38.695	11.000	10.457	38.623	11.000	10.392	-0.089	
39.151	11.000	10.220	39.079	11.000	10.165	-0.083	
Curve:CURVE_3							
Line-Profile	-0.086,-0.066		-0.100	+0.100		**-+---	
0.428	18.000	9.214	0.413	18.000	9.134	-0.075	
2.648	18.000	9.653	2.628	18.000	9.566	-0.081	
4.615	18.000	10.015	4.594	18.000	9.927	-0.083	
6.586	18.000	10.352	6.565	18.000	10.263	-0.084	
8.562	18.000	10.663	8.539	18.000	10.576	-0.083	
10.541	18.000	10.950	10.551	18.000	10.866	-0.085	
12.524	18.000	11.214	12.531	18.000	11.130	-0.084	
14.509	18.000	11.456	14.514	18.000	11.371	-0.085	
16.498	18.000	11.670	16.501	18.000	11.584	-0.086	
18.489	18.000	11.853	18.490	18.000	11.770	-0.083	
20.483	18.000	12.008	20.481	18.000	11.925	-0.082	

22.479	18.000	12.131	22.473	18.000	12.046	-0.084
24.478	18.000	12.214	24.467	18.000	12.128	-0.086
26.477	18.000	12.246	26.463	18.000	12.162	-0.084
28.477	18.000	12.221	28.427	18.000	12.140	-0.083
30.474	18.000	12.123	30.457	18.000	12.044	-0.080
32.466	18.000	11.938	32.445	18.000	11.864	-0.076
34.446	18.000	11.662	34.422	18.000	11.589	-0.076
35.978	18.000	11.352	35.952	18.000	11.286	-0.070
37.463	18.000	10.936	37.402	18.000	10.886	-0.066
38.160	18.000	10.690	38.095	18.000	10.640	-0.071
38.695	18.000	10.457	38.628	18.000	10.409	-0.072
39.151	18.000	10.220	39.084	18.000	10.181	-0.067

Curve:CURVE_4

Line-Profile -0.066,-0.049 -0.100 +0.100 -**+---

Nom.X	Nom.Y	Nom.Z	Act.X	Act.Y	Act.Z	Dev
0.428	25.000	9.214	0.404	25.000	9.154	-0.054
2.648	25.000	9.653	2.621	25.000	9.586	-0.061
4.615	25.000	10.015	4.588	25.000	9.945	-0.063
6.586	25.000	10.352	6.560	25.000	10.282	-0.064
8.562	25.000	10.663	8.535	25.000	10.595	-0.064
10.541	25.000	10.950	10.549	25.000	10.885	-0.065
12.524	25.000	11.214	12.531	25.000	11.152	-0.063
14.509	25.000	11.456	14.516	25.000	11.394	-0.062
16.498	25.000	11.670	16.503	25.000	11.608	-0.063
18.489	25.000	11.853	18.494	25.000	11.790	-0.063
20.483	25.000	12.008	20.487	25.000	11.944	-0.064
22.479	25.000	12.131	22.481	25.000	12.067	-0.064
24.478	25.000	12.214	24.479	25.000	12.147	-0.066
26.477	25.000	12.246	26.473	25.000	12.182	-0.064
28.477	25.000	12.221	28.434	25.000	12.157	-0.066
30.474	25.000	12.123	30.463	25.000	12.064	-0.059
32.466	25.000	11.938	32.455	25.000	11.884	-0.054
34.446	25.000	11.662	34.434	25.000	11.607	-0.057
35.978	25.000	11.352	35.964	25.000	11.301	-0.052
37.463	25.000	10.936	37.413	25.000	10.900	-0.049
38.160	25.000	10.690	38.107	25.000	10.657	-0.050
38.695	25.000	10.457	38.640	25.000	10.422	-0.055
39.151	25.000	10.220	39.095	25.000	10.190	-0.053

Curve:CURVE_5

Line-Profile -0.045,-0.031 -0.100 +0.100 --*+---

0.428	32.000	9.214	0.402	32.000	9.174	-0.034
2.648	32.000	9.653	2.622	32.000	9.610	-0.037
4.615	32.000	10.015	4.591	32.000	9.971	-0.039
6.586	32.000	10.352	6.564	32.000	10.307	-0.040
8.562	32.000	10.663	8.541	32.000	10.619	-0.041
10.541	32.000	10.950	10.555	32.000	10.908	-0.044
12.524	32.000	11.214	12.537	32.000	11.171	-0.044
14.509	32.000	11.456	14.522	32.000	11.414	-0.043
16.498	32.000	11.670	16.512	32.000	11.629	-0.042
18.489	32.000	11.853	18.504	32.000	11.814	-0.040
20.483	32.000	12.008	20.499	32.000	11.968	-0.040
22.479	32.000	12.131	22.495	32.000	12.090	-0.042
24.478	32.000	12.214	24.494	32.000	12.171	-0.044
26.477	32.000	12.246	26.491	32.000	12.201	-0.045
28.477	32.000	12.221	28.450	32.000	12.178	-0.044
30.474	32.000	12.123	30.481	32.000	12.085	-0.038
32.466	32.000	11.938	32.468	32.000	11.903	-0.035
34.446	32.000	11.662	34.443	32.000	11.625	-0.037
35.978	32.000	11.352	35.968	32.000	11.320	-0.034
37.463	32.000	10.936	37.417	32.000	10.918	-0.031
38.160	32.000	10.690	38.113	32.000	10.671	-0.035
38.695	32.000	10.457	38.647	32.000	10.436	-0.040
39.151	32.000	10.220	39.103	32.000	10.204	-0.037

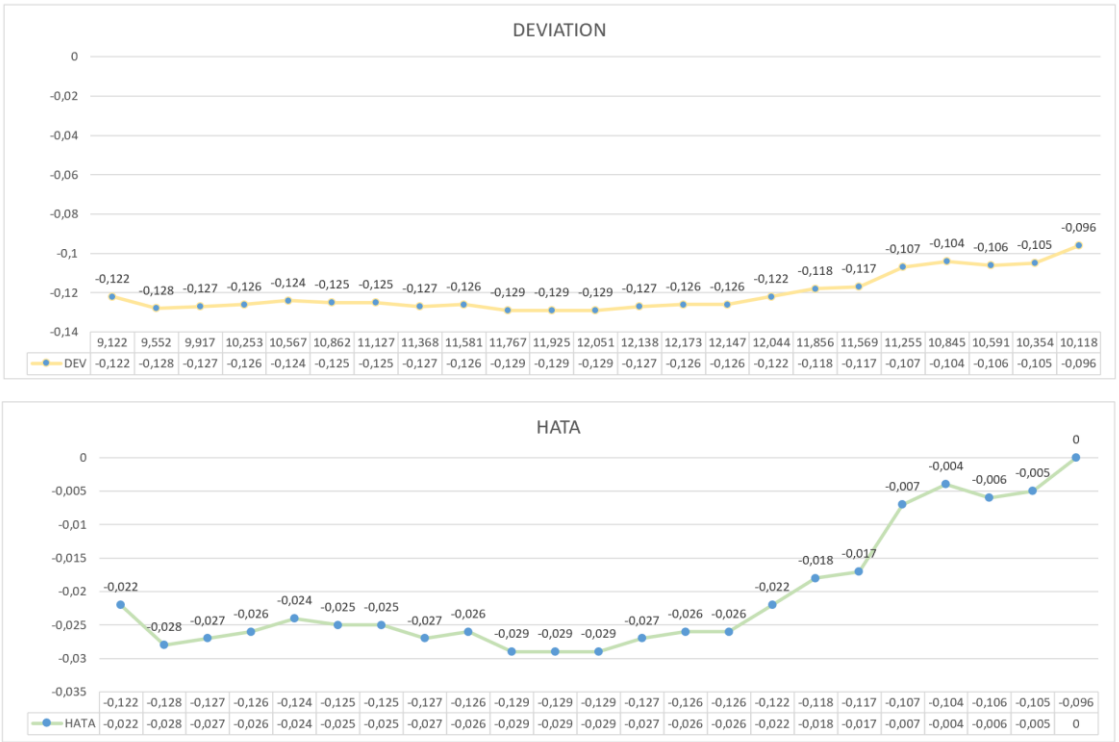
Curve:CURVE_6

Line-Profile -0.025,-0.014 -0.100 +0.100 --**---

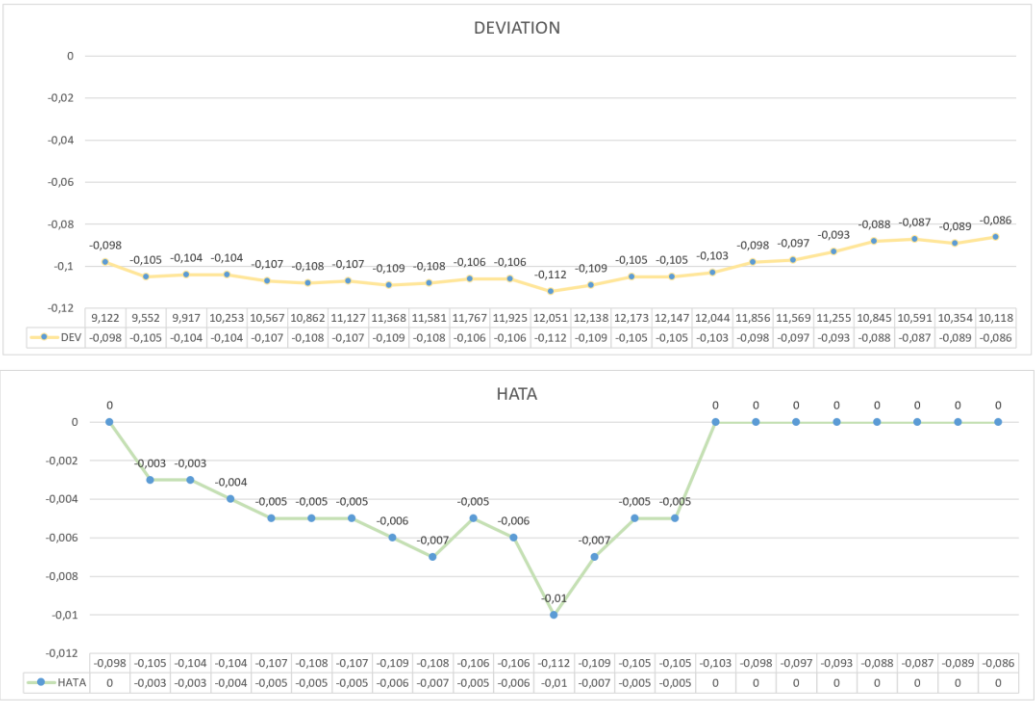
Nom.X	Nom.Y	Nom.Z	Act.X	Act.Y	Act.Z	Dev

0.428	39.000	9.214	0.398	39.000	9.193	-0.014
2.648	39.000	9.653	2.616	39.000	9.630	-0.016
4.615	39.000	10.015	4.584	39.000	9.991	-0.017
6.586	39.000	10.352	6.556	39.000	10.326	-0.020
8.562	39.000	10.663	8.532	39.000	10.638	-0.021
10.541	39.000	10.950	10.546	39.000	10.929	-0.021
12.524	39.000	11.214	12.528	39.000	11.193	-0.021
14.509	39.000	11.456	14.513	39.000	11.435	-0.021
16.498	39.000	11.670	16.502	39.000	11.650	-0.021
18.489	39.000	11.853	18.494	39.000	11.834	-0.019
20.483	39.000	12.008	20.488	39.000	11.988	-0.019
22.479	39.000	12.131	22.485	39.000	12.110	-0.021
24.478	39.000	12.214	24.483	39.000	12.192	-0.023
26.477	39.000	12.246	26.483	39.000	12.222	-0.024
28.477	39.000	12.221	28.447	39.000	12.198	-0.024
30.474	39.000	12.123	30.476	39.000	12.104	-0.019
32.466	39.000	11.938	32.466	39.000	11.922	-0.016
34.446	39.000	11.662	34.447	39.000	11.645	-0.018
35.978	39.000	11.352	35.978	39.000	11.335	-0.016
37.463	39.000	10.936	37.428	39.000	10.930	-0.016
38.160	39.000	10.690	38.124	39.000	10.682	-0.021
38.695	39.000	10.457	38.657	39.000	10.447	-0.025
39.151	39.000	10.220	39.112	39.000	10.217	-0.022

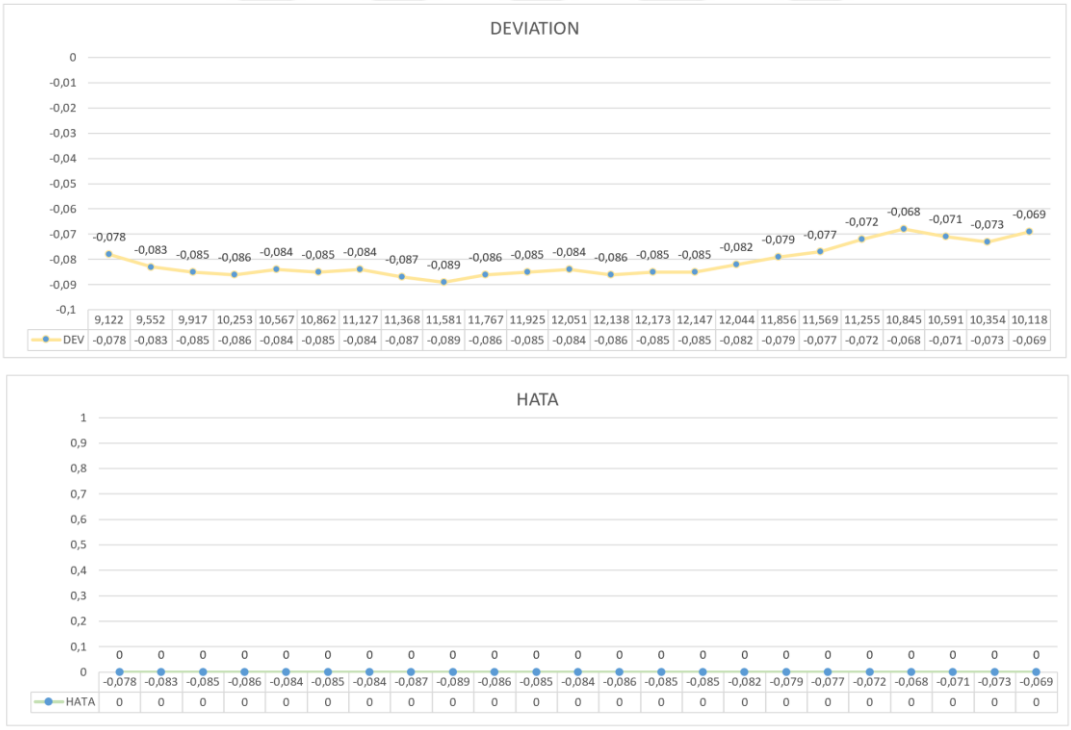
Tablo 18.4-2 numaralı parçanın 6 adet eğrinin ölçüm sonuçları



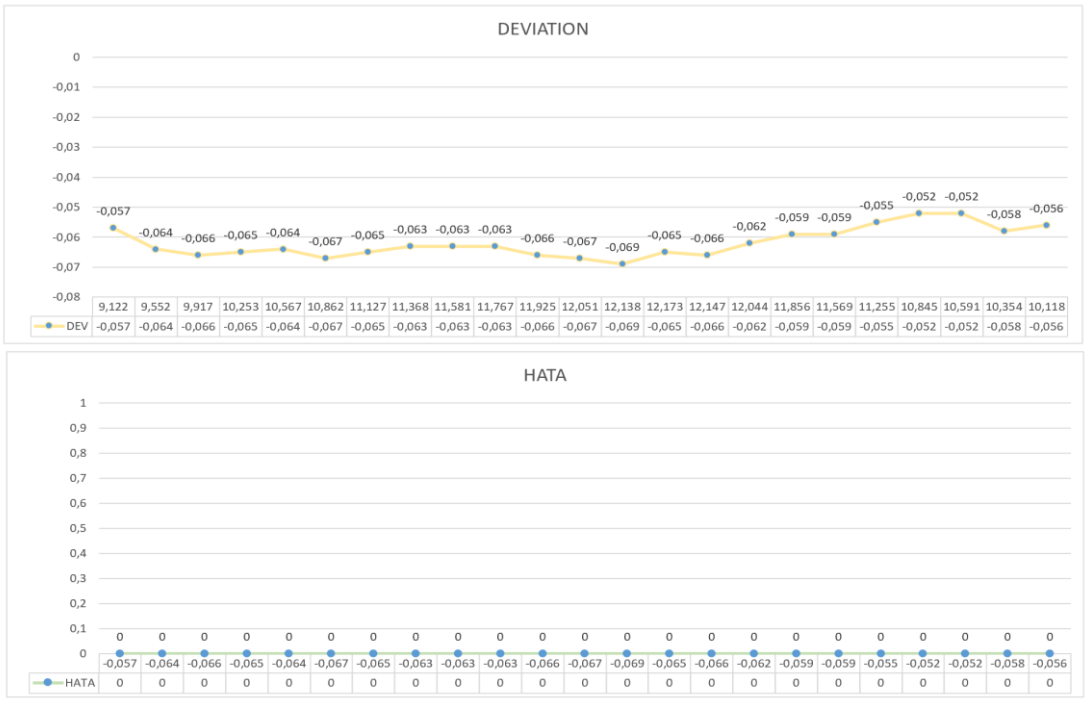
Şekil 132.4-2-1 Numaralı Eğrinin Sapma ve Hata Sonuçları



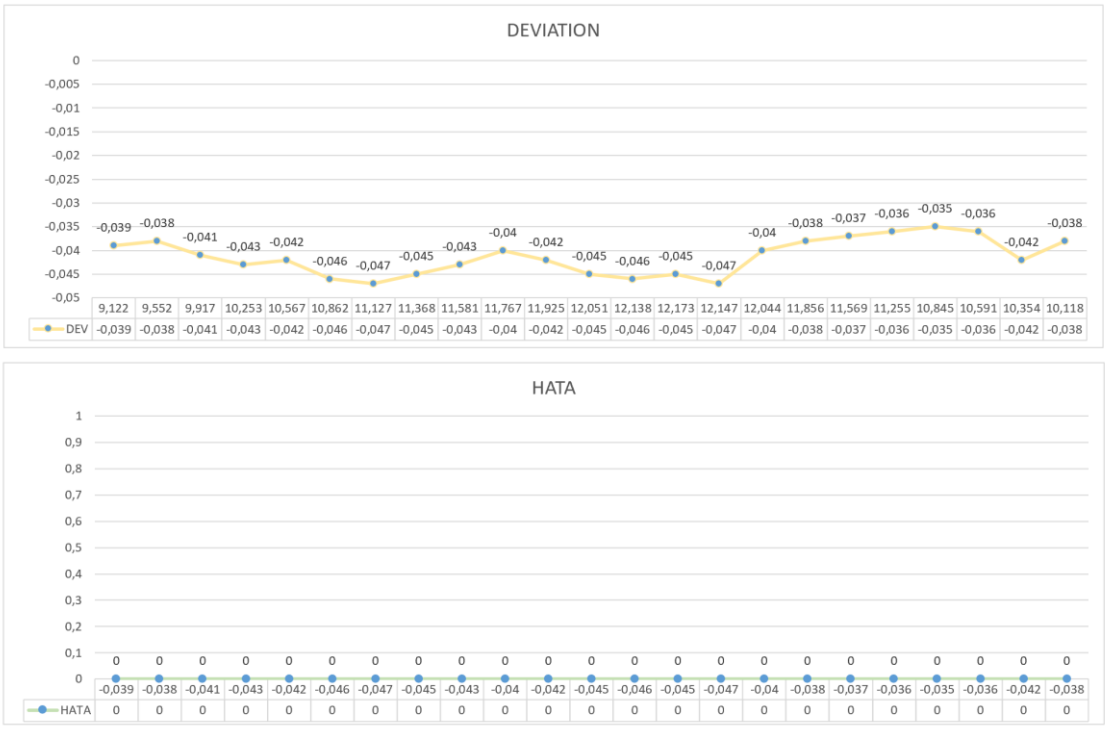
Şekil 133.4-2-2 Numaralı Eğrinin Sapma ve Hata Sonuçları



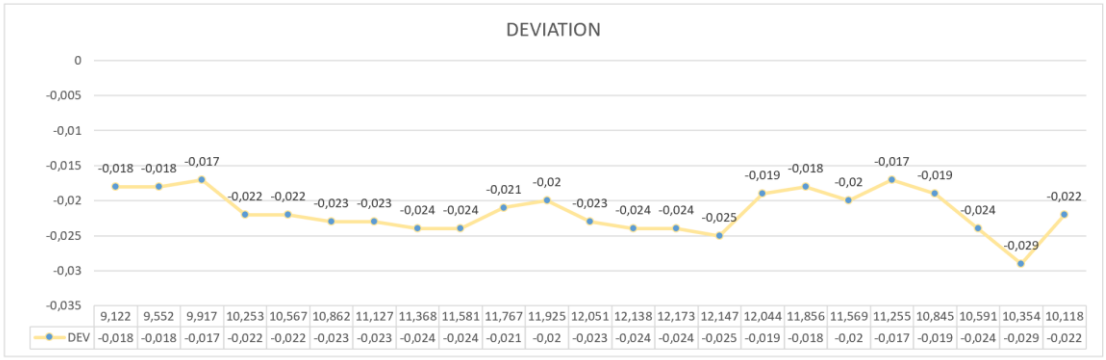
Şekil 134.4-2-3 Numaralı Eğrinin Sapma ve Hata Sonuçları

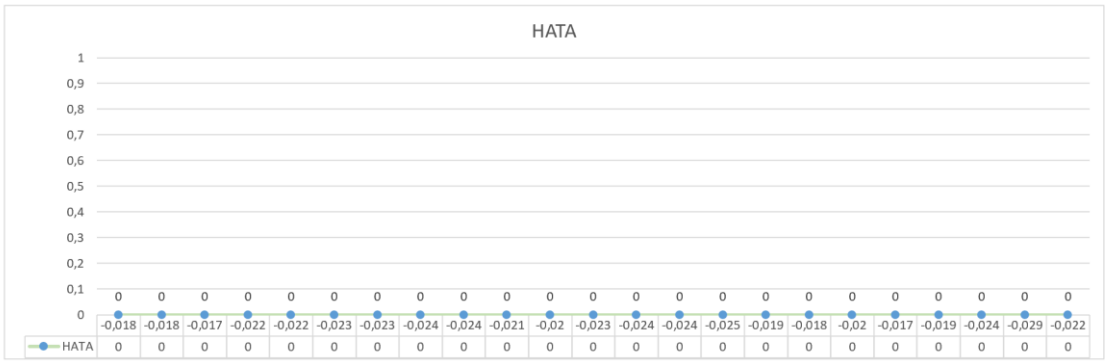


Şekil 135.4-2-4 Numaralı Eğrinin Sapma ve Hata Sonuçları

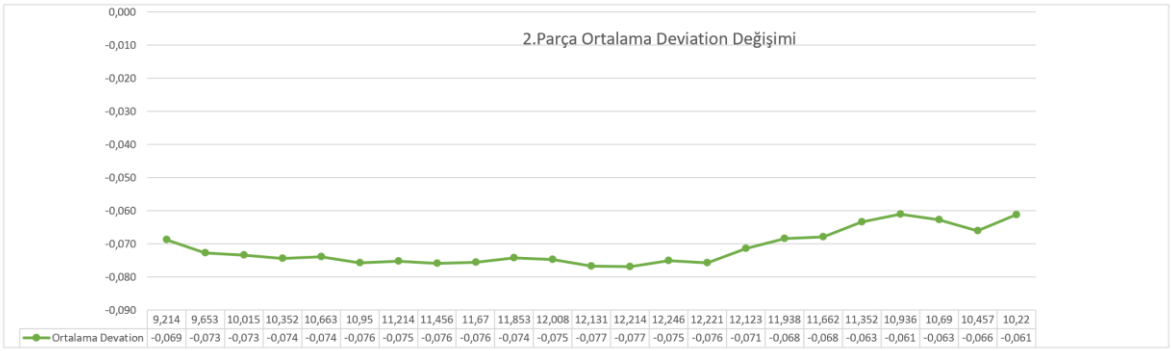


Şekil 136.4-2-5 Numaralı Eğrinin Sapma ve Hata Sonuçları

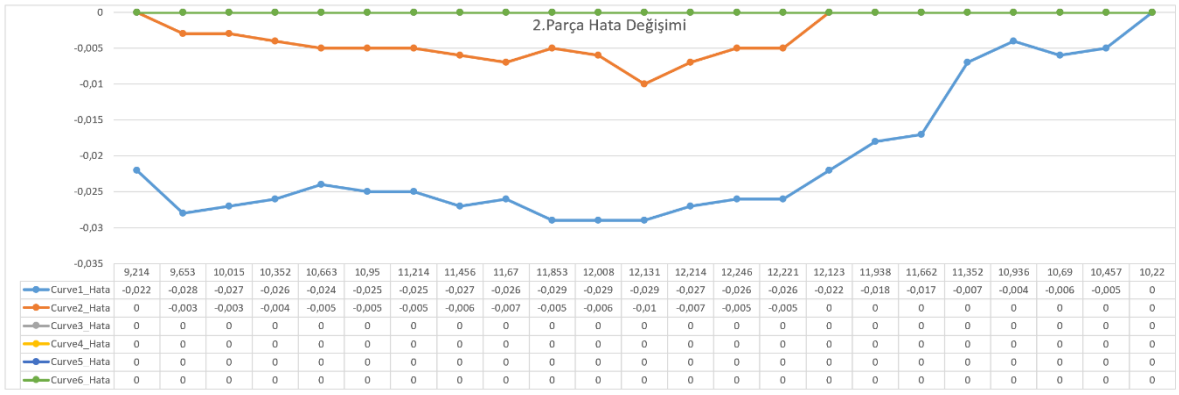




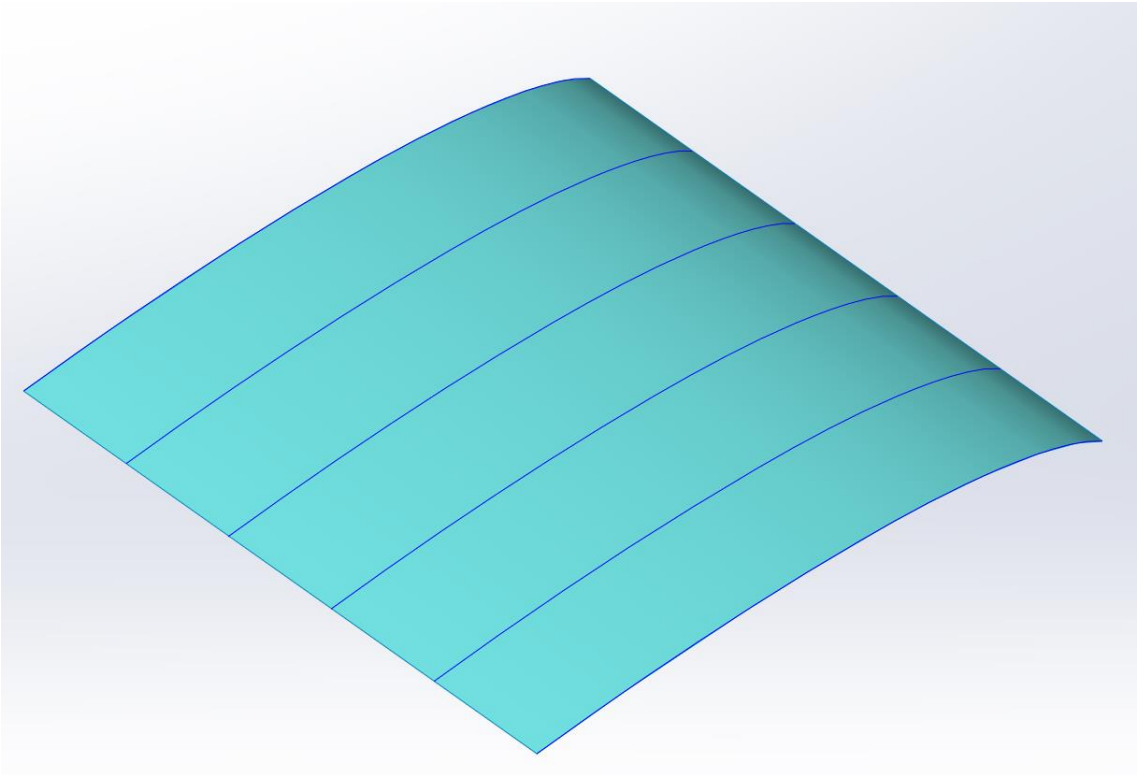
Şekil 137.4-2-6 Numaralı Eğrinin Sapma ve Hata Sonuçları



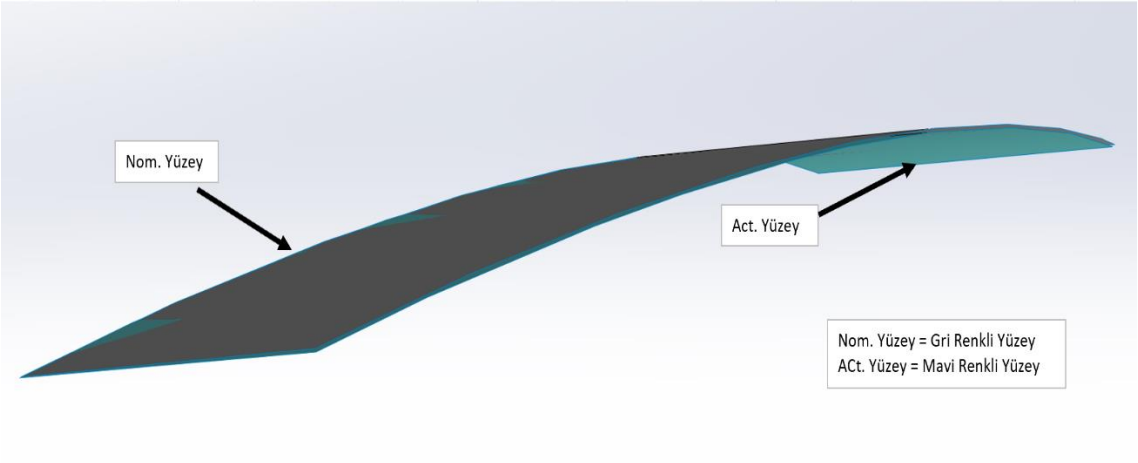
Şekil 138.4-2 Numaralı Parçanın Ortalama Sapma Sonuçları



Şekil 139.4-2 Numaralı Parçanın Hata Sonuçları



Şekil 140. 4- 2 Numaralı Parçanın Act. Sonuçları ile Tasarlanmış Yüzey



Şekil 141. 4- 2 Numaralı Parçanın Act. Ve Nom. Yüzeyler

3 numaralı parçanın işlenmesinde kullanılan kesme şartları;

- Vc (kesme hızı) =100 m/min
- Fz (diş başı ilerleme) =0.08 mm/diş
- Step over=0.8 mm
- Scallop Yüksekliği = 0,000104168 mm

3 numaralı parçada bulunan 6 eğrinin ölçüm sonuçları ve forma hataları

(mm)	ACTUAL	NOMINAL	LO-TOL	HI-TOL	DEVIATION	GRAPHIC	ERROR
Curve:Curve_1							
Line-Profile	-0.128,-0.095		-0.100	+0.100		<--+---	-0.028
Nom.X	Nom.Y	Nom.Z	Act.X	Act.Y	Act.Z	Dev	
0.428	4.000	9.214	0.426	4.000	9.091	-0.123	-0.023
2.648	4.000	9.653	2.639	4.000	9.523	-0.129	-0.029
4.615	4.000	10.015	4.603	4.000	9.884	-0.128	-0.028
6.586	4.000	10.352	6.572	4.000	10.223	-0.128	-0.028
8.562	4.000	10.663	8.544	4.000	10.537	-0.126	-0.026
10.541	4.000	10.950	10.555	4.000	10.826	-0.126	-0.026
12.524	4.000	11.214	12.533	4.000	11.089	-0.127	-0.027
14.509	4.000	11.456	14.515	4.000	11.330	-0.127	-0.027
16.498	4.000	11.670	16.499	4.000	11.543	-0.126	-0.026
18.489	4.000	11.853	18.486	4.000	11.726	-0.13	-0.03
20.483	4.000	12.008	20.476	4.000	11.879	-0.132	-0.032
22.479	4.000	12.131	22.468	4.000	12.003	-0.131	-0.031
24.478	4.000	12.214	24.461	4.000	12.086	-0.129	-0.029
26.477	4.000	12.246	26.456	4.000	12.120	-0.128	-0.028
28.477	4.000	12.221	28.415	4.000	12.098	-0.129	-0.029
30.474	4.000	12.123	30.440	4.000	12.005	-0.125	-0.025
32.466	4.000	11.938	32.428	4.000	11.825	-0.119	-0.019
34.446	4.000	11.662	34.406	4.000	11.554	-0.118	-0.018
35.978	4.000	11.352	35.936	4.000	11.253	-0.109	-0.009
37.463	4.000	10.936	37.386	4.000	10.853	-0.105	-0.005
38.160	4.000	10.690	38.080	4.000	10.609	-0.108	-0.008
38.695	4.000	10.457	38.613	4.000	10.380	-0.108	-0.008
39.151	4.000	10.220	39.070	4.000	10.156	-0.098	
Curve:CURVE_2							
Line-Profile	-0.107,-0.083		-0.100	+0.100		<--+---	-0.007
0.428	11.000	9.214	0.413	11.000	9.112	-0.099	
2.648	11.000	9.653	2.631	11.000	9.544	-0.106	-0.006
4.615	11.000	10.015	4.596	11.000	9.904	-0.105	-0.005
6.586	11.000	10.352	6.566	11.000	10.243	-0.106	-0.006
8.562	11.000	10.663	8.539	11.000	10.554	-0.109	-0.009
10.541	11.000	10.950	10.550	11.000	10.846	-0.109	-0.009
12.524	11.000	11.214	12.529	11.000	11.110	-0.108	-0.008
14.509	11.000	11.456	14.513	11.000	11.350	-0.11	-0.001
16.498	11.000	11.670	16.499	11.000	11.563	-0.11	-0.001
18.489	11.000	11.853	18.488	11.000	11.746	-0.109	-0.009
20.483	11.000	12.008	20.479	11.000	11.901	-0.108	-0.008
22.479	11.000	12.131	22.471	11.000	12.025	-0.113	-0.013
24.478	11.000	12.214	24.466	11.000	12.108	-0.109	-0.009
26.477	11.000	12.246	26.462	11.000	12.141	-0.107	-0.007
28.477	11.000	12.221	28.423	11.000	12.117	-0.108	-0.008
30.474	11.000	12.123	30.451	11.000	12.024	-0.105	-0.005
32.466	11.000	11.938	32.440	11.000	11.845	-0.099	
34.446	11.000	11.662	34.418	11.000	11.569	-0.096	
35.978	11.000	11.352	35.947	11.000	11.267	-0.088	
37.463	11.000	10.936	37.397	11.000	10.867	-0.089	
38.160	11.000	10.690	38.092	11.000	10.624	-0.089	
38.695	11.000	10.457	38.623	11.000	10.392	-0.089	
39.151	11.000	10.220	39.079	11.000	10.165	-0.089	
Curve:CURVE_3							
Line-Profile	-0.086,-0.066		-0.100	+0.100		**-+---	
0.428	18.000	9.214	0.413	18.000	9.134	-0.075	
2.648	18.000	9.653	2.628	18.000	9.566	-0.084	
4.615	18.000	10.015	4.594	18.000	9.927	-0.086	
6.586	18.000	10.352	6.565	18.000	10.263	-0.089	
8.562	18.000	10.663	8.539	18.000	10.576	-0.086	
10.541	18.000	10.950	10.551	18.000	10.866	-0.088	
12.524	18.000	11.214	12.531	18.000	11.130	-0.086	

14.509	18.000	11.456	14.514	18.000	11.371	-0.089
16.498	18.000	11.670	16.501	18.000	11.584	-0.091
18.489	18.000	11.853	18.490	18.000	11.770	-0.088
20.483	18.000	12.008	20.481	18.000	11.925	-0.089
22.479	18.000	12.131	22.473	18.000	12.046	-0.085
24.478	18.000	12.214	24.467	18.000	12.128	-0.089
26.477	18.000	12.246	26.463	18.000	12.162	-0.087
28.477	18.000	12.221	28.427	18.000	12.140	-0.088
30.474	18.000	12.123	30.457	18.000	12.044	-0.086
32.466	18.000	11.938	32.445	18.000	11.864	-0.082
34.446	18.000	11.662	34.422	18.000	11.589	-0.078
35.978	18.000	11.352	35.952	18.000	11.286	-0.075
37.463	18.000	10.936	37.402	18.000	10.886	-0.07
38.160	18.000	10.690	38.095	18.000	10.640	-0.071
38.695	18.000	10.457	38.628	18.000	10.409	-0.073
39.151	18.000	10.220	39.084	18.000	10.181	-0.069

Curve:CURVE_4
Line-Profile -0.066,-0.049 -0.100 +0.100 -**+---

Nom.X	Nom.Y	Nom.Z	Act.X	Act.Y	Act.Z	Dev
0.428	25.000	9.214	0.404	25.000	9.154	-0.058
2.648	25.000	9.653	2.621	25.000	9.586	-0.065
4.615	25.000	10.015	4.588	25.000	9.945	-0.069
6.586	25.000	10.352	6.560	25.000	10.282	-0.067
8.562	25.000	10.663	8.535	25.000	10.595	-0.066
10.541	25.000	10.950	10.549	25.000	10.885	-0.069
12.524	25.000	11.214	12.531	25.000	11.152	-0.065
14.509	25.000	11.456	14.516	25.000	11.394	-0.065
16.498	25.000	11.670	16.503	25.000	11.608	-0.064
18.489	25.000	11.853	18.494	25.000	11.790	-0.064
20.483	25.000	12.008	20.487	25.000	11.944	-0.068
22.479	25.000	12.131	22.481	25.000	12.067	-0.069
24.478	25.000	12.214	24.479	25.000	12.147	-0.07
26.477	25.000	12.246	26.473	25.000	12.182	-0.066
28.477	25.000	12.221	28.434	25.000	12.157	-0.066
30.474	25.000	12.123	30.463	25.000	12.064	-0.064
32.466	25.000	11.938	32.455	25.000	11.884	-0.06
34.446	25.000	11.662	34.434	25.000	11.607	-0.061
35.978	25.000	11.352	35.964	25.000	11.301	-0.056
37.463	25.000	10.936	37.413	25.000	10.900	-0.053
38.160	25.000	10.690	38.107	25.000	10.657	-0.053
38.695	25.000	10.457	38.640	25.000	10.422	-0.058
39.151	25.000	10.220	39.095	25.000	10.190	-0.056

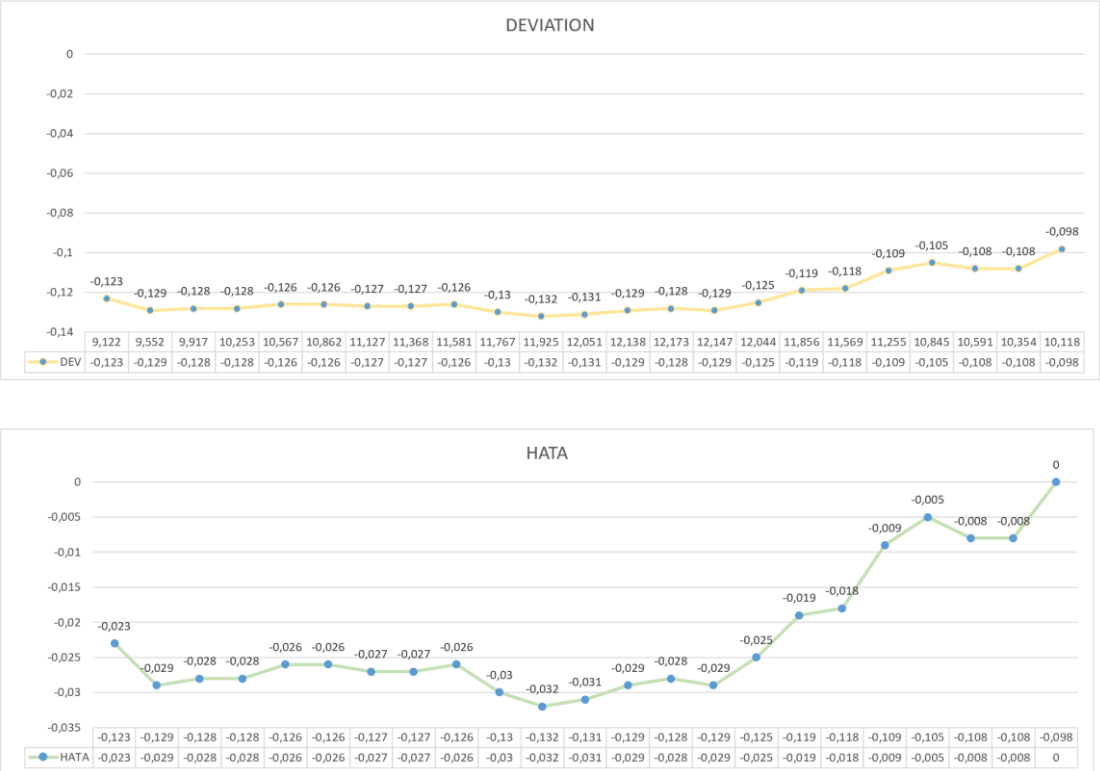
Curve:CURVE_5
Line-Profile -0.045,-0.031 -0.100 +0.100 --*+---

0.428	32.000	9.214	0.402	32.000	9.174	-0.041
2.648	32.000	9.653	2.622	32.000	9.610	-0.04
4.615	32.000	10.015	4.591	32.000	9.971	-0.043
6.586	32.000	10.352	6.564	32.000	10.307	-0.044
8.562	32.000	10.663	8.541	32.000	10.619	-0.044
10.541	32.000	10.950	10.555	32.000	10.908	-0.048
12.524	32.000	11.214	12.537	32.000	11.171	-0.049
14.509	32.000	11.456	14.522	32.000	11.414	-0.047
16.498	32.000	11.670	16.512	32.000	11.629	-0.045
18.489	32.000	11.853	18.504	32.000	11.814	-0.042
20.483	32.000	12.008	20.499	32.000	11.968	-0.045
22.479	32.000	12.131	22.495	32.000	12.090	-0.047
24.478	32.000	12.214	24.494	32.000	12.171	-0.048
26.477	32.000	12.246	26.491	32.000	12.201	-0.046
28.477	32.000	12.221	28.450	32.000	12.178	-0.048
30.474	32.000	12.123	30.481	32.000	12.085	-0.042
32.466	32.000	11.938	32.468	32.000	11.903	-0.04
34.446	32.000	11.662	34.443	32.000	11.625	-0.039
35.978	32.000	11.352	35.968	32.000	11.320	-0.038
37.463	32.000	10.936	37.417	32.000	10.918	-0.037
38.160	32.000	10.690	38.113	32.000	10.671	-0.036
38.695	32.000	10.457	38.647	32.000	10.436	-0.044
39.151	32.000	10.220	39.103	32.000	10.204	-0.038

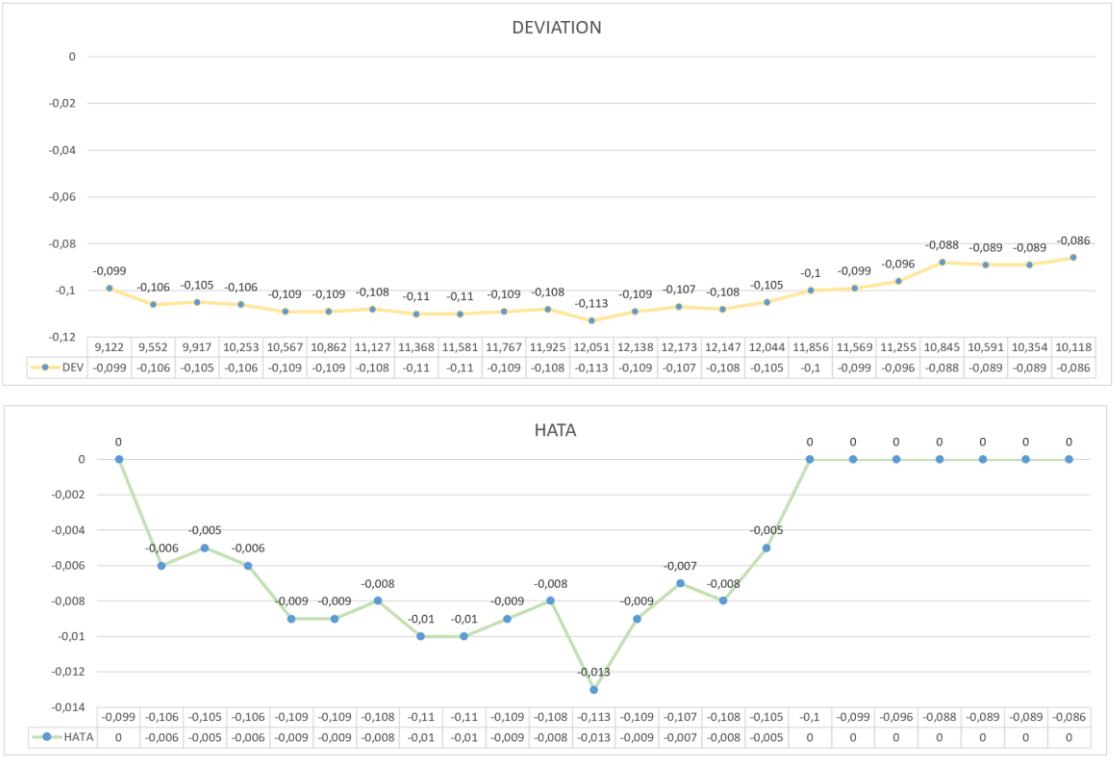
Curve:CURVE_6
Line-Profile -0.025,-0.014 -0.100 +0.100 --**---

Nom.X	Nom.Y	Nom.Z	Act.X	Act.Y	Act.Z	Dev
0.428	39.000	9.214	0.398	39.000	9.193	-0.019
2.648	39.000	9.653	2.616	39.000	9.630	-0.02
4.615	39.000	10.015	4.584	39.000	9.991	-0.019
6.586	39.000	10.352	6.556	39.000	10.326	-0.024
8.562	39.000	10.663	8.532	39.000	10.638	-0.024
10.541	39.000	10.950	10.546	39.000	10.929	-0.026
12.524	39.000	11.214	12.528	39.000	11.193	-0.026
14.509	39.000	11.456	14.513	39.000	11.435	-0.025
16.498	39.000	11.670	16.502	39.000	11.650	-0.024
18.489	39.000	11.853	18.494	39.000	11.834	-0.022
20.483	39.000	12.008	20.488	39.000	11.988	-0.021
22.479	39.000	12.131	22.485	39.000	12.110	-0.025
24.478	39.000	12.214	24.483	39.000	12.192	-0.026
26.477	39.000	12.246	26.483	39.000	12.222	-0.028
28.477	39.000	12.221	28.447	39.000	12.198	-0.026
30.474	39.000	12.123	30.476	39.000	12.104	-0.022
32.466	39.000	11.938	32.466	39.000	11.922	-0.02
34.446	39.000	11.662	34.447	39.000	11.645	-0.022
35.978	39.000	11.352	35.978	39.000	11.335	-0.018
37.463	39.000	10.936	37.428	39.000	10.930	-0.019
38.160	39.000	10.690	38.124	39.000	10.682	-0.026
38.695	39.000	10.457	38.657	39.000	10.447	-0.031
39.151	39.000	10.220	39.112	39.000	10.217	-0.022

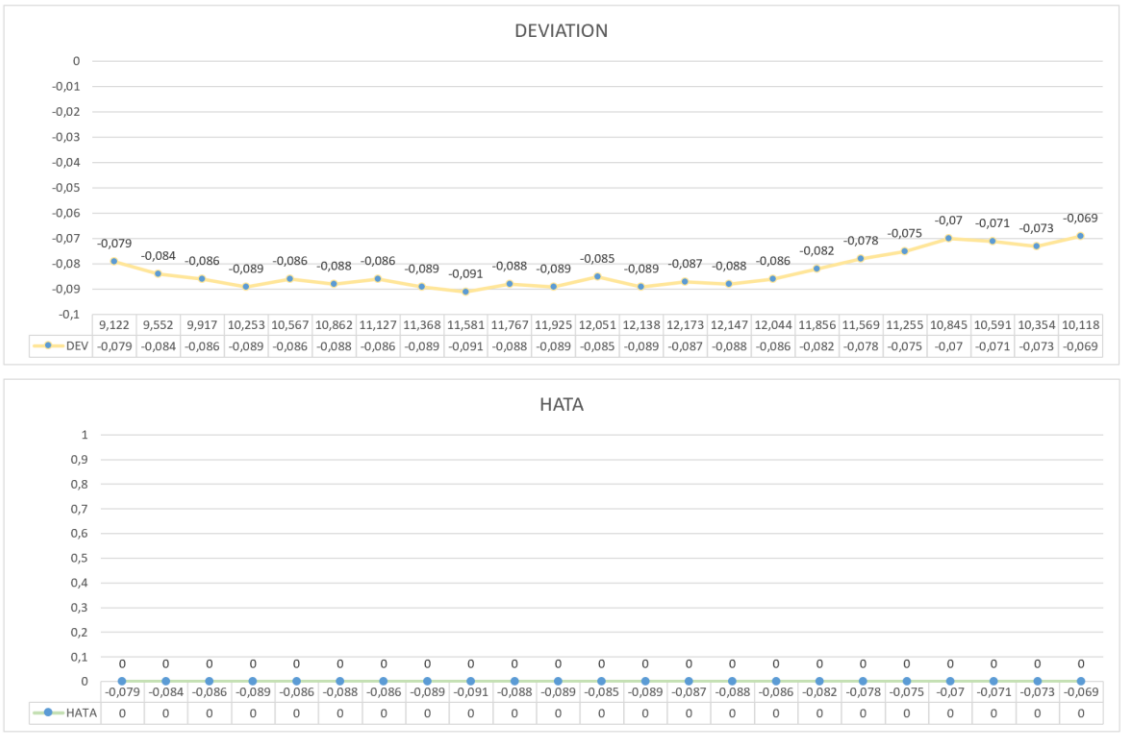
Tablo 19.4-3 numaralı parçanın 6 adet eğrinin ölçüm sonuçları



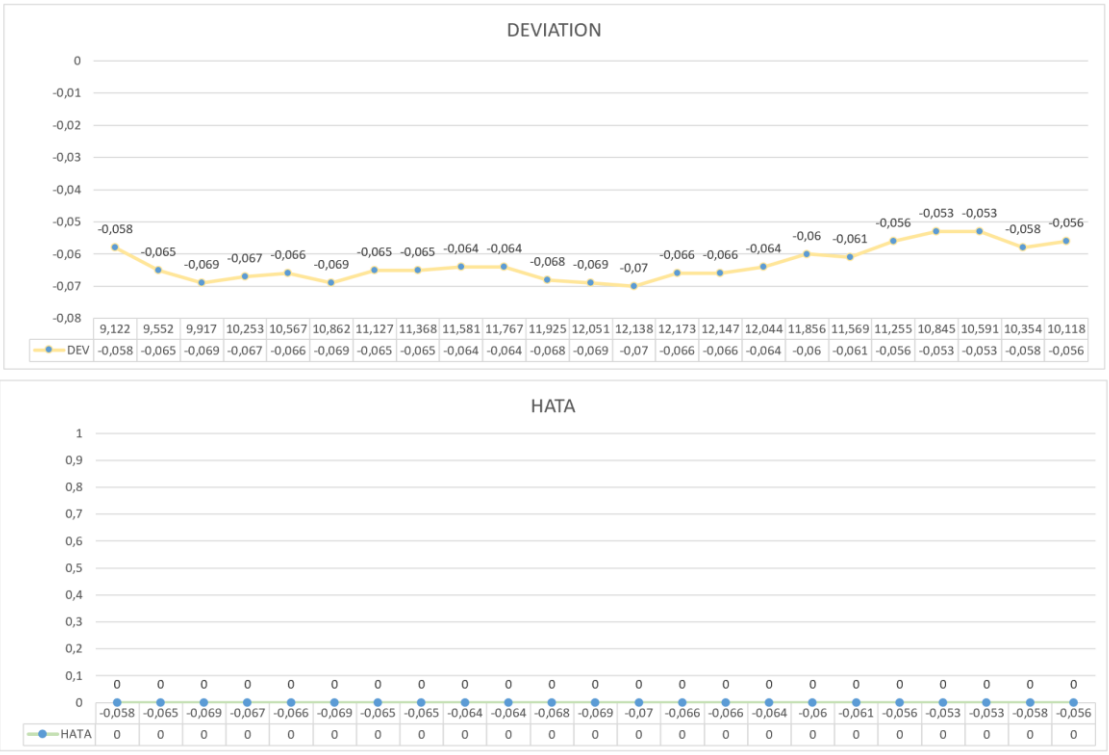
Şekil 142.4-3-1 Numaralı Eğrinin Sapma ve Hata Sonuçları



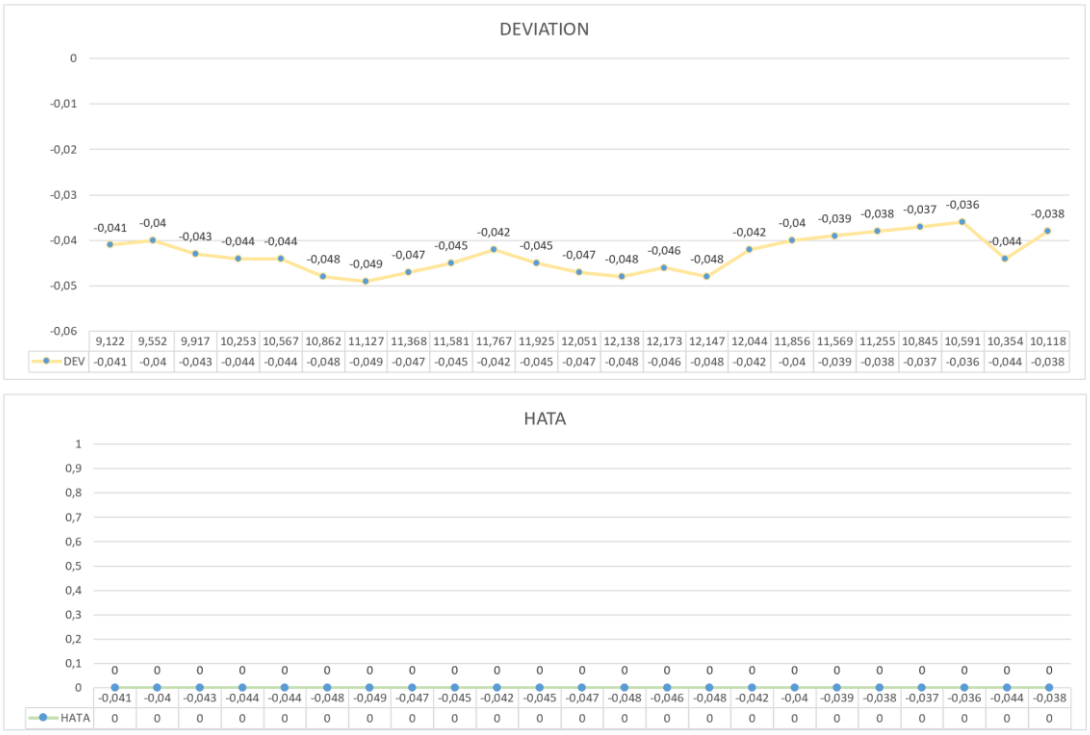
Şekil 143.4-3-2 Numaralı Eğrinin Sapma ve Hata Sonuçları



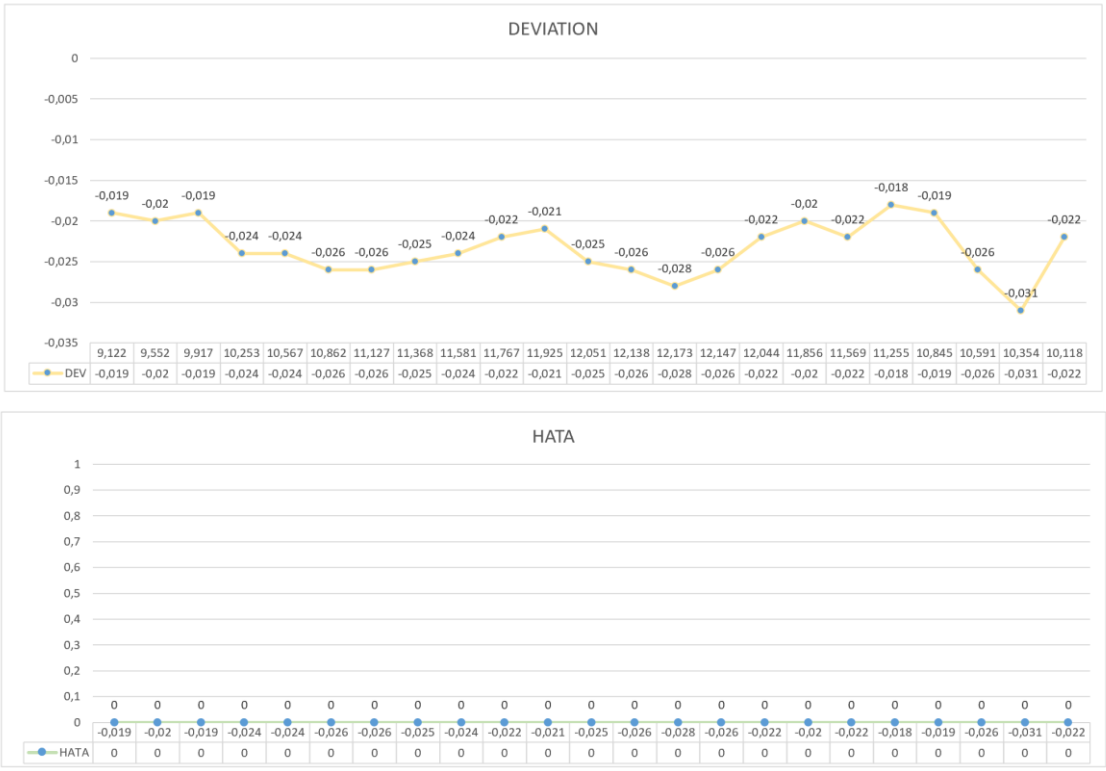
Şekil 144.4-3-3 Numaralı Eğrinin Sapma ve Hata Sonuçları



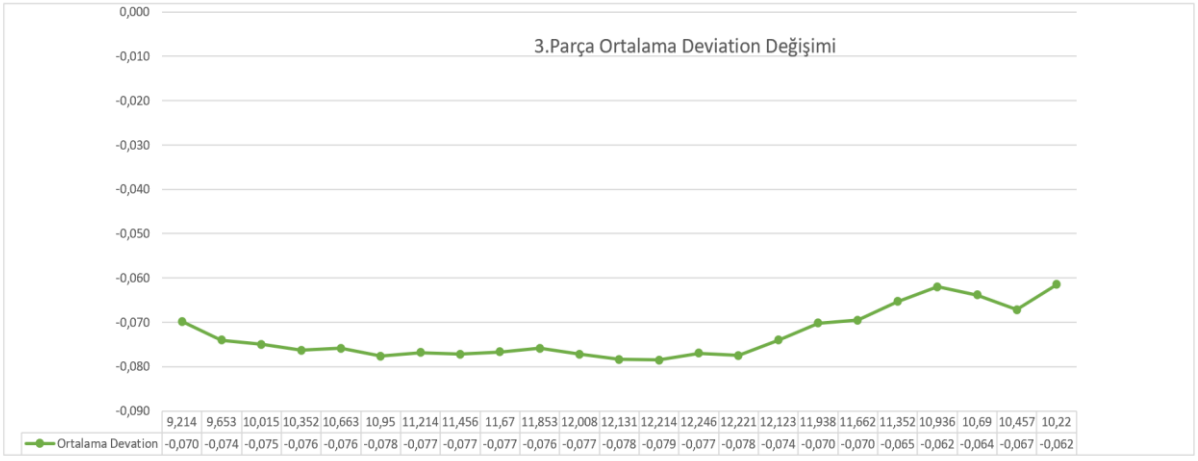
Şekil 145.4-3-4 Numaralı Eğrinin Sapma ve Hata Sonuçları



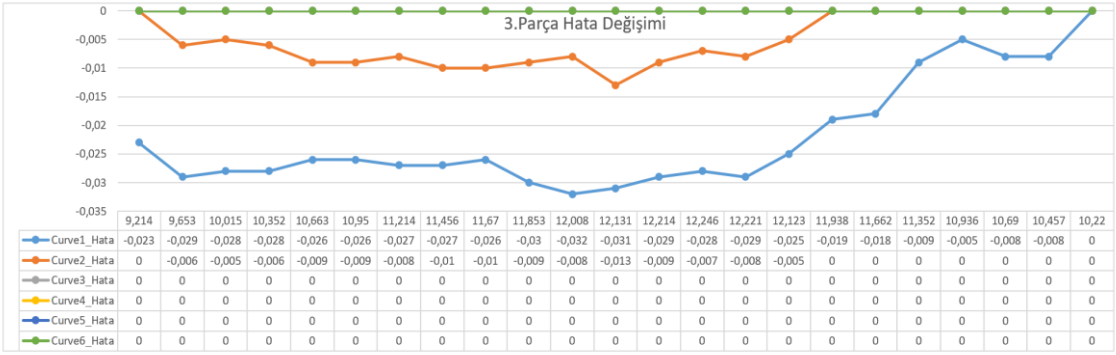
Şekil 146.4-3-5 Numaralı Eğrinin Sapma ve Hata Sonuçları



Şekil 147. 4-3-6 Numaralı Eğrinin Sapma ve Hata Sonuçları

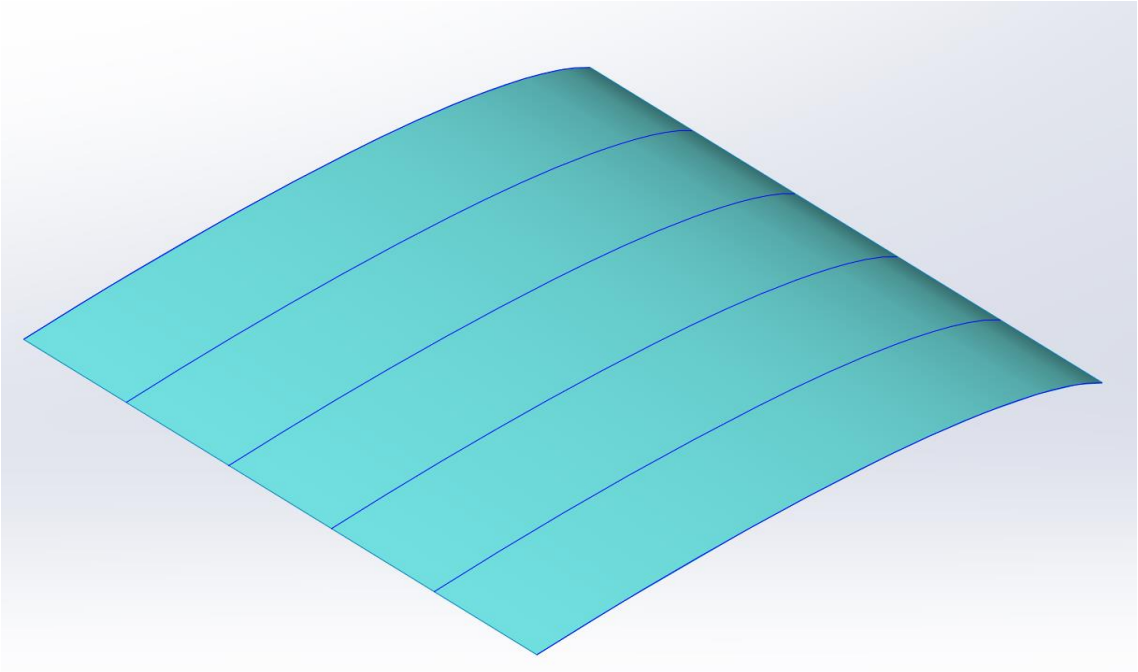


Şekil 148.4-3 Numaralı Parçanın Ortalama Sapma Sonuçları

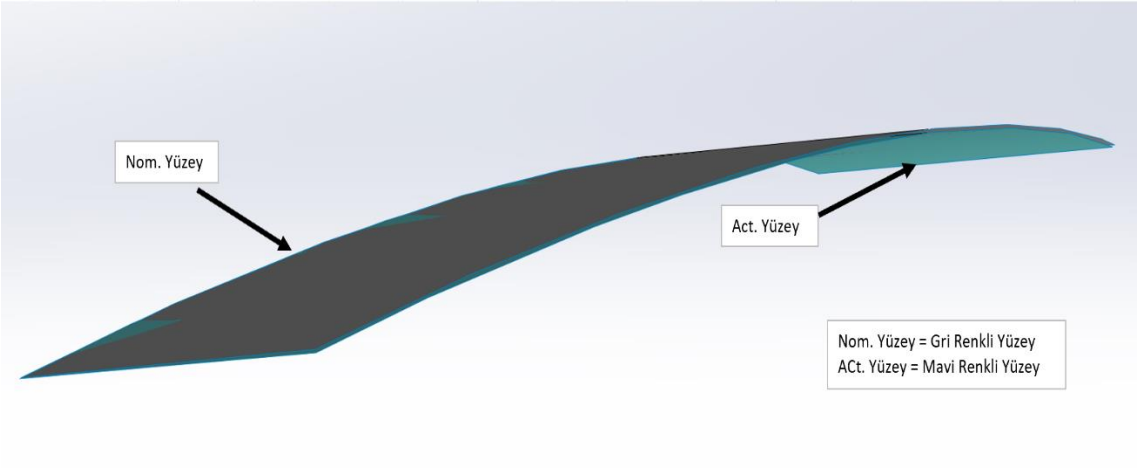


	9,214	9,653	10,015	10,352	10,663	10,95	11,214	11,456	11,67	11,853	12,008	12,131	12,214	12,246	12,221	12,123	11,938	11,662	11,352	10,936	10,69	10,457	10,22
Curve1_Hata	-0,023	-0,029	-0,028	-0,028	-0,026	-0,026	-0,027	-0,027	-0,026	-0,03	-0,032	-0,031	-0,029	-0,028	-0,029	-0,025	-0,019	-0,018	-0,009	-0,005	-0,008	-0,008	0
Curve2_Hata	0	-0,006	-0,005	-0,006	-0,009	-0,009	-0,008	-0,01	-0,01	-0,009	-0,008	-0,013	-0,009	-0,007	-0,008	-0,005	0	0	0	0	0	0	0
Curve3_Hata	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Curve4_Hata	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Curve5_Hata	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Curve6_Hata	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Şekil 149.4-3 Numaralı Parçanın Hata Sonuçları



Şekil 150. 4- 3 Numaralı Parçanın Act. Sonuçları ile Tasarlanmış Yüzey

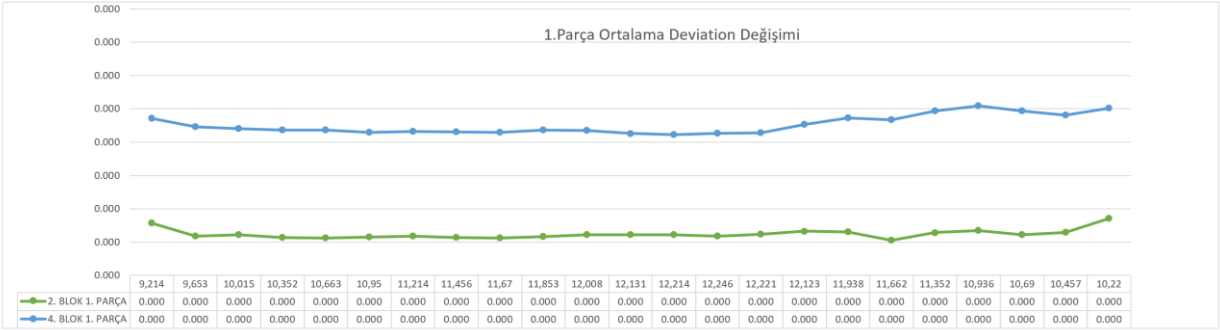


Şekil 151. 4- 3 Numaralı Parçanın Act. Ve Nom. Yüzeyler

3.5. AKILLI TEZGÂH ÖZELLİKLERİ KULLANILARAK İŞLENEN PARÇA İLE NORMAL İŞLENEN PARÇANIN FORM HATA ANALİZİ

Bu bölümden, akıllı tezgâh işleme özelliklerinin 2 numaralı bloktaki form hatalarına olan etkileri analiz edildi.

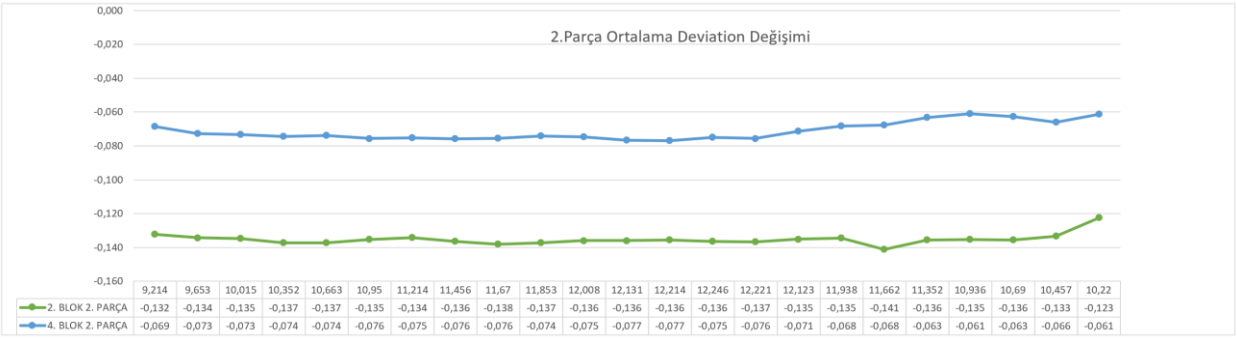
- 4 numaralı bloğun 1 numaralı parçası ile 2 numaralı bloğun 1 numaralı parçasının analiz;



Şekil 152. Form Hata Anlizi-1

Şekil 137'de görüldüğü üzere 2-1 parçada akıllı tezgâh işleme özellikleri form hatalarının üzerinde olum etkisi olmuştur.

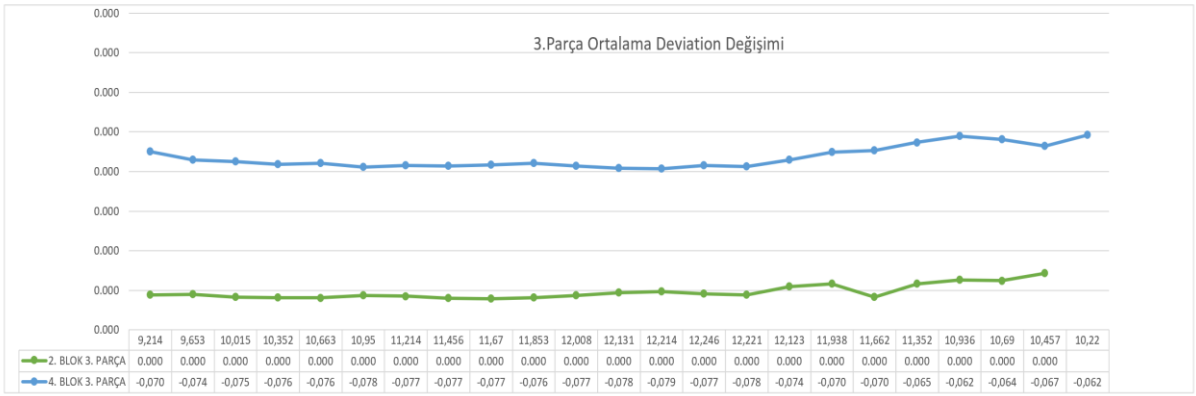
- 4 numaralı bloğun 2 numaralı parçası ile 2 numaralı bloğun 2 numaralı parçasının analiz;



Şekil 153.Form Hata Anlizi-2

Şekil 138'de görüldüğü üzere 2-2 parçada akıllı tezgâh işleme özellikleri form hatalarının üzerinde olum etkisi olmuştur.

- 4 numaralı bloğun 3 numaralı parçası ile 2 numaralı bloğun 3 numaralı parçasının analiz;



Şekil 154.Form Hata Anlizi-3

Şekil 139'de görüldüğü üzere 2-3 parçada akıllı tezgâh işleme özellikleri form hatalarının üzerinde olum etkisi olmuştur.

2 nolu blok kesme şartları ve G05 P10000 (Yüksek Hızlı- Yüksek Hassasiyet Kontrol Modu Aktif) ve G05.1 Q2 (Spline Enterpolasyon Modu Aktif) kodları kullanılarak işlenen 4 nolu blokta ise form hatalarında gözle görülür bir şekilde iyileşme olduğu görülmüştür.

4-1 Parça Ortalama Sapma Sonuçları	
1. Nokta Ortalama Sapma	-0,066
2. Nokta Ortalama Sapma	-0,071
3. Nokta Ortalama Sapma	-0,072
4. Nokta Ortalama Sapma	-0,073
5. Nokta Ortalama Sapma	-0,073
6. Nokta Ortalama Sapma	-0,074
7. Nokta Ortalama Sapma	-0,074
8. Nokta Ortalama Sapma	-0,074
9. Nokta Ortalama Sapma	-0,074
10. Nokta Ortalama Sapma	-0,073
11. Nokta Ortalama Sapma	-0,073
12. Nokta Ortalama Sapma	-0,075
13. Nokta Ortalama Sapma	-0,076
14. Nokta Ortalama Sapma	-0,075
15. Nokta Ortalama Sapma	-0,075
16. Nokta Ortalama Sapma	-0,070
17. Nokta Ortalama Sapma	-0,066
18. Nokta Ortalama Sapma	-0,067
19. Nokta Ortalama Sapma	-0,061
20. Nokta Ortalama Sapma	-0,058
21. Nokta Ortalama Sapma	-0,061
22. Nokta Ortalama Sapma	-0,064
23. Nokta Ortalama Sapma	-0,060

2-1 Parça Ortalama Sapma Sonuçları	
1. Nokta Ortalama Sapma	-0,129
2. Nokta Ortalama Sapma	-0,136
3. Nokta Ortalama Sapma	-0,136
4. Nokta Ortalama Sapma	-0,137
5. Nokta Ortalama Sapma	-0,138
6. Nokta Ortalama Sapma	-0,137
7. Nokta Ortalama Sapma	-0,137
8. Nokta Ortalama Sapma	-0,137
9. Nokta Ortalama Sapma	-0,138
10. Nokta Ortalama Sapma	-0,137
11. Nokta Ortalama Sapma	-0,136
12. Nokta Ortalama Sapma	-0,136
13. Nokta Ortalama Sapma	-0,136
14. Nokta Ortalama Sapma	-0,136
15. Nokta Ortalama Sapma	-0,135
16. Nokta Ortalama Sapma	-0,134
17. Nokta Ortalama Sapma	-0,134
18. Nokta Ortalama Sapma	-0,139
19. Nokta Ortalama Sapma	-0,134
20. Nokta Ortalama Sapma	-0,133
21. Nokta Ortalama Sapma	-0,136
22. Nokta Ortalama Sapma	-0,134
23. Nokta Ortalama Sapma	-0,126

% İyileşme
49
48
47
47
47
46
46
46
46
47
46
45
44
45
45
48
51
52
54
56
55
53
53

Şekil 155. 1. Parça İyileşme Yüzdesi

4-2 Parça Ortalama Sapma Sonuçları	
1. Nokta Ortalama Sapma	-0,069
2. Nokta Ortalama Sapma	-0,073
3. Nokta Ortalama Sapma	-0,073
4. Nokta Ortalama Sapma	-0,074
5. Nokta Ortalama Sapma	-0,074
6. Nokta Ortalama Sapma	-0,076
7. Nokta Ortalama Sapma	-0,075
8. Nokta Ortalama Sapma	-0,076
9. Nokta Ortalama Sapma	-0,076
10. Nokta Ortalama Sapma	-0,074
11. Nokta Ortalama Sapma	-0,075
12. Nokta Ortalama Sapma	-0,077
13. Nokta Ortalama Sapma	-0,077
14. Nokta Ortalama Sapma	-0,075
15. Nokta Ortalama Sapma	-0,076
16. Nokta Ortalama Sapma	-0,071
17. Nokta Ortalama Sapma	-0,068
18. Nokta Ortalama Sapma	-0,068
19. Nokta Ortalama Sapma	-0,063
20. Nokta Ortalama Sapma	-0,061
21. Nokta Ortalama Sapma	-0,063
22. Nokta Ortalama Sapma	-0,066
23. Nokta Ortalama Sapma	-0,061

2-2 Parça Ortalama Sapma Sonuçları	
1. Nokta Ortalama Sapma	-0,132
2. Nokta Ortalama Sapma	-0,134
3. Nokta Ortalama Sapma	-0,135
4. Nokta Ortalama Sapma	-0,137
5. Nokta Ortalama Sapma	-0,137
6. Nokta Ortalama Sapma	-0,135
7. Nokta Ortalama Sapma	-0,134
8. Nokta Ortalama Sapma	-0,136
9. Nokta Ortalama Sapma	-0,138
10. Nokta Ortalama Sapma	-0,137
11. Nokta Ortalama Sapma	-0,136
12. Nokta Ortalama Sapma	-0,136
13. Nokta Ortalama Sapma	-0,136
14. Nokta Ortalama Sapma	-0,136
15. Nokta Ortalama Sapma	-0,137
16. Nokta Ortalama Sapma	-0,135
17. Nokta Ortalama Sapma	-0,135
18. Nokta Ortalama Sapma	-0,141
19. Nokta Ortalama Sapma	-0,136
20. Nokta Ortalama Sapma	-0,135
21. Nokta Ortalama Sapma	-0,136
22. Nokta Ortalama Sapma	-0,133
23. Nokta Ortalama Sapma	-0,133

% İyileşme
48
46
46
46
46
44
44
44
45
46
45
44
43
45
45
47
49
52
53
55
54
51
54

Şekil 156. 2. Parça İyileşme Yüzdesi

4-3 Parça Ortalama Sapma Sonuçları	
1. Nokta Ortalama Sapma	-0,070
2. Nokta Ortalama Sapma	-0,074
3. Nokta Ortalama Sapma	-0,075
4. Nokta Ortalama Sapma	-0,076
5. Nokta Ortalama Sapma	-0,076
6. Nokta Ortalama Sapma	-0,078
7. Nokta Ortalama Sapma	-0,077
8. Nokta Ortalama Sapma	-0,077
9. Nokta Ortalama Sapma	-0,077
10. Nokta Ortalama Sapma	-0,076
11. Nokta Ortalama Sapma	-0,077
12. Nokta Ortalama Sapma	-0,078
13. Nokta Ortalama Sapma	-0,079
14. Nokta Ortalama Sapma	-0,077
15. Nokta Ortalama Sapma	-0,078
16. Nokta Ortalama Sapma	-0,074
17. Nokta Ortalama Sapma	-0,070
18. Nokta Ortalama Sapma	-0,070
19. Nokta Ortalama Sapma	-0,065
20. Nokta Ortalama Sapma	-0,062
21. Nokta Ortalama Sapma	-0,064
22. Nokta Ortalama Sapma	-0,067
23. Nokta Ortalama Sapma	-0,062

2-3 Parça Ortalama Sapma Sonuçları	
1. Nokta Ortalama Sapma	-0,142
2. Nokta Ortalama Sapma	-0,142
3. Nokta Ortalama Sapma	-0,144
4. Nokta Ortalama Sapma	-0,144
5. Nokta Ortalama Sapma	-0,144
6. Nokta Ortalama Sapma	-0,143
7. Nokta Ortalama Sapma	-0,143
8. Nokta Ortalama Sapma	-0,144
9. Nokta Ortalama Sapma	-0,144
10. Nokta Ortalama Sapma	-0,144
11. Nokta Ortalama Sapma	-0,143
12. Nokta Ortalama Sapma	-0,141
13. Nokta Ortalama Sapma	-0,141
14. Nokta Ortalama Sapma	-0,142
15. Nokta Ortalama Sapma	-0,142
16. Nokta Ortalama Sapma	-0,138
17. Nokta Ortalama Sapma	-0,137
18. Nokta Ortalama Sapma	-0,143
19. Nokta Ortalama Sapma	-0,137
20. Nokta Ortalama Sapma	-0,135
21. Nokta Ortalama Sapma	-0,135
22. Nokta Ortalama Sapma	-0,132
23. Nokta Ortalama Sapma	-0,121

% İyileşme
51
48
48
47
47
45
46
46
47
47
46
45
44
46
46
46
49
52
52
54
53
49
49

Şekil 157. 3. Parça İyileşme Yüzdesi

BÖLÜM 4
DEĞERLENDİRMELER VE ÖNERİLER

1. CAM programları kullanılarak yapılan işleme simülasyonu sonucunda işleme yüzeylerinin toleransı sınırları dahilinde mükemmel olduğu görülmüştür. Ancak gerçek işleme sonrası yapılan CMM ölçüm raporlarına göre işlemeye yüzeyleri ile tasarım yüzeyleri arasında farklılık vardır.

2. Parçaların işlenmesinde kullanılan ø10 parmak freze, ø8 küresel ağızlı parmak freze ve ø6 küresel ağızlı parmak freze üretimi Walter Tool CNC kullanılmıştır. Takımların yapısal olarak hata payları en aza indirgenmiştir.

3. Her bloğun finiş işlemesinde 4 ayrı ø6 küresel ağızlı parmak freze kullanılmıştır. Tek takım kullanılmamasının amacı, takımın aşınmasından dolayı oluşacak form hatalarını en az indirmektedir.

4. Blokların kaba ve yarı finiş işleme kesme şartları ve takım yolları her blokta aynıdır. Bu şekilde her bloğun finiş işleme paylarındaki farklılık en az indirgenmiştir.

5. Parçaların tezgahtaki iş parça referansları tezgahta bulunan yüksek hassasiyetli prob yardımıyla bulundu. Bu şekilde hatalı iş parçası referansından meydana gelecek form hataları en az indirgenmiştir.

6. Parçaların cmm raporları incelendiğinde, deneyde kullanılan CNC tezgahının hassasiyet ve tekrarlanabilirliği iyi olduğu tespit edildi.

7. 1 ve 3 nolu blokta bulunan parçaların form hatalarının az olduğu tespit edildi. Bu parçaların işlenmesinde kullanılan işleme şartları form hatasına etkisi azdır.

8. 2 nolu blokta bulunan parçaların form hatalarının fazla olduğu tespit edildi. Bu parçaların işlenmesinde kullanılan işleme şartlarının form hatalarına etkisi vardır.

9. 4 nolu blokta işlenen parçaların işlenmesinde kullanılan şartlar, 2 nolu bloktaki parçaların işleme şartları ile aynıdır.

10. 4 ve 2 nolu blokların işleme programları aynıdır. Ancak 4 nolu bloktaki programlara G05 P10000 (Yüksek Hızlı- Yüksek Hassasiyet Kontrol Modu Aktif) ve G05.1 Q2 (Spline Enterpolasyon Modu Aktif) komutları eklenmiştir.

11. 4 nolu bloktaki parçaların cmm raporlarının incelenmesi sonucunda. Eklenen G05 P10000 (Yüksek Hızlı- Yüksek Hassasiyet Kontrol Modu Aktif) ve G05.1 Q2

(Spline Enterpolasyon Modu Aktif) komutları form hataları üzerinde olumlu etki yaptığı tespit edilmiştir.

12. Yüksek Hızlı- Yüksek Hassasiyet CNC G kodları kullanılarak sanayide hassasiyetin fazla ve hata payının az olduğu parçaların üretilmesinde önemli bir ölçüde iyileşme sağlar.

13. Bu kodların kullanılması sanayide üretilen parçaların kalitesini arttırır.

KAYNAKÇA

[1] Choi,Y-K. ; Banerjee, A., (2007) "Serbest Form Yüzeyler İçin Takım Yolu Oluşturma ve Tolerans Analizi", I.J. of Machine Tools&Manufacture 47 689-696

[2] Agrawal, R.K.; vd. (2006) "CNC Isoscallop Serbest Form Yüzey İşlemenin Genetik Algoritma Kullanılarak Optimizasyonu", I.J. of Machine Tools&Manufacture 46 811-819

[3] Farouki, vd., (2014) Analitik yol geometrisine dayalı algoritmalar aracılığıyla CNC hareket kontrolü için doğruluk geliştirmeleri. SMART 2014, Pontignano, September 28–October , Italy,.

[4] Erdim, H.; Lazoğlu, I.; Kaymakçı, M.,((2007))" Serbest Form Yüzey İşleme ve İlerleme Hızı Çizelgeleme Stratejilerinin Karşılaştırılması", Machining Science and Technology, 11, 117-133

[5] Kurt, vd. (2012). Serbest formlu yüzeylerin frezelenmesinde yüzey pürüzlülüğünün ve form hatasının gri ilişkisel analiz kullanılarak minimize edilmesi. Materials and technology, 46 3, 205–213.

[6] Bozdemir M. Vd. (2024) "Al 7075-T6 Frezeleme Operasyonunda Kesme Parametrelerinin ve Takım Tutucunun Yüzey Pürüzlülüğüne Ve İşleme Hassasiyetine Etkisinin İncelenmesi", Gazi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 9(3),535-543

[7] Abbas, T.(2009), Bezier Yamaları Açısından Parametrik Yüzeyler için Otomatik Takım Yolu Üretimi. Eng.&Tech. Journal, Vol.27, No.4.

[8] Öztürk, B, vd., "Serbest Formlu Yüzeylerin İşlenmesi. Bölüm II: Kalibrasyon ve Kuvvetler", I.J. of Machine Tools&Manufacture 46 (2006) 736-746

[9] Quinsat, Y., vd., (2008) "Küresel Uç Frezeleme İşleminde Yüzey Topografisi: 3D Yüzey Pürüzlülüğü Parametresinin Tanımı", J.of Materials Processing Tech. 195 135-143

[10] Desai, K.K.; vd, (2008) "Eğri Geometrilerin İşlenmesinde Parametrelendirme Yönünün Kesme Kuvvetlerine ve Yüzey Hatasına Etkisi", I.J. of Machine Tools&Manufacture 48 249-259

[11] Omirou S.T., (2007)Nearchou A.C., Kesit tasarımlı yüzeyler için bir CNC takım tezgahı interpolatörü. Journal Robotics and Computer-Integrated Manufacturing. 23, 257–264,

[12] Ülker, E. (2007). Yapay Zeka Teknikleri Kullanılarak Yüzey Modelleme. Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi, Konya.

[13] Can A., Ünüvar A., (2010) B-spline yüzeyler üzerinde izdüşüm ile oluşturulan 3B eğriler için beş eksenli takım yolu oluşturma. Int J Adv Manuf Technol. 49: 1047-1057,

[14] Zhang Z., vd.,(2010) Karmaşık Modellerin Alt Bölüm Yüzeyleri için 3 Eksenli NC Takım Yolu Üretimi ve İşleme Simülasyonu. International Journal of CAD/CAM Vol. 10, No. 1,.

[15] ERSOYOĞLU, A.S., "Serbest şekilli Yüzeylerin İşlenmesi İçin Takım Yolu Oluşturma", *Doktora Tezi*, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Makine Mühendisliği Anabilim Dalı, Konya, Türkiye (2005)

[16] Groover M., P., (2007)Fundamentals of Modern Manufacturing, Theory of Metal Machining, Chapter 21, 3th ed. USA,.

[17] Başer, T.A. (2012), Alüminyum alaşımları ve otomotiv endüstrisinde kullanımı. Mühendis ve Makine, cilt 53, sayı 635, s 51-58.

[18] Akdoğan A.,(2008) Makine Mühendisliği Bölümü, Yıldız Teknik Üniveritesi,Türkiye,http://www.yildiz.edu.tr/~akdogan/lessons/malzeme2/Aluminyum_ve_Aluminyum_Alasimlari.pdf, Kasım,.

[19] Demir, E. (2008). Alüminyum alaşımlarda ısıl işlem etkilerinin incelenmesi. Yüksek lisans tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.

[20] https://m-selig.ae.illinois.edu/ads/coord_database.html

[21] Yurdakul, M., Özbay, O., İç, Y.T. (2002). Havacılık alanında kullanılan alüminyum alaşımlarının seçimi. Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der. Cilt 17, No 2, 1-23.

[22] Hüseyinoğlu M., Tosun N., (2009) Minimum Miktarda Soğutucunun 7075 Al Alaşımının Frezelenmesinde Yüzey Pürüzlülüğüne Etkisi, 5. Uluslararası İleri Teknolojiler Sempozyumu, Karabük, Türkiye, 13-15 Mayıs,.

ÖZGEÇMİŞ

Oğuzhan AYDIN, 2015 yılında Gaziantep Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği programından mezun oldu. Form Servis/Form Makine firmasında uygulama ve kalibrasyon bölümlerinde mühendis olarak çalışmakta.