

**T.C.
FIRAT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**DIŞ YÜZEYLERİ KONKAV-KONVEKS EVOLVENT PROFİLLİ
SİLİNDİRİK VE KREMAYER DİŞLİNİN PERFORMANS
KARAKTERLERİNİN ARAŞTIRILMASI**

DOKTORA TEZİ

Yük. Müh. Mahir UZUN

(07120201)

**Anabilim Dalı: Makine Mühendisliği
Programı: Konstrüksiyon ve İmalat
Danışman: Prof.Dr.Ali İNAN**

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih: 27 Mart 2012

NİSAN-2012

**T.C.
FIRAT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**DIŞ YÜZEYLERİ KONKAV-KONVEKS EVOLVENT PROFİLLİ SİLİNDİRİK VE
KREMAYER DİŞLİNİN PERFORMANS KARAKTERLERİNİN
ARAŞTIRILMASI**

DOKTORA TEZİ

Yük. Müh. Mahir UZUN

(07120201)

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih: 27 Mart 2012
Tezin Savunulduğu Tarih : 27 Mart 2012

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Ali İNAN(F.Ü.)

Diğer Jüri Üyeleri : Doç. Dr. Orhan ÇAKIR(D.Ü.)

Doç. Dr. Vedat SAVAŞ(F.Ü.)

Yrd. Doç. Dr. Cihan ÖZEL(F.Ü.)

Yrd. Doç. Dr. Haşim PIHTILI(F.Ü.)

NİSAN-2012

ÖNSÖZ

Yapmış olduğum bu önemli çalışmada, bana fikir veren yönlendiren ve her zaman desteğini esirgemeyen değerli hocam sayın Prof. Dr. Ali İNAN'a, ayrıca görüşlerine başvurduğumda her zaman yardımcı olan sayın Yrd. Doç. Dr. Cihan ÖZEL hocama teşekkür ederim.

Bu çalışmada katkıları olan arkadaşlarım sayın Arş.gör. İsmail ŞANLITÜRK, sayın Arş.Gör. M.Yavuz SOLMAZ ve sayın Arş. Gör. Erdem IŞIK'a teşekkür ederim. Deneysel çalışmalarına yardımcı olan Fırat Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümü atölye personeline ve kurumumdaki personele teşekkür ederim. Yine bu çalışmam esnasında bana desteklerini esirgemeyen, bünyesinde çalıştığım kurum olan Elazığ Belediyesi ve yöneticilerine teşekkür ediyorum. Halihazırda bünyesinde çalışmakta olduğum kurum olan Karayolları Genel Müdürlüğüne bağlı 8. ve 9. Bölge Müdürlüğü idarecilerine teşekkür ediyorum. Eğitim hayatına başladığımdan itibaren bu seviyeye gelene kadar bana emeği geçen değerli öğretmenlerime teşekkür ediyorum

Bana destek olan anneme, babama, kardeşlerime ve bu uzun soluklu yolda yoğun çalışma temposundan dolayı ihmal ettiğim eşime ve çocuklarıma anlayışlarından ve desteklerinden ötürü teşekkür ediyorum.

Mahir UZUN

Elazığ-2012

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ	II
İÇİNDEKİLER.....	III
ÖZET	VI
ABSTRACT.....	VII
ŞEKİLLER LİSTESİ	VIII
TABLolar LİSTESİ	XIII
SEMBOLLER LİSTESİ	XIV
KISALTMALAR.....	XVII
1.GİRİŞ.....	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1. Silindirik Alın Dişli Çarklar	3
2.2. Helis Alın Dişli Çarklar	4
2.3. Konik Dişli Çarklar	6
2.3.1. Düz Konik Dişli Çarklar.....	6
2.3.1.2. Konik Helis Dişli Çarklar	7
2.3.1.3. Spiral Konik Helis Dişli Çarklar	7
2.4. Sonsuz Vidalı Dişliler.....	8
2.5. Dişli Çarkların Geleneksel İmalat Yöntemleri.....	10
2.5.1. Form Çakı Kullanılarak Dişli Çarkların İmalat Yöntemi	10
2.5.2. Yuvarlanma Metodu İle Dişli Çarkların İmalatı	11
2.5.2.1. Dişli Azdırma Metodu	11
2.5.2.2. Dişli Çark Şeklindeki Çakı İle Diş Açma(Fellow Cutter).....	13
2.6. Şablon Metodu	15
2.6.1. Haddelme Veya Ovalama Metodu	15
2.6.2. Zımbalama Metodu.....	15
2.6.3. Püskürtme Döküm Metodu	16
2.6.4. Sinterleme Metodu	16
2.6.5. Broşlama Metodu	16
2.7. Evolvent Profilli Dairesel Kavisli Dişlilerin Geleneksel İmalat Yöntemleri.....	17
2.8. Silindirik ve Kremayer Dişlilerin Temel Büyüklükleri.....	21
2.8.1. Silindirik Düz Dişliler	21

2.8.2. Helis Dişliler.....	22
2.8.3. Kremayer Dişliler	24
2.8.4. Konveks-Konkav Dişliler.....	25
2.8.5. Ok Dişliler	26
3. KONKAV-KONVEKS DIŞLİLERİN 5 EKSENLİ CNC FREZE	
TEZGAHLARINDA İMALATI	28
3.1.Diş Profil Eğrileri ve Oluşumu	28
3.1.1. Sağ Evolvent Eğri Denklemleri.....	28
3.2. Dişli Çarkın Modelinin Oluşturulması	38
3.3. Dişlilerin İmalat Kodlarının Çıkarılması	42
3.3.1. Evolvent Profilli Parmak Freze Çakısının İmalat Kodlarının Çıkarılması	45
3.3.2. Konkav-Konveks Kremayer ve Pinyon Dişlinin İmalat Kodları.....	45
3.4. Dişli İmalatında Kullanılan Malzemelerin Özelliklerinin Tespiti.....	46
3.5. Dişlilerin İmalatı	55
3.5.1. İmalat Esnasında Kullanılacak Takımların Döner Tablaya (Tarete)	
Yerleştirilmesi.....	56
3.5.2.Önceden Hazırlanan Dişli Taslaklarının Ofsetlenmesi (Sıfırlanması).....	56
3.5.3. Takımların Boylarının Ölçülmesi.....	59
3.5.4. Tezgahın Çalıştırılması.....	60
3.5.5. Konkav-Konveks Evolvent Profilli Dişlinin ve Kremayerinin İmalatı	60
3.6. Düz Dişli, Ok Dişli ve Kremayerlerinin İmalatı.....	63
3.7. Dişlilerin Çelikten İmal Edilmesi	65
4.DIŞLİLERİN ANALİZLERİNİN YAPILMASI	68
4.1.Dişlilerin Boyut Analizi	68
4.1.1. Tek Dişten Kontrol.....	68
4.1.2. Ölçülen Hatveden Kontrol	70
4.2. Dişlilerde Yük Analizi	75
4.3. Dişlilerin Ses Deneylerinin Yapılması.....	82
4.4. Dişlilerin Gerilme Analizi	87
4.4.1. Sonlu Elemanlar Metodu.....	90
4.4.2. Dişlilerin Sonlu Elemanlar Analizi	95
4.4.3. (0°) Kavrama Açısında Yüklenen Dişlilerin Gerilme Analizi Sonuçları.....	98

4.4.5. (3,293 ⁰) Kavrama Açısında Yüklenen Dişlilerin Gerilme Analizi Sonuçları	103
4.4.6. (6,586 ⁰) Kavrama Açısında Yüklenen Dişlilerin Gerilme Analizi Sonuçları	106
4.4.7. (9,879 ⁰) Kavrama Açısında Yüklenen Dişlilerin Gerilme Analizi Sonuçları	110
4.4.8. (13,173 ⁰) Kavrama Açısında Yüklenen Dişlilerin Gerilme Analizi Sonuçları	113
5. SONUÇLARIN İRDELENMESİ.....	118
6. GENEL SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	123
7. EKLER	125
8. KAYNAKLAR.....	164
9. ÖZGEçMİş	170

ÖZET

Bu çalışma; konkav-konveks (eğri) dişlere sahip silindirik bir dişli ile kremayerinin literatürde bulunan yöntemlerden farklı olan bir yöntemle CATIA CAD-CAM programı kullanılarak, modellenmesinin yapılıp, imalat kodlarının çıkarılması ve çıkarılan bu kodların 5 eksenli CNC freze tezgahına yüklenerek açılması için yapılmıştır.

Bu dişlilerin performans karakteristiklerinin tayini için de aynı ölçülere sahip düz ve ok dişliler imal edilerek, hata analizleri, gürültü analizleri dayanım ve gerilme analizleri yapılmış ve bu analiz sonuçları karşılaştırılıp, birbirlerine göre avantaj ve dezavantajlarının tespitine çalışılmıştır.

Bu tip dişlilerin imalatına 1970' li yıllarda başlanmış ancak daha sonraki yıllarda üzerinde fazla araştırma yapıldığı gözlenmemiştir. Endüstride mevcut imalat yöntemlerinde diş profilinin evolvent olarak istenilen şekilde elde edilememesi ve bu dişlilerin imalatı için ayrı bir özel tezgah, her bir diş için ayrı ayrı takım tutucular ve çakıların kullanılması zorunlulukları bu dişlilerin endüstride kullanılmasının önüne geçmiştir.

Bu tip dişlilerin performans özellikleri açısından en önemli tasarım parametresinin diş eğrilik yarı çapı olduğu saptanmış ve buna bağlı olarak geliştirilen bilgisayar programları ile de bu tip dişlilerin tüm modüllerinin ve diş sayılarının açılabilceği gösterilmiştir.

Yapılmış olan performans deney sonuçlarına göre, bu dişliler için grubunda ön görülen düz dişlilerden daha iyi ancak ok dişlilerden daha kötü sonuçlar elde edilmiştir. Bu tip dişlilerin imalatlarının basitleştirilmesi sonucu, yağ pompaları başta olmak üzere endüstride önemli pek çok kullanım alanları olabileceği ortaya çıkmıştır.

Anahtar Kelimeler: Eğrisel evolvent profilli dişliler, İmalat yöntemleri, CNC freze tezgahları, sonlu elemanlar, CATIA, ANSYS.

ABSTRACT

**INVESTIGATION OF PERFORMANCE CHARACTERS OF TOOTH SURFACES
WITH INVOLUTE PROFILE CONCAVE-CONVEX CYLINDRICAL AND
RACKS GEAR**

This study has been made in order to model a cylindrical gear with concave-convex threads and its rack by a method different from the ones included in the literature by using CATIA CAD-CAM software and then to set manufacturing codes and enter these codes into 5-axis CNC milling machine.

For the purpose of determining the performance characteristics of these gears, spur gears and herringbone gears of the same size have been manufactured and compared and thus their advantages and disadvantages to each other have been determined.

This type of gears started to be manufactured in 1970s. However, it has been observed that little research was conducted on them later on. In existing manufacturing methods in the industry, thread profile can not be obtained as evolving as required. Furthermore, a separate special machine is used for manufacturing these gears and separate tool holders and cutters are used for each thread. Such imperatives have prevented the use of these gears in the industry.

It has been determined that the most important design parameter of this type of gears in terms of performance characteristics is radius of thread curvature and it has been demonstrated that all modules and thread numbers of this type of gears can be threaded by the computer software which has been developed accordingly.

The results obtained from the performance test conducted for these gears are better than the spur gears but worse than the herringbone gears projected in the group. It has been revealed that this type of gears may have many significant areas of use in the industry, especially oil pumps, if their manufacturing is simplified.

Keywords: Curved involute profile gears, manufacturing methods, CNC milling machines, finite element, CATIA, ANSYS.

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1. Silindirik alın dişli çifti	3
Şekil 2. 2. İçten tahrikli silindirik alın dişli çifti	4
Şekil 2.3. Kremayer alın dişli çifti	4
Şekil 2.4. Helis dişli çifti	5
Şekil 2.5. Ok dişli çifti	5
Şekil 2.6. Düz dişlili konik dişli çifti	6
Şekil 2.7. Helis konik dişli çifti.....	7
Şekil 2.8. Spiral konik dişli çifti.....	8
Şekil 2.9. Silindirik helezon dişli sonsuz vida mekanizması	9
Şekil 2.10. Globoid sonsuz vida mekanizması.....	9
Şekil 2.11. Form çakı ve parmak freze ile dişli imalatı.....	11
Şekil 2.12. Azdırma yolu ile düz dişli imalatı.....	12
Şekil 2.13.Dişli çark şeklindeki çakı ile dişli imalatı	13
Şekil 2.14. Kremayer şeklindeki kesici çakıyla diş açma sisteminin şematik gösterimi	14
Şekil 2.15. Forster makinası.....	18
Şekil 2.16. Forster makinasında dişli taslağı ve takım tutucunun hareket yönleri.....	18
Şekil 2.17. Konik çakılarla konkav-konveks dişlinin açılması	19
Şekil 2.18. Özel tasarlanmış takım tutucu ile konkav-konveks dişlinin açılması	20
Şekil 2.19. Dişli çark temel büyüklükleri.....	21
Şekil 2.20. Helis dişli diş profili.....	23
Şekil 2.21. Kremayer dişli büyüklükleri	24
Şekil 2.22. Konkav-konveks dişli büyüklükleri	25
Şekil 2.23. Konkav-konveks kremayer dişli büyüklükleri	26
Şekil 2.24. Ok dişli büyüklükleri	26
Şekil 2.25. Ok kremayer dişli büyüklükleri	27
Şekil 2.26. Ok kremayer dişli büyüklükleri	27
Şekil 2.27. Ok kremayer dişli büyüklükleri	27
Şekil 3.1. Sağ evolvent oluşum geometrisi	28
Şekil 3.2. Sol evolvent oluşum geometrisi	29
Şekil 3.3. Bir diş profili.....	30
Şekil 3.4. Diş dibi Radius yarıçapı	32

Şekil 3.5. Dişli modellenirken kullanılan akış şeması	35
Şekil 3.6. CATIA katı model oluşturmak için formül girme menüsü	36
Şekil 3.7.a.CATIA evolvent eğrisi oluşturmak için nokta tespiti	37
Şekil 3.7.b.Evolvent eğrisinin oluşturulması	37
Şekil 3.8. Dişdibi dairesinin oluşturulması	38
Şekil 3.9. Bölüm dairesinin oluşturulması	39
Şekil 3.10. Toplam diş sayısının oluşturulması.....	39
Şekil 3.11. Dişlinin önden görünüş modeli	40
Şekil 3.12. Dişlinin katı modelinin tamamlanması	41
Şekil 3.13. Kremayer dişlinin katı modelinin tamamlanması	41
Şekil 3.14. Çavuş dişli (ok dişli) dişli çiftinin katı modelinin tamamlanması	42
Şekil 3.15. Parmak freze çıkışı teknik resmi	43
Şekil 3.16. Evolvent profilli parmak freze çıkışının katı modelinin tamamlanması	44
Şekil 3.17. Evolvent profilli parmak freze çıkışının bir diş profilini oluşturma şekli	44
Şekil 3.18. Kremayer dişli imalat simülasyonu.....	45
Şekil 3.19. Pinyon dişli imalat simülasyonu	45
Şekil 3.20. PEEK malzemesinin çekme numunesi	46
Şekil 3.21. Çekme deney tezgahı	46
Şekil 3.22. Düz evolvent profilli dişli teknik resmi	48
Şekil 3.23. Düz evolvent profilli kremayer dişli teknik resmi	49
Şekil 3.24. Ok evolvent profilli dişli teknik resmi	50
Şekil 3.25. Ok evolvent profilli kremayer dişli teknik resmi	51
Şekil 3.26. Evolvent profilli konkav-konveks dişli.....	52
Şekil 3.27. Evolvent profilli konkav-konveks kremayer dişli.....	53
Şekil 3.28. Ok dişlinin bir diş profilini oluşturma mantığı.	54
Şekil 3.29. FANUC marka beş eksen CNC freze tezgahı.	55
Şekil 3.30. Kremayer dişli.....	57
Şekil 3.31. Kremayer dişli.....	58
Şekil 3.32. Dişli taslağının tezgaha bağlanma şekli	61
Şekil 3.33. Konkav-konveks dişlinin kaba işlenmesi.....	61
Şekil 3.34. Konkav-konveks kremayer dişlinin kaba işlenmesi.....	62
Şekil 3.35. Konkav-konveks evolvent dişli ve kremayeri.....	62
Şekil 3.36. Ok dişlinin son paso işlenmesi.....	63

Şekil 3.37. Ok kremayer dişlinin son paso işlenmesi.....	64
Şekil 3.38. Ok dişli ve kremayeri	64
Şekil 3.39. Düz dişli ve kremayeri	65
Şekil 3.40. St60'tan imal edilmiş düz dişli çifti	66
Şekil 3.41. St60'tan imal edilmiş ok dişli çifti	66
Şekil 3.42. St60'tan imal edilmiş eğrisel evolvent profilli dişli çifti	67
Şekil4.1. Tek diş profili.....	69
Şekil 4.1. Hatveden kontrol.....	71
Şekil 4.2. Bağlama aparatı teknik resmi.....	75
Şekil 4.3. Dişlilerin çekme cihazına bağlanma ve çekme şekli.....	76
Şekil 4.4. Düz dişlinin kırılması.....	77
Şekil 4.5. Düz dişli kremayerinin kırılması.....	77
Şekil 4.6. Ok dişlinin kırılması.....	78
Şekil 4.7. Ok dişli kremayerinin kırılması	78
Şekil 4.8. Eğri dişlinin kırılması.....	79
Şekil 4.9. Eğri dişli kremayerinin kırılması	79
Şekil 4.10. Düz dişlinin kuvvet- zaman değişimi.....	80
Şekil 4.11. Ok dişlinin kuvvet-zaman değişimi	80
Şekil 4.12. Konkav-konveks dişlinin kuvvet-zaman değişimi	81
Şekil 4.13. Dişlilerin takılarak hareket ettirilmesini sağlayan aparatın teknik resmi.....	82
Şekil 4.14. Ses analiz düzeneği	83
Şekil 4.15. Düz dişli çalışma esnasında çıkardığı sesin büyüklük değeri	83
Şekil 4.16. Ok dişlinin çalışma esnasındaki ses büyüklüğü	84
Şekil 4.17. Eğrisel Evolvent profilli dişlinin çalışma esnasındaki ses büyüklüğü	84
Şekil 4.18. Düz dişlinin ses değişimi	85
Şekil 4.19. Ok dişlinin ses değişimi	85
Şekil 4.20. Konkav-konveks dişlinin ses değişimi.....	86
Şekil 4.21. Bir diş profiline etki eden kuvvetler ve etkileri	87
Şekil 4.22. Sonlu eleman modeli.....	91
Şekil 4.23. Düzlem zorlama altında bir 2 boyutlu eleman [41]	92
Şekil 4.24. Elemanda gerilme dağılımı [41]	94
Şekil 4.25. Sonlu elemanlar metodunda kullanılan eleman çeşitleri.....	95
Şekil 4.26. Dişli çiftinin sonlu eleman modeli	97

Şekil 4.27. Kremayer dişlinin mesnetlenme sınır şartı.....	97
Şekil 4.28. Kremayer dişlinin mesnetlenmesi sınır şartı	98
Şekil 4.29. Pinyon dişlinin mesnetlenmesi ve yük uygulanması	98
Şekil 4.30. Düz pinyon dişli ilk temas anında (0^0) de gerilme durumu	99
Şekil 4.31. Düz kremayer dişli ilk temas anında (0^0) de gerilme durumu	100
Şekil 4.32. Ok pinyon dişli (0^0) de gerilme durumu	100
Şekil 4.33. Ok kremayer dişli (0^0) de gerilme durumu	101
Şekil 4.34. Eğrisel evolvent profilli pinyon dişli (0^0) de gerilme durumu	101
Şekil 4.35. Eğrisel evolvent profilli kremayer dişli (0^0) de gerilme durumu	102
Şekil 4.36. Düz pinyon dişli ($3,293^0$) de gerilme durumu.....	103
Şekil 4.37. Düz kremayer dişli ($3,293^0$) de gerilme durumu.....	104
Şekil 4.38. Ok pinyon dişli ($3,293^0$) de gerilme durumu	104
Şekil 4.39. Ok kremayer dişli ($3,293^0$) de gerilme durumu	105
Şekil 4.40. Eğrisel evolvent profilli pinyon dişli ($3,293^0$) de gerilme durumu	105
Şekil 4.41. Eğrisel evolvent profilli kremayer dişli ($3,293^0$) de gerilme durumu	106
Şekil 4.42. Düz pinyon dişli ($6,586^0$) de gerilme durumu.....	107
Şekil 4.43. Düz kremayer dişli ($6,586^0$) de gerilme durumu.....	107
Şekil 4.44. Ok pinyon dişli ($6,586^0$) de gerilme durumu	108
Şekil 4.45. Ok kremayer dişli ($6,586^0$) de gerilme durumu	108
Şekil 4.46. Eğrisel evolvent profilli pinyon dişli ($6,586^0$) de gerilme durumu	109
Şekil 4.47. Eğrisel evolvent profilli kremayer dişli ($6,586^0$) de gerilme durumu	109
Şekil 4.48. Düz pinyon dişli ($9,879^0$) de gerilme durumu.....	110
Şekil 4.49. Düz kremayer dişli ($9,879^0$) de gerilme durumu.....	111
Şekil 4.50. Ok pinyon dişli ($9,879^0$) de gerilme durumu	111
Şekil 4.51. Ok kremayer dişli ($9,879^0$) de gerilme durumu	112
Şekil 4.52. Eğrisel evolvent profilli pinyon dişli ($9,879^0$) de gerilme durumu	112
Şekil 4.53 Eğrisel evolvent profilli kremayer dişli ($9,879^0$) de gerilme durumu	113
Şekil 4.54. Düz pinyon dişli ($13,173^0$) de gerilme durumu.....	114
Şekil 4.55. Düz kremayer dişli ($13,173^0$) de gerilme durumu.....	114
Şekil 4.56. Ok pinyon dişli ($13,173^0$) de gerilme durumu	115
Şekil 4.57. Ok kremayer dişli ($13,173^0$) de gerilme durumu	115
Şekil 4.58. Eğrisel evolvent profilli pinyon dişli ($13,173^0$) de gerilme durumu	116
Şekil 4.59. Eğrisel evolvent profilli kremayer dişli ($13,173^0$) de gerilme durumu	116

Şekil 4.60. Pinyon dişlilerin yük altında maksimum gerilmeleri	117
Şekil 4.61. Kremayer dişlilerin yük altında maksimum gerilmeleri	118
Şekil 4.62. Pinyon dişlilerin yük altında maksimum şekil değiştirmeleri.....	119
Şekil 4.63. Kremayer dişlilerin yük altında maksimum şekil değiştirmeleri	119

TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 3.1. PEEK malzemenin mukavemet değerleri.....	47
Tablo 3.2. St60 Çeliğinin mukavemet değerleri	47
Tablo 4.1. Hesaplanan ve ölçülen, düz evolvent dişli büyüklükleri	73
Tablo 4.2. Hesaplanan ve ölçülen, ok evolvent dişli büyüklükleri	74
Tablo 4.3. Hesaplanan ve ölçülen eğrisel evolvent profilli dişli büyüklükleri	74
Tablo 4.4. Dişlilerin yük altında maksimum gerilme değerleri	117
Tablo 4.5. Dişlilerin yük altında maksimum şekil değiştirme değerleri.....	118
Tablo 5.1. Dişli uzunlukları ve çıkardıkları sesler	119

SEMBOLLER LİSTESİ

i	: Çevrim oranı	
m	: Modül	
m_t	: Alınmodülü	mm
m_n	: Normal modül	mm
d_t	: Bölüm dairesi çapı	mm
D_a	: Diş üstü dairesi çapı	mm
D_t	: Taban dairesi çapı	mm
r	: Bölüm dairesi yarı çapı	mm
r_a	: Diş üstü dairesi yarıçapı	mm
r_t	: Taban dairesi yarıçapı	mm
S_a	: Diş üstü kalınlığı	mm
$\widehat{S_d}$	: Diş kalınlığı	mm
S_g	: Bölüm dairesi üzerinde diş kalınlığı	mm
S_{F_n}	: Diş dibi kalınlığı	mm
S_B	: Diş başı boşluğu	mm
S_b	: Diş dibi boşluğu	mm
h	: Diş yüksekliği	mm
h_a	: Diş üstü yüksekliği	mm
h_t	: Diş dibi yüksekliği	mm
h_{F_a}	: Eğilme kol uzunluğu	mm

t	: Taksimat	mm
t_n	: Normal taksimat	mm
t_t	: Alıntı taksimatı	mm
b	: Diş genişliği	mm
r_t	: Diş dibi kavis yarıçapı	mm
e_d	: Diş boşluğu	mm
α	: Kavrama (basınç) açısı	
F_n	: Normal kuvvet	N
F_t	: Teğetsel kuvvet	N
F_r	: Radyal kuvvet	N
S_x	: Ölçülen diş kalınlığı	mm
h_x	: Ölçülen diş yüksekliği	mm
k	: Ölçülen diş sayısı	
W_k	: Ölçülen hatve uzunluğu	mm
E_t	: Elastisitemodülü	N/mm ²
σ_u	: Kopma gerilmesi	N/mm ²
σ_{ak}	: Akma gerilmesi	N/mm ²
$\sigma_{\zeta D}$	: Dalgalı yüklemde çekme gerilmesi	N/mm ²
σ_{eD}	: Dalgalı yüklemde eğilme gerilmesi	N/mm ²
τ_{dD}	: Dalgalı yüklemde burulma gerilemesi	N/mm ²
τ	: Kayma gerilemesi	N/mm ²
σ_b	: Basma gerilemesi	N/mm ²
$\sigma_{eğ}$	: Eğilme gerilemesi	N/mm ²

$M_{e\ddot{g}}$	: Eğilme momenti	Nm
$W_{e\ddot{g}}$	:Eğilme mukavemet momenti	m^3
σ_{vm}	: VonMises gerilemesi	N/mm^2
ε_s	: Akma gerilemesi altında uzama	
ε_g	: Kopma gerilemesi altında uzama	
ε_n	: Darbe dayanımı	kj/m^2

KISALTMALAR

CAD	: Computer Aided Design
CAM	: Computer Aided Manufacturing
CNC	: Computer Numerical Control
CATIA	: Computer Aided Three-Dimensional Interactive Application
ANSYS	: Analysis System
PEEK	: PolikristalinPlastikMalzeme

1.GİRİŞ

Endüstride güç ve hareket iletiminde düz, helisel, konik, sonsuz vidalı dişliler, sikloidv.b. dişliler yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Evolventprofilli dairesel kavisli dişlilere (konkav-konveks evolvent profilli dişliler) yönelik olarak günümüze kadar pek çok araştırma yapılmıştır. Ancak bu konkav-konveks profilli evolvent dişliler endüstride yeterince tanınmamakta ve kullanılmamaktadır. Bu dişlileri ilk olarak, 1970’li yıllarda İtalyan bilim adamı olan Forster kendi adını verdiği bir makine geliştirerek imal etmeyi başarmıştır. Gerçekleştirdiği bu imalat sonucunda; bu dişlilerin ok dişlilere kıyasla eksenel yükleri daha iyi dengelediği ve dolayısı ile bu dişlilerin ok dişlilerden daha sessiz çalıştığını belirtmiştir. Yine bu dişlilerin düz dişlilere kıyasla yük taşıma kabiliyetlerinin daha iyi olduğu vurgulanmış ve bu dişlilerin düz ve ok dişlilerin kullanıldığı yerlerde kullanılabileceği belirtilmiştir [1].

Daha sonraki yıllarda bu dişlilerle ilgili çalışmalara literatürde rastlanılamamıştır. Laurentia ve arkadaşları 2000’li yıllarda bu dişlileri endüstride kullanılabilir hale getirmek amacı ile geleneksel freze tezgahları için, bazı özel çakılar ve çakı tutucularını imal etmişlerdir. Ancak yapmış oldukları bu çalışmalarda; istenilen evolvent profilini tam olarak elde edememişler ve bir diş profilinin yüksekliği her noktada aynı olmamış, bu durum dişlilerin çalışması esnasında bir takım olumsuzlukların ortaya çıkmasına sebep olmuştur. Ayrıca farklı eğrilik yarıçapına sahip her bir dişli için ayrı ayrı çakıların imal edilmesi zorunluluğu ortaya çıkmıştır [2-4]. Bu olumsuzluklara rağmen imal etmiş oldukları dişlileri bir takım deneylere tabi tutmuşlardır. Bu deneyler sonucunda bu dişlilerin düz dişliler ve ok dişlilere kıyasla, Forsterin belirtmiş olduğu avantajlarının yanında daha iyi yağlanma özelliklerinin de olduğu tespit edilmiştir [5-6]. Başka bir çalışmada bu dişliler için optimum eğrilik yarıçapının tespiti yapılmıştır [7].Yukarıda yapılan literatür çalışmaları incelendiğinde bu dişlilerin imalatı için özel tezgah ve çakılar ile takım tutucularının kullanıldığı görülmektedir.

Ancak son zamanlarda literatürde bazı dişlilerin geleneksel imalat yöntemlerinden farklı olarak CNC freze v.b. tezgahlarda imal edildikleri dikkat çekmektedir [10-23]. Bu çalışmada; evolvent profilli dairesel kavisli dişlilerin geleneksel imalat yöntemlerinden farklı olarak genel amaçlı beş eksenli CNC freze tezgahlarında imatları araştırıldı. Bu amaç için ilk önce dişlinin diş profillerievolvent eğrisinin oluşum prensipleri dikkate

alınarak CATIA ortamında modellendi ve bu modele uygun olarak evolvent profilli bir parmak freze akısı tasarlandı. Daha sonra, akı için geliştirilen bu model dikkate alınarak akının telerezyon CNC tezgahında imalatı için CATIA CAD-CAM programında imalat kodları turetildi ve bu kodlara gore akı imal edildi. Bu akı kullanılarak,beş eksenli CNC freze tezgahında hem evolvent profilli dairesel kavisli silindirik dişliler hem de kremayer dişlilerin imalatları yapıldı. İmal edilen bu dişlilerin performanslarını mukayese etmek için yine CATIA programları yazılarak ok ve duz dişliler beş eksenli CNC freze tezgahında imal edilerek; yuk taşıma kabiliyetleri, gerilme analizleri ve gurltu analizleri yapılarak, biri birleri ile karşılaştırılıp araştırma tamamlandı.

2. GENEL BİLGİLER

Dişli çarklar endüstride hareket ve güç iletiminde kullanılan en temel makine elemanlarıdır. Dişli çarklar kullanıldıkları yere ve amaçlarına göre farklı tiplerde görülürler. Genel olarak bu dişli çark tipleri en temel şekilde aşağıdaki gibi sınıflandırılırlar [17].

2.1. Silindirik Alın Dişli Çarklar

Alın dişli mekanizmalarında dişliler diş genişliği boyunca alınlarına birbirine temas etmektedir. Bu sınıf dişli çarkların diş eksenleri birbirine paraleldir. Konstrüksiyon olarak dişliler, iç dişliler ve dış dişliler olarak da iki sınıfta toplanmaktadırlar. Bu dişlilerin diş yanakları birbirlerine ve dişli çark dönme eksenlerine paraleldir (Şekil 2.1).



Şekil 2.1. Silindirik alın dişli çifti

Silindirik alın dişli mekanizmaları, çalıştıkları ortamda yeterli miktarda alan olmaması durumunda, hacimden tasarruf etmek amacı ile iç dişli çifti olarak da düzenlenmektedir. İçten tahrikli dişlilerde, tahrik dişlisi ile iç dişli çark aynı yönde dönmektedir ve bu dişli çiftinde tahvil oranı $i \leq 8$ değerindedir (Şekil 2.2).



Şekil 2. 2. İçten tahrikli silindirik alın dişli çifti

Kremayer düz alın dişlilere ihtiyaç olduğunda, kremayer düz alın dişli mekanizmaları kullanılmaktadır. Değişik yönde tahrik edilen düz alın dişli yardımı ile kremayer ileri geri hareket ettirilmektedir. Kremayer dişli mekanizmasında tahvil oranı $i=\infty$ alınmaktadır (Şekil 2.3).



Şekil 2.3.Kremayer alın dişli çifti

2.2. Helis Alın Dişli Çarklar

Helis dişli mekanizmalarında dişli eksenleri ile diş alın yüzeyi doğrultusu arasında sabit eğim açısı mevcuttur. Helis dişler düz alın dişlilere göre birbiri ile daha fazla temas etmektedir. Böylece daha fazla güç taşımakta ve daha fazla sessiz çalışmaktadır(Şekil 2.4). Bu dişli çiftinde tahvil oranı $i \geq 10$ değerindedir. Helis dişli mekanizmalarda meydana gelen aksel kuvvetleri dengelemek ve daha büyük güçler iletmek için dişler çift helis ve ok şeklinde imal edilmektedirler (Şekil 2.5).



Şekil 2.4. Helis dişli çifti



Şekil 2.5. Ok dişli çifti

Çift helis dişliler, helisel dişli ile aynı karakteristik özellikleri taşımakla birlikte, zıt yöndeki helisler nedeniyle aksel yöndeki kuvvetler birbirlerini dengelemekte ve böylece aksel kuvvet meydana gelmemektedir. Sağ ve sol helis arasında yiv varsa bu takdirde çift helis dişli olarak adlandırılır. Arada yivin olmadığı ok dişlilerde ise yüksek hızlarda helislerin birleştiği uçlarda gürültüye sebebiyet veren yağ sıkışması meydana gelmektedir.

Aynı zamanda yüksek hızlarda bu bölgede sıcaklık artmaktadır. Yivin diğer bir faydası da eksenel yüke bağlı olarak meydana gelen diş kırılmasını minimize etmesidir.

2.3. Konik Dişli Çarklar

Konik dişliler dönme hareketinin veya momentinin çapraz ve dik eksenlere taşınmasında kullanılırlar. Konik dişlilerin çalışma prensibi genelde eksenleri bir noktada kesişen iki koninin birbiri üzerinde yuvarlanması gibidir. Bu koniler, konik dişlilerin taksimat veya yuvarlanma konileri olarak düşünülür. Bu dişli çarkların birinin radyal kuvveti diğerinin eksenel kuvveti olup; hareketin açısı altında yön ve şiddet değiştirmesi dişli çark eksenleri arasındaki açığa bağlı olarak değişmektedir. Konik dişli çark mekanizmalarında dişler; düz, helis ve spiral olarak sınıflandırılmaktadır. Bunlar sırasıyla;

2.3.1. Düz Konik Dişli Çarklar

Düz dişlili bir çift konik dişlide, diş yan yüzey düzleminden geçen doğrular eşit açı altında dişlilerin merkezinde kesişmektedir. Ayrıca diş yanağı boyunca da eğim açısı sabittir (Şekil 2.6). Bu tip dişli çiftinde tahvil oranı $i=6$ değerine kadar çıkmaktadır.



Şekil 2.6. Düz dişlili konik dişli çifti

2.3.1.2. Konik Helis Dişli Çarklar

Kavrama oranlarının daha büyük olması düz konik dişlilerden daha sessiz ve darbesiz çalışmalarından dolayı hızlı dönen ve büyük momentler taşıyan kademelerde kullanılırlar. Bunlara üniversal redüktörler ve takım tezgahları redüktörleri örnek olarak verilebilir.



Şekil 2.7. Helis konik dişli çifti

2.3.1.3. Spiral Konik Helis Dişli Çarklar

Özel yerlerde büyük kuvvet ve moment veya devir sayısı iletimi ile çok gürültüsüz çalışan ve diş dibi mukavemetinin yüksek olması istenilen yerlerde kullanılırlar. Bunlara yüksek güçlü redüktörler, kamyon ve iş makineleri redüktörleri örnek olarak verilebilir.



Şekil 2.8. Spiral konik dişli çifti

2.4. Sonsuz Vidalı Dişliler

Spiral dişli mekanizmasıdır. Küçük dişlinin çapı diş boyuna göre daha az olduğundan küçük dişli bir vida halini almıştır ve vidanın ağız sayısı, küçük dişlinin diş sayısı kadardır (Şekil 2.9). Eksenleri uzayda kesişmeyen miller arasında güç veya moment iletme için kullanılırlar. Miller arasındaki açı genellikle 90° 'dir. Vida geometrisine göre; silindirik veya globoid fonksiyon yüzeyli sonsuz vida ve bu vidaya uygun karşı silindirik veya globoid dişli çark olmak üzere iki türü vardır. Globoid sonsuz vida mekanizmalarında vida, silindirik sonsuz vida mekanizmalarının aksine, dişli çarkın üzerine sarılır (Şekil 2.10).



Şekil 2.11. Silindirik helezon dişli sonsuz vida mekanizması



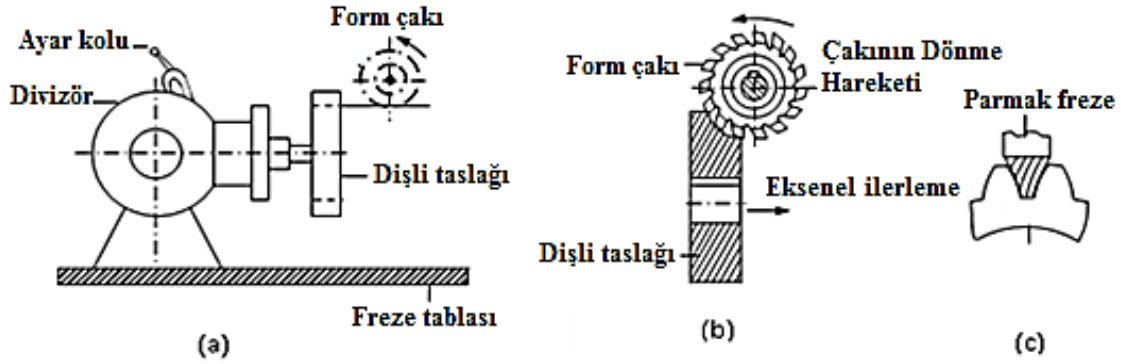
Şekil 2.12. Globoid sonsuz vida mekanizması

2.5. Dişli Çarkların Geleneksel İmalat Yöntemleri

Dişli imalat yöntemi seçilirken,temelde dişlilerin hassasiyetine, standartlarına ve aynı zamanda dişli düzeninin çalışmasında istenen şartlara yani dişlinin kullanılma amacına göre seçilir. Bu temel esasları özetleyecek olursak; yüksek güç değerleri ve hızları olan güç iletim dişlileri ki burada aranan ana şart yüksek verim katsayısının sağlanmasıdır. Orta hızlarda çalışan ağır endüstri ve nakliyat dişlilerinde ise güvenilirlik ve düzgün çalışma şartı aranır. Takım tezgahlarındaki güç iletim dişlileri, sabit dişli oranına sahip olmalı ve düzgün çalışmalılardır. Bunların yanında otomotiv endüstrisinde ve hassas aletlerde kullanılan hareket iletim dişlileri de sıralanabilir. Bu amaçlar doğrultusunda dişli çarkların imalatında başlıca iki temel yöntem kullanılmaktadır[25]. Bu yöntemler form çakı ve yuvarlanma yöntemleridir. Bu yöntemler sırasıyla aşağıdaki bölümlerde açıklanmıştır.

2.5.1. Form Çakı Kullanılarak Dişli Çarkların İmalat Yöntemi

Bu yöntemde diş profilleri, diş boşluğunun şekli verilmiş olan bir çakı ile imal edilmektedir. Bu imalat yönteminde çakı profili işlenen yüzey üzerinde oluşmaktadır. Bu şekilde bir diş profili oluşturulduktan sonra ardışık olarak aynı işlemler takip edilerek diğer dişler de imal edilir. Böylece diş boşluğu büyüklüğünde istenilen modülde dişliler elde edilmiş olur. Teorik olarak farklı diş sayılarına sahip aynı modülde dişliler için farklı çakılar kullanılması gerekir. Ancak uygulamada ortaya çıkabilecek küçük hatalar ihmal edilerek bir diziye göre tek bir çakı kullanılmaktadır [11]. Bu da belirli modüle sahip bütün dişliler için gerekli olan çakı sayısını azaltır. Bu yöntemde dişli çarklar Şekil 2.12’de görüldüğü gibi universal freze tezgahlarına bağlanan evolvent profilli parmak freze veya disk şeklindeki form çakı ile imal edilirler [11].



Şekil 2.13. Form çakı ve parmak freze ile dişli imalatı[11]

Endüstride genellikle parmak freze tipi çakılar ile büyük modüle sahip dişli çarklar işlenebilmektedir. Disk tipi çakıların kullanılabilmesi için çok güçlü tezgahlara ihtiyaç duyulmaktadır. Parmak freze çakıları özellikle ok dişlilerin imalatında da kullanılmaktadırlar [11].

2.5.2.Yuvarlanma Metodu İle Dişli Çarkların İmalatı

Günümüzde üretilen dişli çarkların hemen hepsi yuvarlanma metoduyla çalışan tezgahlarda imal edilmektedir[25-26]. Orta ve büyük boylardaki dişli çarkların diş profillerinin evolvent eğrisinin oluşum prensiplerine göre başka türlü açılması zor olduğundan bu metot oldukça önem taşımaktadır [27]. Yuvarlanma metodu ile imalat yönteminde üç farklı yöntem kullanılmaktadır. Bunlar; sonsuz vida şeklindeki freze ile diş açma, dişli çark şeklindeki çakı ile diş açma, kremayer şeklindeki kesici çakı ile diş açma şeklindedir.

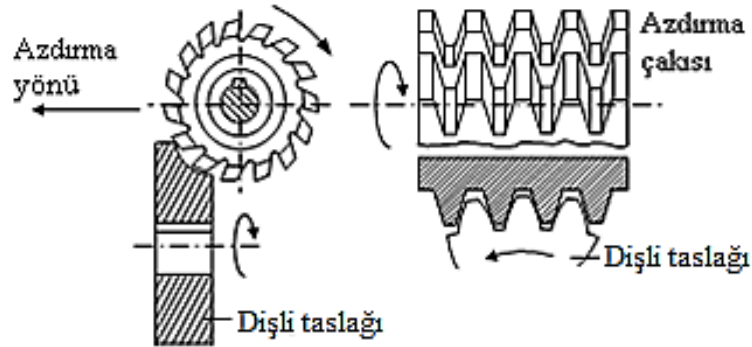
2.5.2.1. Dişli Azdırma Metodu

Düz ve helis dişlilerin dişli azdırma çakısıyla işlenmeleri en yaygın olarak kullanılan metotlardan biridir. Dişli azdırma çakısı bir döner kesici takımdır, bunun dişleri bir sonsuz vidanın dişi gibi helezonik bir yol izleyerek dizilmiştir; eksen boyunca kesit alındığında bu dişler bir kremayer görüntüsü verirler. Kesici ağızlar, helezonik vida dişine dik olarak açılmış helezonik oluklar serisiyle meydana getirilmişlerdir.

Bir kremayer, diş sayısı ne olursa olsun aynı modülle işlenmiş bir dişliye tam olarak oturabilir. O halde bir dişli azdırma çakısı da istenilen sayıda dişe sahip dişlileri aynı hassasiyetle işleyebilir. Bu dişli azdırma usulünün en büyük avantajlarından biridir. Dişli azdırma işleminde, dişli azdırma çakısı ve dişli taslağı, sonsuz vida dişli düzeninin aşağıda verilen dişli oranına göre aynı anda dönerler:

$$i = \frac{n_h}{n_g} = \frac{Z_g}{Z_h} \quad (2.1)$$

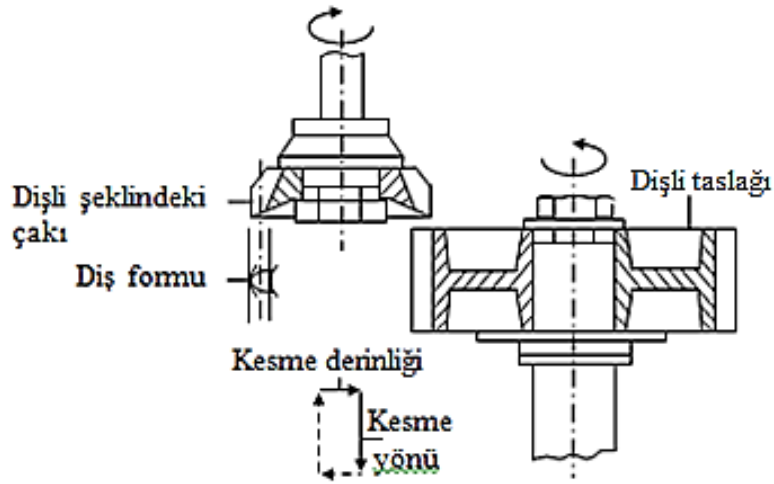
Burada; n_h ve n_g dişli azdırma çakısının ve dişli taslağının devridir. Z_h dişli azdırma çakısının vida ağız sayısı, Z_g ise dişlinin diş sayısıdır. Yuvarlanma metoduna göre diş açan azdırma tezgahları planya hareketi yaparlar; yani aşağıya doğru kesiş hareketinden sonra yukarıya boş bir geri hareketi yaparlar. Bu kesik ileri geri hareketi sürekli bir kesme hareketine çevirmek için kesici bıçak sonsuz vida şekline sokularak azdırma frezeleri oluşturulmuştur (Şekil 2.13.). Frezenin helis açısının değeri frezelerin üzerinde yazılı olup frezeler sol ağızlı ise frezenin helis açısı çıkarılacak yerde eklenir veya eklenecek yerde çıkarılır.



Şekil 2.14. Azdırma yolu ile düz dişli imalatı

2.5.2.2. Dişli Çark Şeklindeki Çakı İle Diş Açma(FellowCutter)

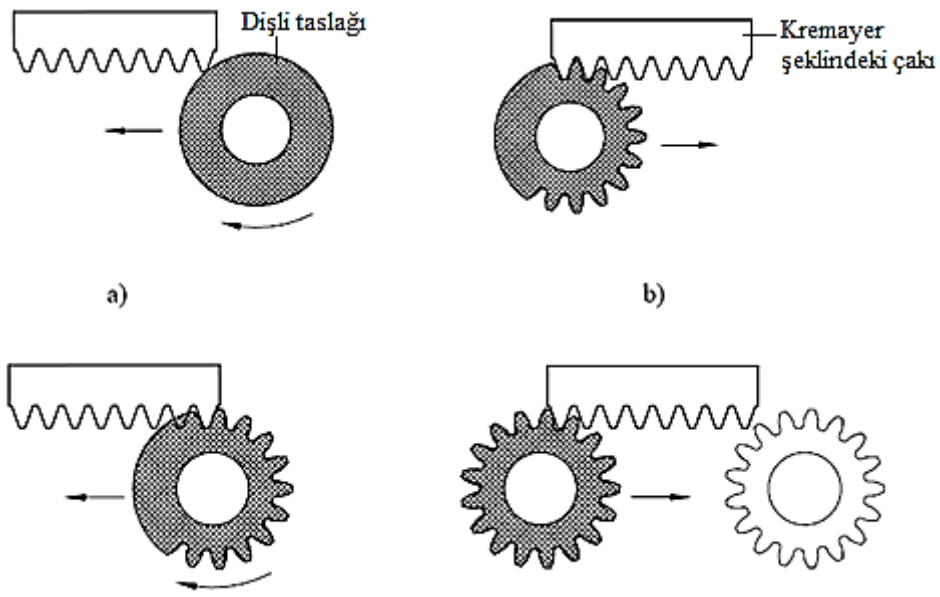
Dişli planya tezgahında düz ve helis dişlilerin işlenme metodu: Dişli taslağı, aynı modüllü ve planya kesici takımı olarak kullanılan bir başka dişliye oturtularak döndürülen dişlinin işlenmesi esasına dayanmaktadır. Kesme hareketini sağlamak içineşlenik dişlilerden birinin eksenel yönde gidip gelme hareketi yapması böylece kesicinin sırtı taşlanmış kesici ağızlarının talaşları kaldırması dişliyi açması gerekir. Bu sistemde kesici bıçak yukarıya boş olarak çıkarken gerek kendisi ve gerek kesilen dişli çark ufak bir dönüş yaparlar, ondan sonra bıçak tekrar keserek aşağıya iner. Bu işlem dişli çark imal edilinceye kadar devam eder.



Şekil 2.15.Dişli çark şeklindeki çakı ile dişli imalatı

2.2.2.3.Kremayer Şeklindeki Çakı İle Diş Açma

Bu yöntemin şematik olarak çalışma prensibi ‘Şekil 2.16’ da görülmektedir.



Şekil 2.16. Kremayer şeklindeki kesici çakıyla diş açma sisteminin şematik gösterimi

Bu yöntemde kremayer şeklindeki kesici yukarıdan aşağıya bir planya hareketi yapıp tekrar yukarıya çıktıktan, yani kesmekte olduğu dişli çarktan ayrıldıktan sonra, dişli çark eksenini etrafında ufak bir dönüş yapar ve hem de bıçak eksenine paralel olarak biraz ilerler. Sonra bıçak ikinci bir kesme hareketi yapar. Bu dönme ve ilerleme hareketleri ne kadar ufak olurlarsa işlenen dişin yüzeyi de o derece kaliteli olur. Kremayer şeklindeki kesici bıçağın diş sayısı sınırlı olduğundan, tezgah

ara sıra otomatik olarak kesme görevine ara verir ve çark dönüş yapmadan bıçağın başlangıç noktasına geri gelir. Sonra bu çalışma hareketleri tekrar eder ve dişli imal edilir.

Yukarıda verilen iki temel yöntemin yanında dişli imalatında sık kullanılmayan başka imalat yöntemleri de mevcuttur. Bunlar;

2.6. Şablon Metodu

Şablona göre diş açan tezgahlar genelde konik dişli imalinde kullanırlardı. Yuvarlanma metoduna göre diş açan tezgahlar ve metotlar geliştikten sonra bunlar önemlerini kaybetmişlerdir. Bu sistemle imalat basit olduğundan ve yerel olarak universal tezgahlarlagerçekleştirilmektedir.

2.6.1. Haddemele Veya Ovalama Metodu

Dolu malzemeden ovalama metoduyla çeşitli vida ve cıvataların imalinde alınmış olan iyi sonuç, aynı metotla dişli çarkların imal edilmesine yol açmıştır. Yüksek seri üretimde imal edilen otomobil dişlerinde haddemele ile imalata ilk olarak başlanmıştır. Sistem cıvata imalinin aynısıdır.

2.6.2. Zımbalama Metodu

Zımbalanarak dişli çark imalı, saat, sayaç, aparat, oyuncak v. b. çok küçük güçler ileten dişliler için uygulanır. Oldukça ince saçlardan kesilerek elde edilen bu dişliler kesici kalıbın hassaslığına göre hayli

düzgün yapılabilirler. Kesici kalıbın imalinin çok pahalı olması yüzünden ancak yüksek seri üretim şeklinde yapılırlar.

2.6.3. Püskürtme Döküm Metodu

Püskürtmeli dökümle dişli çark imali ufak güçler ileten ve büyük serilerle imal edilen sayaç, aparat ve benzeri yerlerde uygulanırlar. Bunlar ısıtılarak madeni kalıplara basınçla püskürtülürler ve kalıpta çok kısa bir sürede soğurlar. Soğurken büzülme paylarını da hesaplamak ve kalıpları ona göre boyutlandırmak gereklidir. Püskürtmeli dökümle imal edilen çarkların, döküm sırasında milin kalıba yerleştirilmesiyle, mil ile dişli çarkın birbirine bağlı olarak dökülmesi sağlanır. Plastik dişliler de genel olarak püskürtmeli dökümle imal edilirler. Püskürtme ile daha kalın parçalar da dökülebilir, ancak bunların soğuması için uzun zaman kalıpta bekletmek gereklidir.

2.6.4. Sinterleme Metodu

Sinterleme ile dişli imalatı için toz şeklindeki malzeme, özel preslerde dişli kalıp içerisinde preslendikten sonra sinterleme işlemine tabi tutulur ve böylelikle dişli imal edilir. Bu yöntemle imal edilen dişlilerde gözenekli bir yapı görülür, fakat bu yapı dişlileri daha sağlam yapar.

2.6.5. Broşlama Metodu

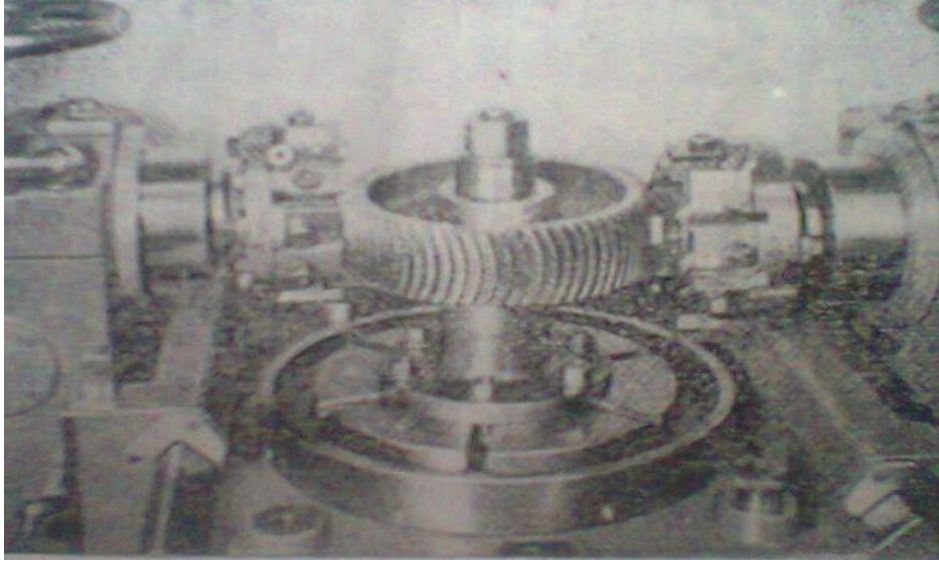
Broşlama ile dişli imalinde genel olarak uzun bir çubuk (broş) kullanılır. Bu çubuğun üzerinde arka arkaya yerleştirilmiş bıçaklar vardır. Bıçaklar kademeli bir şekilde işlenmişlerdir ve çubuğun bir

çekilişinde dişli imal edilmiş olur. Bu yöntem yüksek seri üretim dişli imalatında kullanılır. Broşlar oldukça pahalıdır. İç dişliye giren boşaltma çubuğunun kesici orta kısmı üç kısma ayrılır: Kaba talaş, ince talaş ve kalibreleme kısmı. Kesici orta kısımdan evvelki kısım silindiriktir ve bu kısım boşaltma çubuğunu kılavuzlayarak merkezler. Kesici orta kısmın sonunda da tam profilli bir kılavuz bulunur; bunun görevi son kesişte merkezlemeyi sağlamaktır. 5...8 μm yüzey kaliteli dişli imal edilebilen boşaltma metodu ile normal olarak 6 ... 80 mm çapındaki dişliler gayet kolay imal edilir. Bu tezgahların 200 mm çapına kadar dişli imal edenleri vardır. Boşaltma ile dişli imal eden tezgahlar az yapıldığından ve kesici boşaltma takımının çok pahalı oluşundan, imalattaki büyük randımanlarına rağmen bunlar fazla yayılmamışlardır [15].

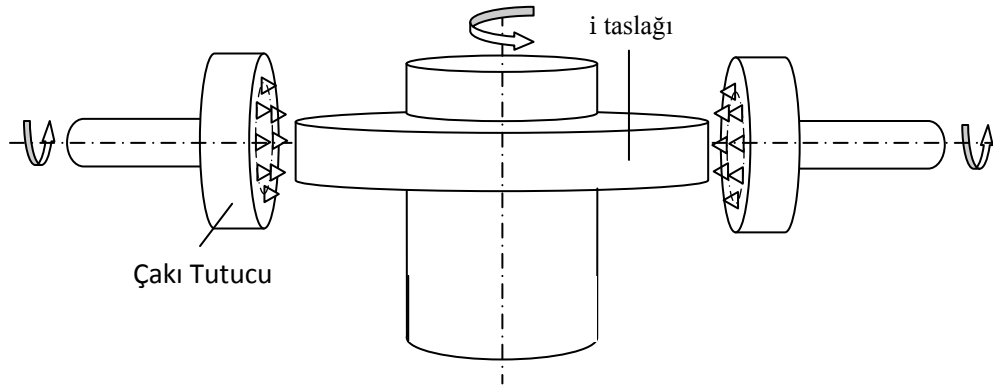
Yukarıda bahsedilen tüm bu imalat yöntemleri veya benzeri yöntemler kullanılarak dişli tiplerinin tamamı endüstride imal edilmektedir. Ancak yapılan bu tez çalışmasında evolvent profilli dairesel kavisli dişliler beş eksenli CNC freze tezgahlarında imal edileceği için bu dişlilere yönelik olarak mevcut literatürdeki geleneksel imalat yöntemleri aşağıda detaylı olarak anlatılmıştır.

2.7. Evolvent Profilli Dairesel Kavisli Dişlilerin Geleneksel İmalat Yöntemleri

Dairesel kavisli (konkav-konveks) dişlileri, ilk olarak 1970'li yıllarda İtalyan araştırmacı Forster kendi adını verdiği bir makina geliştirerek (Şekil 2.16) bu dişlilerin açımını başarmıştır. Forster makinasında diş açılacak taslak ortaya yerleştirilmekte ve açılacak dişli modülüne uygun olarak imal edilen iki farklı yönde dönen kesici kafa arasında dönerek konkav-konveks dişliler açılmaktadır [2] (Şekil 2.18).



Şekil 2.17.Forster makinası



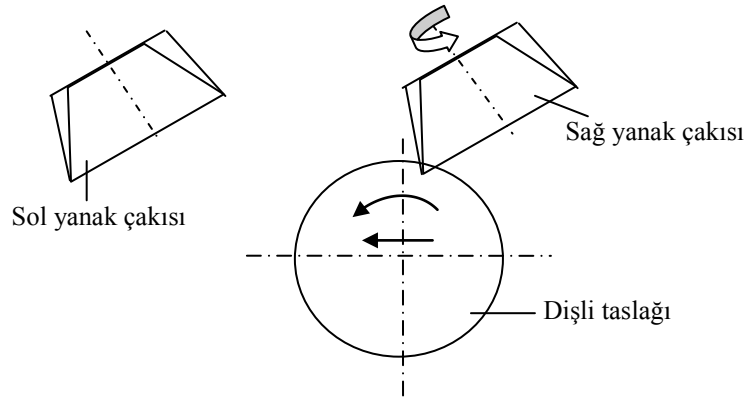
Şekil 2.18.Forster makinasında dişli taslağı ve takım tutucunun hareket yönleri

Yukarıdaki şekillerden de görüldüğü gibi bu tür dişlilerin imalatında özel tezgah, takım ve takım tutuculara ihtiyaç duyulması, endüstride bu dişlilerin imalatını güçleştirmekte ve yeterince yaygınlaşmasının önünde büyük bir engel oluşturmaktadır. Ancak sonraki yıllarda bu dişlilerin imalatına katkıda bulunmak için bir takım imalat yöntemleri uygulanmıştır.

Bu yöntemlerden biri lazerle sinterleme metodudur. Bu yöntemde plastik tozlarının sinterlenmesinden bu dişliler imal edilmiştir. Bu yöntemde, silindirik bir kabın içine çok

ince bir tabaka şeklinde tozlar serilmekte ve lazer ile tozlar erime noktasına yakın bir noktaya kadar ısıtılmakta ve sinterleme yolu ile tozlar birbirine yapışmaktadır. Yapışan bu tozlar bir piston yardımıyla sıkıştırılarak dişli çark elde edilmektedir[4].

Bu dişlilerin diğer bir açım şekli de, konkav ve konveks profile uygun hazırlanmış iki çakı ile talaş alarak açma metodudur. Bu çalışmada, her bir diş yüzeyini (sağ ve sol) elde etmek için çanak şeklinde konik iki farklı çakı tasarlanmıştır (Şekil 2.18). Bu çakılardan biri konkav yüzeyi diğeri ise konveks yüzeyi elde etmek amacı ile kullanılmıştır. Her bir eğrilik yarıçapı için ayrı ayrı üretilen bu çakılar belli bir açı ile tezgaha bağlanmakta ve parça ise divizör benzeri dönen bir aparata bağlanmaktadır. Çakılar dönerek parçayı işlemekte, evolventin oluşabilmesi için ise parça da kendi eksenini etrafında döndürülmekte ve bir doğru boyunca ilerleyerek dönme ve öteleme hareketi yapmaktadır. Ancak bu yöntemde de diş uzunluğu boyunca eşit diş yüksekliği elde edilememekte ve evolvent eğri profili tam olarak oluşturulamamaktadır.



Şekil 2.19. Konik çakılarla konkav-konveks dişlinin açılması[3]

Literatürde son olarak kullanılan yöntemde ise, bir kesici kalem tasarlanmış (2) ve bu kesici kalem belirli bir açı (β) ile bir takım tutucuya (1) tespit civataları (4) ile bağlanmıştır (Şekil 2.19). Eğrilik yarıçapının oluşması için belirli bir boyda olan bu takım tutucu, kelemenin tutucuya bağlandığı açı ile tezgaha bağlanarak takım tutucunun dönmesi ile kalemin kesici ağzının (3) parçayı işlemesi neticesinde dişli imal edilmiştir. Burada da dişliyi oluşturabilmek için her iki diş yanağı için iki ayrı çakı kullanılmıştır (Şekil 2.19).



Şekil 2.20. Özel tasarlanmış takım tutucu ile konkav-konveks dişlinin açılması[3]

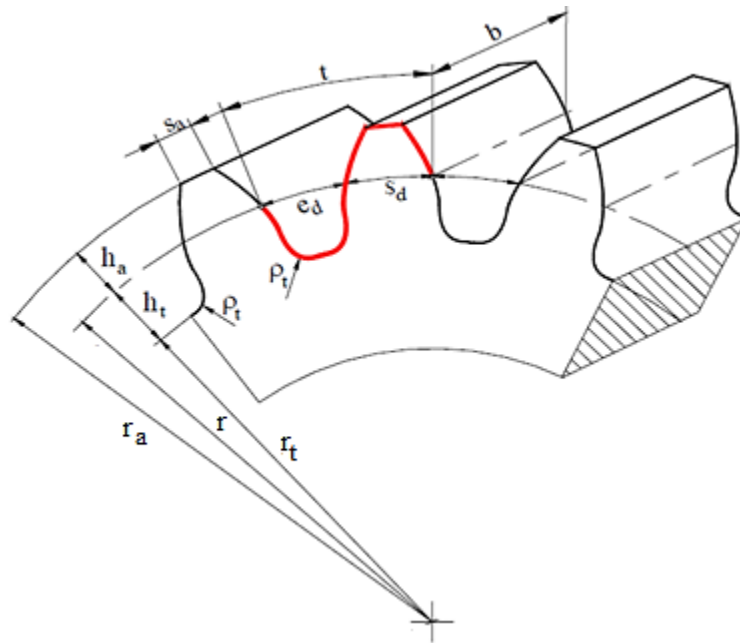
Görülen R_g , diş profili eğrilik yarı çapı, R_b ise temel dairesi yarıçapını ifade etmektedir.

2.8. Silindirik ve Kremayer Dişlilerin Temel Büyüklükleri

Bu çalışmada, konkav-konveks silindirik ve kremayer dişliler ile düz ve ok dişlilerin beş eksenli CNC freze tezgahlarında imalat programları CATIA v5 kullanılarak çıkarılacağından, bu dişlilere ait temel büyüklükler sırasıyla aşağıdaki bölümlerde verilmiştir.

2.8.1. Silindirik Düz Dişliler

Dişli çarklar imal edilirken, dişli temel büyüklükleri için başlıca DIN, VSM, TS, ISO standartlarından biri dikkate alınır. ISO 53-20 standardı dikkate alınarak, düz ve helis dişli çark büyüklükleri (Şekil 2.21) ve büyüklüklerin matematiksel ifadeleri aşağıda verildi.



Şekil 2.21. Dişli çark temel büyüklükleri

Yukarıda verilmiş olan dişli çark büyüklüklerini matematiksel olarak ifade edecek olursak;

$$(2.2)$$

(2.3)

(2.4)

(2.5)

(2.6)

(2.7)

(2.8)

(2.9)

(2.10)

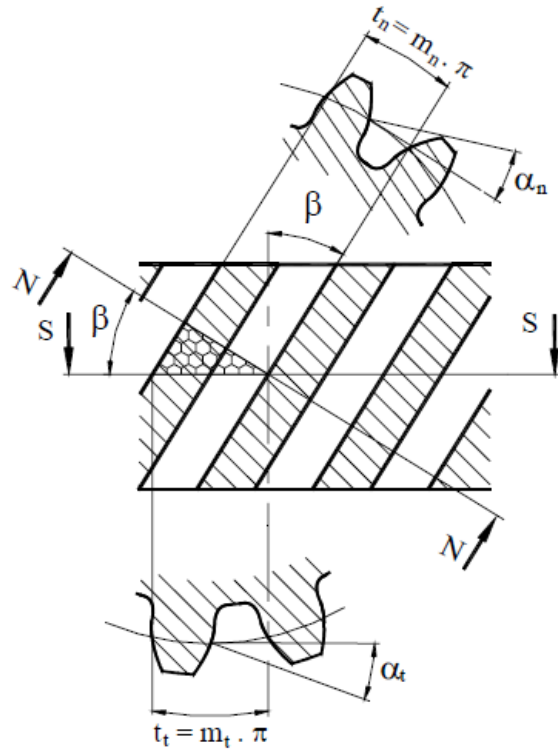
(2.11)

(2.12)

Şekil 2.20’de d taksimat dairesi çapı, b diş genişliği, D_a diş üstü çapı, D_t taban dairesi çapı, h diş yüksekliği, h_a diş üstü yüksekliği, h_f diş dibi yüksekliği, s_a diş üstü kalınlığı, s_d diş kalınlığı, d_p dip kavisi yarıçapı, t taksimat, e_d diş boşluğudur.

2.8.2. Helis Dişliler

Ok dişlide diş profili iki adet helis diş profilinin birleşmesinden meydana geldiği için bu bölümde helis dişli temel büyüklükleri verilmiştir. Helis dişlide diş profilleri β açısı kadar eğime sahiplerdir (Şekil 2.22).



Şekil 2.22. Helis dişli dış profili

Şekil 2.21' de alın kesiti S-S de indis " t " ile ve normal kesit N-N de indis " n " ile gösterilmiştir. Petek şekli ile taralı üçgen dikkate alınırrsa;

$$— \quad (2.13)$$

Bu formülde, α_n yerine α_t koyarak denklemi çözdüğümüzde helis dişlinin alın modülünü bulmuş oluruz.

$$— \quad (2.14)$$

Alın modülü dikkate alınarak helis dişlinin diğer temel büyüklükleri matematiksel olarak aşağıda ifade edilmiştir.

(2.15)

(2.16)

(2.17)

(2.18)

(2.19)

(2.20)

(2.21)

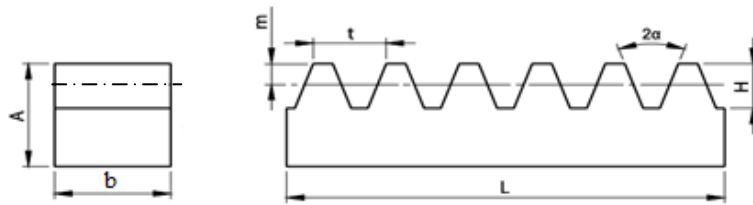
(2.22)

(2.23)

(2.24)

2.8.3. Kremayer Dişliler

Kremayer dişli; silindirik dişlinin çapının sonsuza gitmesi olarak tanımlanır. Ayrıca, bir düzlemde dişlerin uygun ve eşit aralıklarla dizilmesi olarak da ifade edilir. Temel olarak dönme hareketini öteleme hareketine çevirmek için kullanılırlar. Kremayer dişliye ait büyüklükler Şekil 2.22’de verilmiştir.



Şekil 2.23. Kremayer dişli büyüklükleri

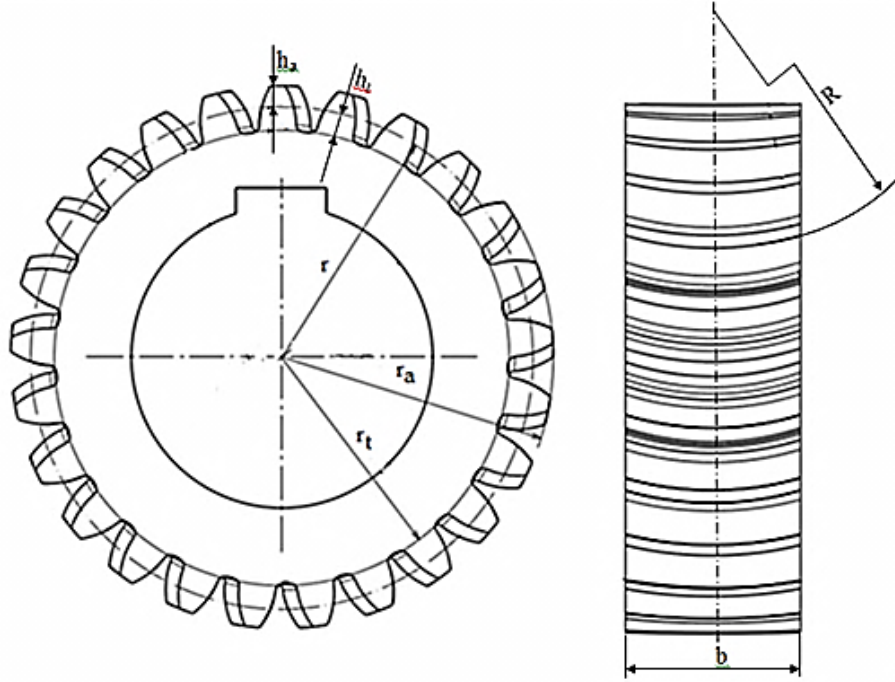
$$(2.25)$$

$$(2.26)$$

Şekil 2.22’de A toplam dişli yüksekliği, m modül, t taksimat, α kavrama açısı, L dişli uzunluğu, b diş genişliği, H diş yüksekliğidir.

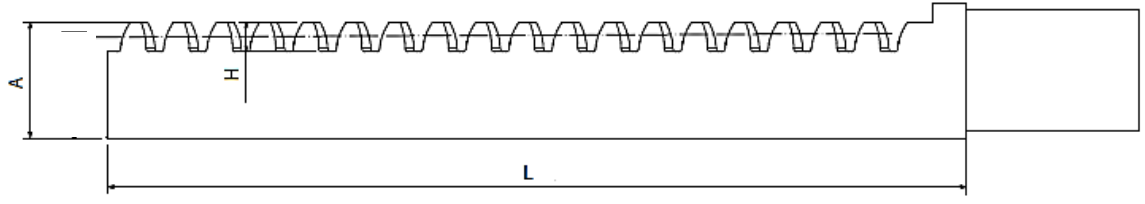
2.8.4. Konveks-Konkav Dişliler

Bu dişliler imal edilirken düz silindirik dişli temel büyüklükleri ve kremayer dişli temel büyüklükleri kullanılmıştır. Bu dişlilere ait büyüklükler Şekil 2.24 ve Şekil 2.25’te verilmiştir.



Şekil 2.24. Konkav-konveks dişli büyüklükleri

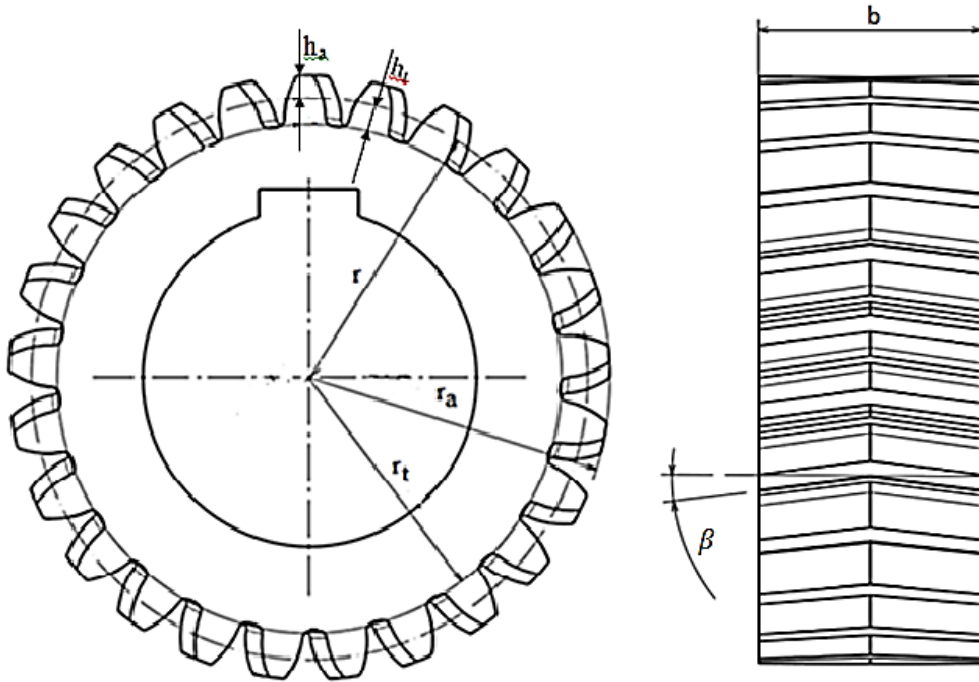
Yukarıdaki şekilde verilmiş olan R , konkav-konveks dişlinin eğrilik yarıçapını ifade etmektedir.



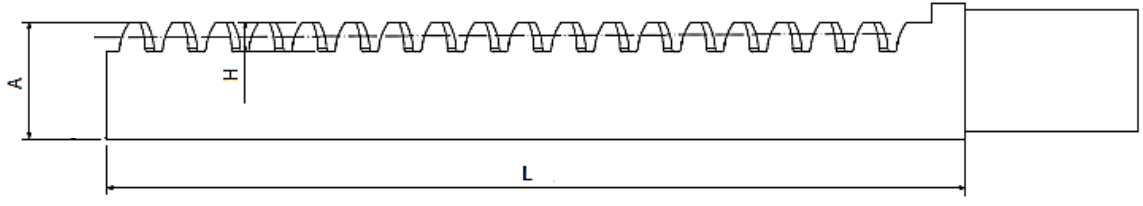
Şekil 2.25.Konkav-konvekskremayer dişli büyüklükleri

2.8.5. Ok Dişliler

Ok dişliler oluşturulurken diş profilleri, karşılıklı birleştirilmiş iki adet helis dişli profili olduğundan, helis dişli büyüklükleri kullanılarak modellenmiştir. Bu büyüklükler ok silindirik vekremayerdişli için ‘Şekil 2.26 ve Şekil 2.27’de verilmiştir.



Şekil 2.26.Ok dişli büyüklükleri



Şekil 2.27.Ok kremayerdişli büyüklükleri

3. KONKAV-KONVEKS DİŞLİLERİN 5 EKSENLİ CNC FREZE TEZGAHLARINDA İMALATI

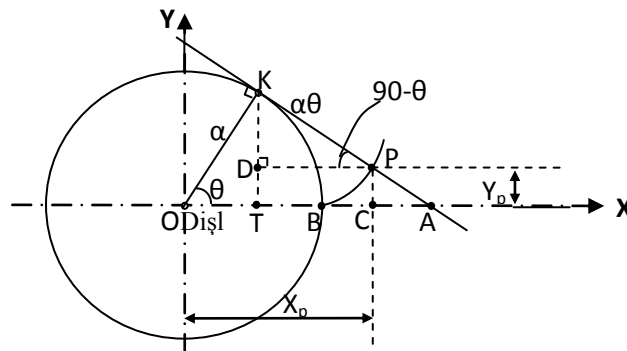
Yapılan bu tez çalışmasında; endüstride CNC freze tezgahlarında bazı dişli imalatlarının yapıldığı [15-25] dikkate alınarak, evolvent profilli dairesel kavisli dişlilerin geleneksel imalat yöntemlerinden farklı olarak 5 eksenli CNC freze tezgahlarında imalatı amaçlandı. Bu şekilde bir imalatı yapabilmek için bu dişlilerin ilk önce evolvent eğrisinin oluşum prensiplerine göre modellenmesi, bu modeli imal edecek çakının seçimi ve CAM kodlarının türetilmesinin gerekli olduğu görülmektedir. Tüm bunlar sırasıyla aşağıda verilmiştir.

3.1. Diş Profil Eğrileri ve Oluşumu

Dişlinin modellenmesine öncelikli olarak bir diş profilinin oluşturulabilmesi için gerekli olan sağ ve sol evolvent eğrilerin denklemleri çıkartılarak başlanmış ve bu denklemler kullanılarak diş profileğrileri modellenmiştir.

3.1.1. Sağ Evolvent Eğri Denklemleri

Şekil 3.1’de görüleceği üzere her eğri için, ani dönme merkezi K olup, evolventi çizen nokta P noktasıdır.



Şekil 3.1. Sağ evolvent oluşum geometrisi

Bu şekle göre parametrik denklemler;

$$X_p = OT + TC$$

$$OT = a \cdot \cos \theta$$

$$TC = a\theta \cdot \cos(90 - \theta) = a\theta \cdot \sin \theta$$

$$Y_p = KT - KD = a \cdot \sin \theta - a\theta \cdot \sin(90 - \theta) = a \cdot \sin \theta - a\theta \cdot \cos \theta = a \cdot (\sin \theta - \theta \cdot \cos \theta)$$

$$x_p = a \cdot (\cos \theta + \theta \cdot \sin \theta) \quad (3.1)$$

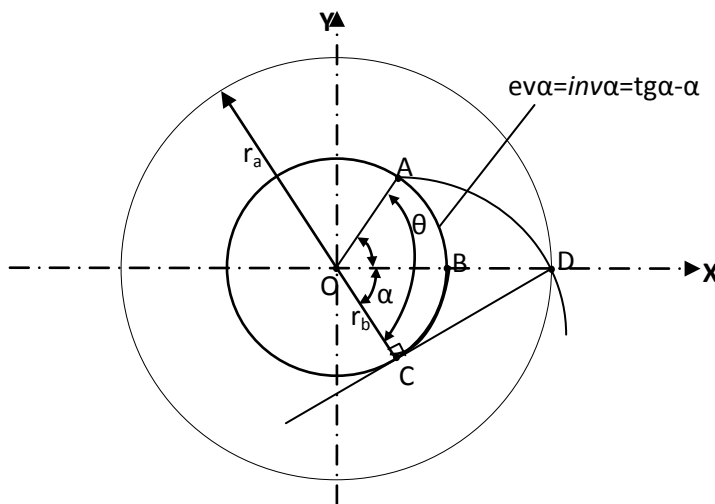
$$y_p = a \cdot (\sin \theta - \theta \cdot \cos \theta) \quad (3.2)$$

Bu denklemler dişli çarka uygulanacak olursa a yerine r_b bölünm dairesi yarıçapı yazılırsa;

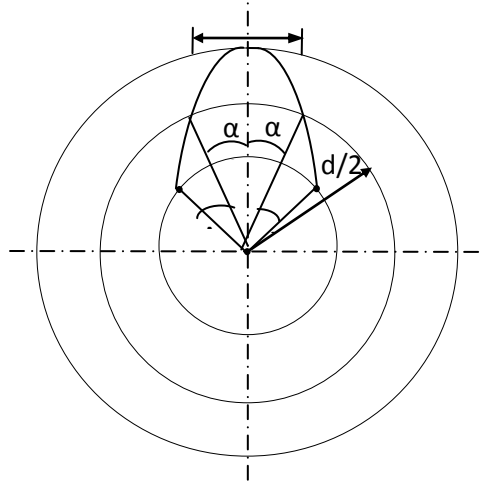
$$x_p = r_b \cdot (\cos \theta + \theta \cdot \sin \theta) \quad (3.3)$$

$$y_p = r_b \cdot (\sin \theta - \theta \cdot \cos \theta) \quad (3.4)$$

Evolvent eğri oluşturulurken yukarıdaki denklemlerdeki θ değeri için aralığı sınır şartı olarak belirlenmiştir.



Şekil 3.2. Solevolvent oluşum geometrisi



Şekil 3.3.Bir diş profili

$$\frac{Sd}{\frac{d}{2}} = 2\alpha$$

$$\alpha = \frac{2Sd}{2d} = \frac{Sd}{d}$$

$$\frac{A\hat{C}}{r_b} = \frac{A\hat{C}}{\frac{d_b}{2}} = (\alpha + inv\alpha)$$

$$A\hat{C} = \frac{S_b}{2}$$

$$\frac{\frac{S_b}{2}}{\frac{d_b}{2}} = \left(\frac{S_d}{d} + inv\alpha\right)$$

$$\frac{S_b}{d_b} = \left(\frac{S_d}{d} + inv\alpha\right)$$

$$S_b = d_b \left(\frac{S_d}{d} + inv\alpha\right) \quad (3.5)$$

α = kavrama veya basınç açısı (20°)

$$AB = ev\alpha = tg\alpha - \alpha$$

$$BC = \text{arc}\alpha$$

$$\alpha + \gamma = \theta$$

$$AC = AB + BC = r_b \cdot (\alpha + \gamma)$$

$$\frac{AC}{r_b} = (\alpha + \gamma)$$

$$AC = r_b \cdot (\alpha + \gamma) = CD = r_b \cdot tg\alpha$$

$$tg\alpha = \frac{CD}{r_b} \Rightarrow$$

$$CD = r_b \cdot tg\alpha$$

$$r_b \cdot (\alpha + \gamma) = r_b \cdot tg\alpha$$

$$\alpha = 20^\circ \text{ için}$$

$$\gamma = tg\alpha - \alpha = ev\alpha = inv\alpha = 0,0014904$$

$$\gamma = tg20^\circ - 0,349066$$

$$\frac{\alpha_D}{180} = \frac{\alpha_r}{\pi}$$

$$\alpha_R = \frac{\pi}{180} \cdot \alpha_D = \frac{\pi}{180} \cdot 20 = \frac{\pi}{9} = 0,349066$$

$$\gamma = tg20^\circ - 0,349066 = 0,363970 - 0,349066$$

$$\gamma_R = 0,014904$$

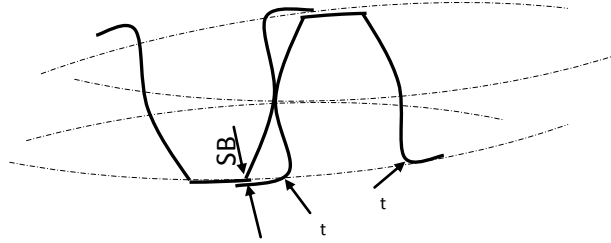
$$\frac{S_b}{r_b} = (\alpha + \gamma) = \theta$$

Solevolventi bulmak için de ;

$$X_p = r_b \cdot \left[\cos\left(\theta + \frac{S_b}{r_b}\right) + \theta \cdot \sin\left(\theta + \frac{S_b}{r_b}\right) \right] \quad (3.6)$$

$$Y_p = r_b \cdot \left[\sin\left(\theta + \frac{S_b}{r_b}\right) - \theta \cdot \cos\left(\theta + \frac{S_b}{r_b}\right) \right] \quad (3.7)$$

Diş dibi kavis yarıçapı (ρ_t) ' yi aşağıda çıkarılmış olan denklemler yardımıyla hesaplanır.



Şekil 3.4. Diş dibi Radius yarıçapı

S_B = Diş baş boşluğu

r_T = Çakının köşe radiusu

DIN standartlarına göre :

- 1) $S_B = 0,25 M$ $r_T = 0,3 M$: Genel amaçlar için
- 2) $S_B = 0,35 M$ $r_T = 0,35 M$: Taşlanmış ve tıraşlanmış dişliler için
- 3) $S_B = 0,40 M$ $r_T = 0,38 M$: Uçak mekanizmalarındaki dişliler için

Bunlara göre diş dibi radiusu (ρ_t) :ninhesabı :

Tashihli dişlilerde;

$$\rho_t = r_T + \frac{\left[(M + S_B) - x.M - r_T \right]^2}{\frac{d}{2} + (M + S_B) - x.M + r_T} \quad (\text{mm}) \quad (3.8)$$

X=0 için tashihsiz dişlilerde ise ;

$$\rho_t = r_T + \frac{\left[(M + S_B) - r_T \right]^2}{\frac{d}{2} + (M + S_B) + r_T} \quad (\text{mm}) \quad (3.9)$$

Hesap : (DIN)

$$S_B = 0,166 M$$

$$r_T = 0,25 M$$

m = 4 mm olduğundan ;

$$\frac{d}{2} = \frac{m.Z}{2} = \frac{4.25}{2} = 50 \text{ mm}$$

$$Z=25$$

$$S_B = 0,166.4 = 0,664 \text{ mm}$$

$$r_T = 0,25.4 = 1 \text{ mm}$$

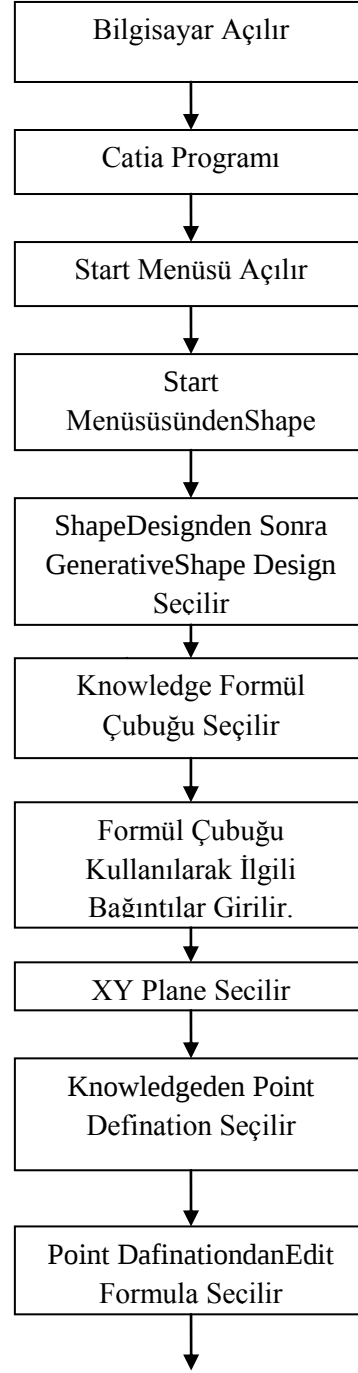
$$\rho_t = 1 + \frac{(4 + 0,664) - 1}{50 + (4 + 0,664) + 1} = 1 + \frac{(3,664)^2}{55,664} \cong 1,25 \text{ mm}$$

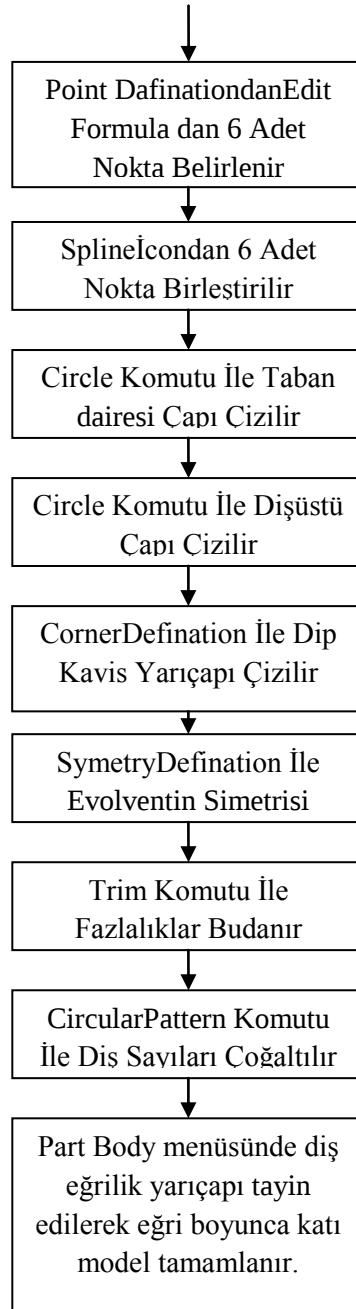
Ayrıca $r_{T_{\min}}$ nin hesabı için ;(ISO/R53 veya DIN 867)

$$r_{T_{\min}} = \frac{S_B}{1 - \sin \alpha} = \frac{0,166.M}{1 - \sin 20^\circ} = \frac{0,166.4}{1 - \sin 20^\circ} \cong \frac{0,664}{0,657} \cong 1,01 \text{ mm}$$

α : Kavrama veya basınç açısı : 20° için

Yukarıda çıkarılmış olan denklemler kullanılarak dişli çarkların diğer temel büyüklükleri yardımı ile CATIA programı kullanılarak dişli çark modellenmiştir. Dişli çark modellenirken kullanılan akış şeması Şekil 3.2’de verilmiştir.





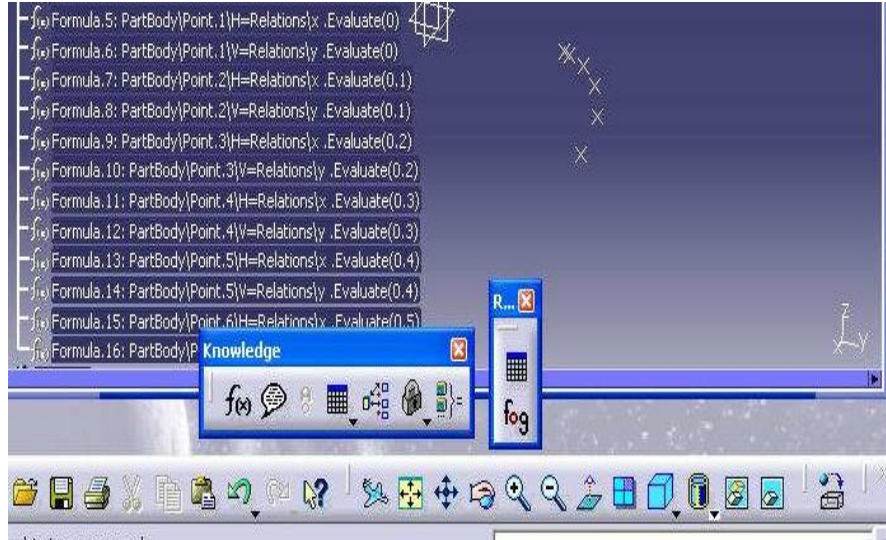
Şekil 3.5. Dişli modellenirken kullanılan akış şeması

Yukarıda verilmiş olan bilgiler ışığında eğrisevolvent profilli dişlilerin modellenmesi Şekil 3.4'te verilmiş olan akış şeması takip edilerek yapılmıştır. Akış şemasında önemli olan adımlar aşağıda verilmiştir. Bölüm 3.1.1'de verilmiş olan matematiksel bağıntılar CATIA V5 R15 programında formül çubuğu kullanılarak uygun adımlarla programa girilmiştir.



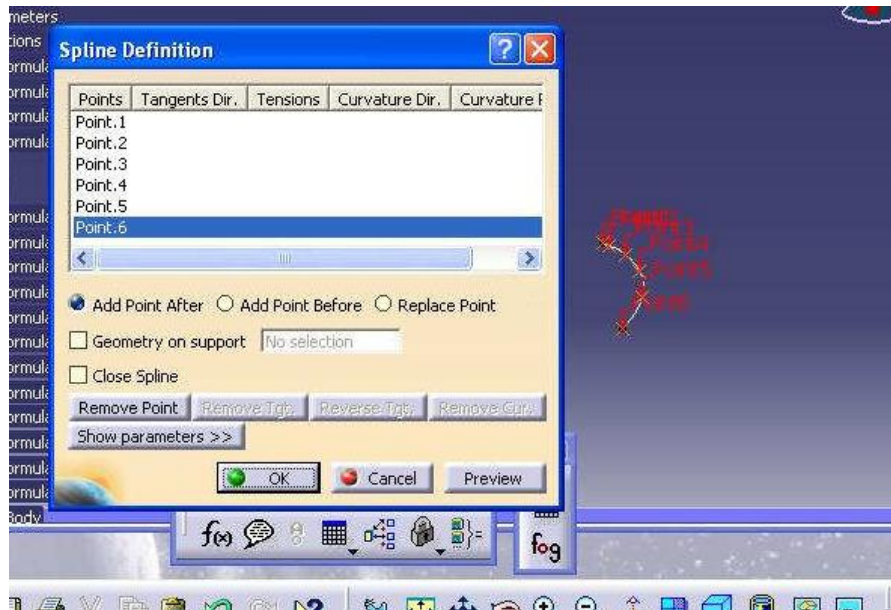
Şekil 3.6. CATIA katı model oluşturmak için formül girme menüsü

Yine aynı menüden dişlinin bütün boyut parametreleri girildikten sonra, evolventeğrisinin en sağlıklı şekilde oluşturulması gerekmektedir. Evolvent eğrisi oluşturulurken evolvent denklemleri kullanılarak optimum nokta tespit edilmiş ve bu noktaların spline ile birleştirilmesi ile evolvent eğri oluşturulmuştur. Eğriyi çizerken dikkat edilmesi gereken bazı noktalar vardır. eğriyi oluştururken optimum nokta sayısı belirlenmelidir. Nokta sayısı arttıkça eğri kontrol edilemez hale gelir. Ayrıca eğride istenmeyen dalgalanmalar meydana gelir[28]. Dolayısıyla 6 adet açısı belirlenmiş ve bu açılar programa girilerek evolvent eğrisini oluşturmak için gerekli olan optimum nokta sayısı olan 6 adet nokta tespiti yapılmıştır[29-30].



Şekil 3.7.a.CATIA evolvent eğrisi oluşturmak için nokta tespiti

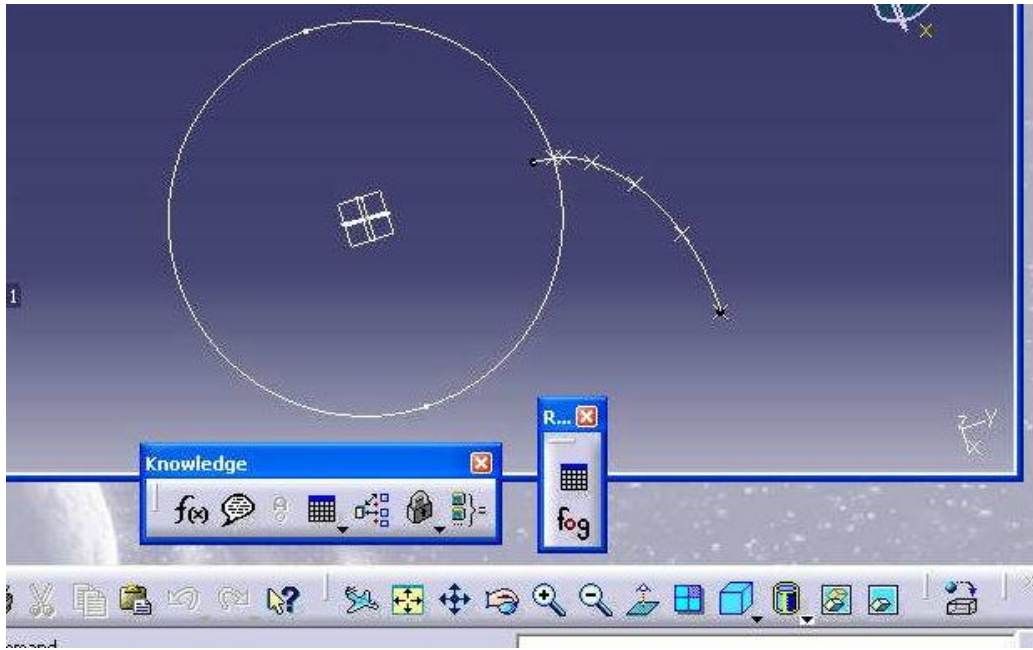
Daha sonra bu noktalar ilgili komut kullanılarak işaretlenmiş ve bu işaretler eğri yardımı ile birleştirilerek evolvent eğrisi oluşturulmuştur.



Şekil 3.7.b.Evolvent eğrisinin oluşturulması

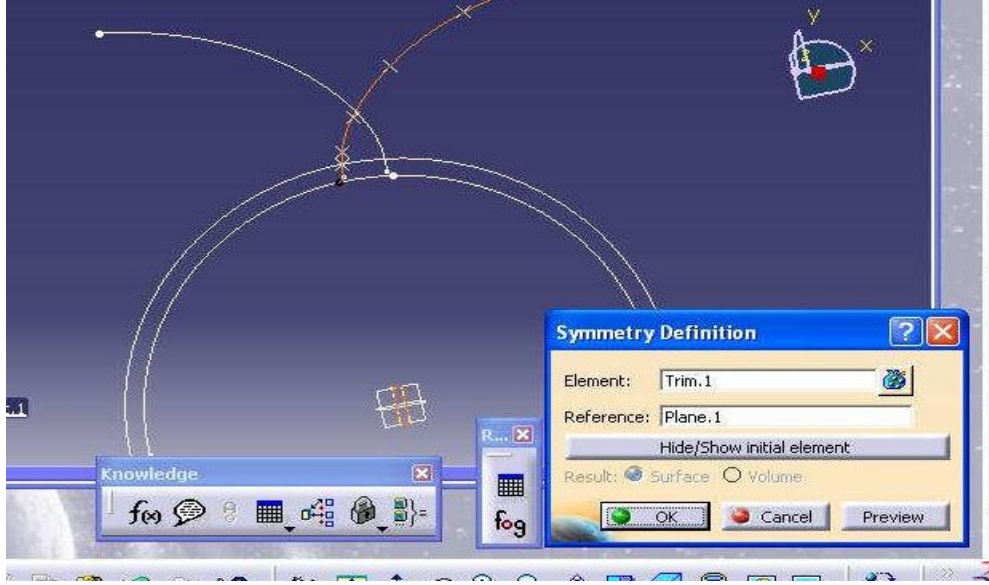
3.2. Dişli Çarkın Modelinin Oluşturulması

Literatürde dişli çarklar ve bu çarkları imal eden çakıların modellenmesine yönelik değişik metotlar kullanılmıştır [32-37]. Bu çalışmada dişli çark modellenirken CATIA programı kullanılmıştır. Bir diş profili için gerekli olan eğri bölüm 3.1’de oluşturulduktan sonra programa girilmiş olan ilgili formüller vasıtası ile taban dairesi çizilmiştir.



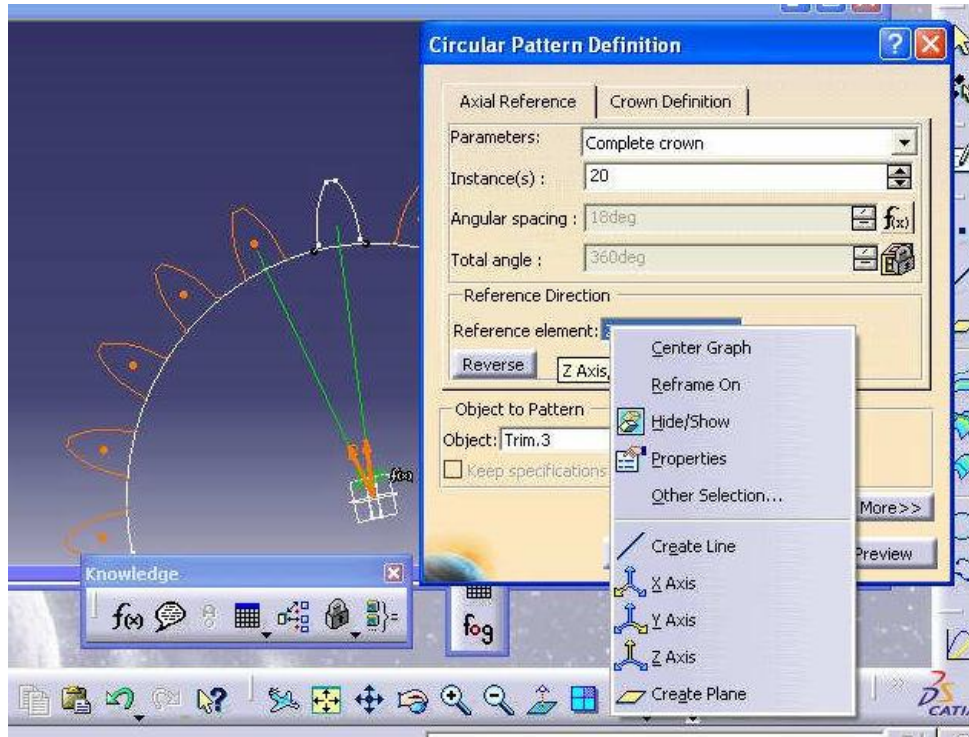
Şekil 3.8. Diş dairesinin oluşturulması

Daha sonra da aynı adım ile ilgili formülden taksimat dairesi çizilir ve evolvent eğrisinin bir diş profilinin oluşturulması için de diş kalınlığı değerinde taban dairesi üzerinde atlanarak simetrik evolvent eğrisi çizilmiştir.



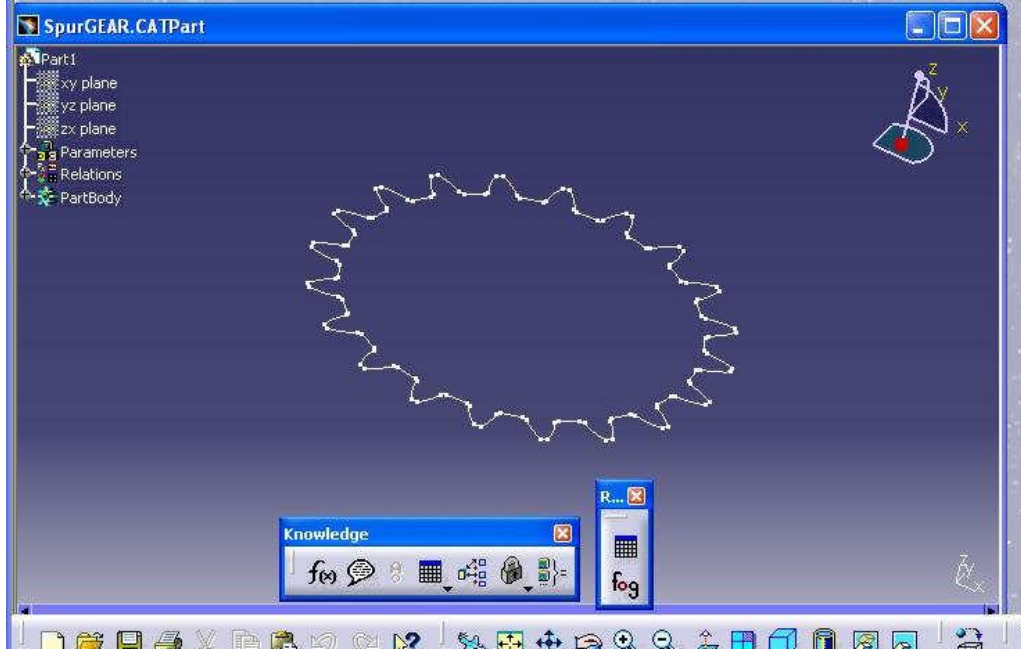
Şekil 3.9.Bölüm dairesinin oluşturulması

Daha sonra, diş üstü çapı da çizildikten sonra fazla kısımlar atılır ve böylece bir diş profili oluşturulmuştur. Oluşturulan bu diş profili diş sayısı kadar taban dairesi üzerinde çoğaltılmıştır.



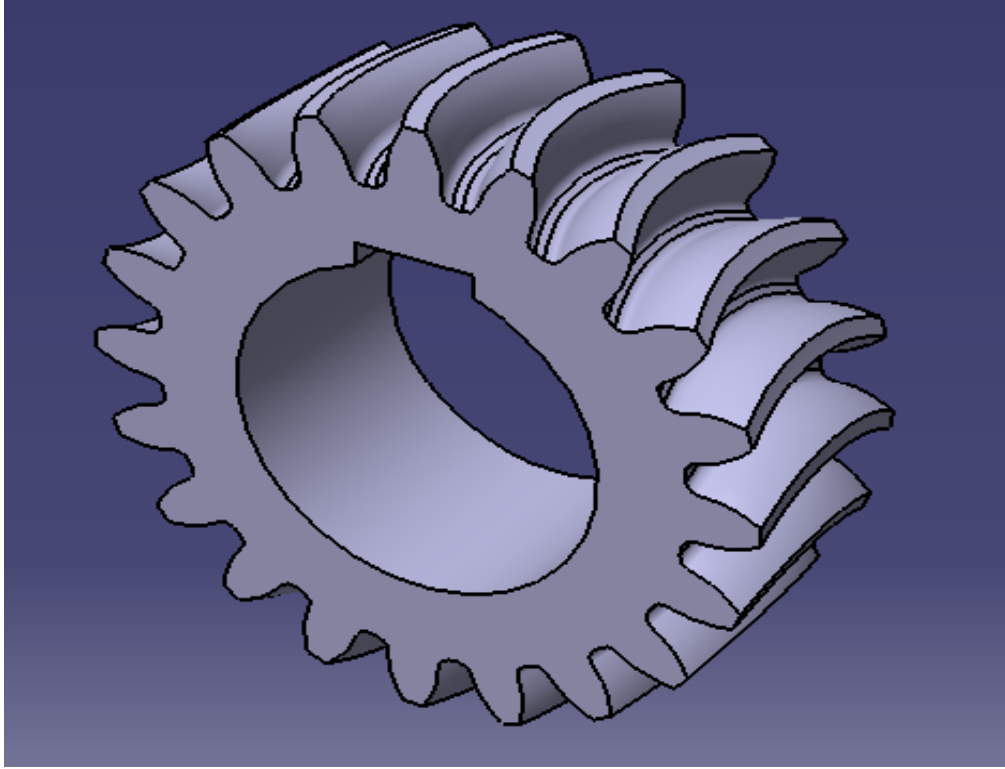
Şekil 3.10. Toplam diş sayısının oluşturulması

Bu dizilme işleminden sonra diş profilinin taban dairesine denk gelen fazla çizgiler temizlenip, bunun sonucunda dişlerin önden görünüş profilleri tamamlanmıştır.



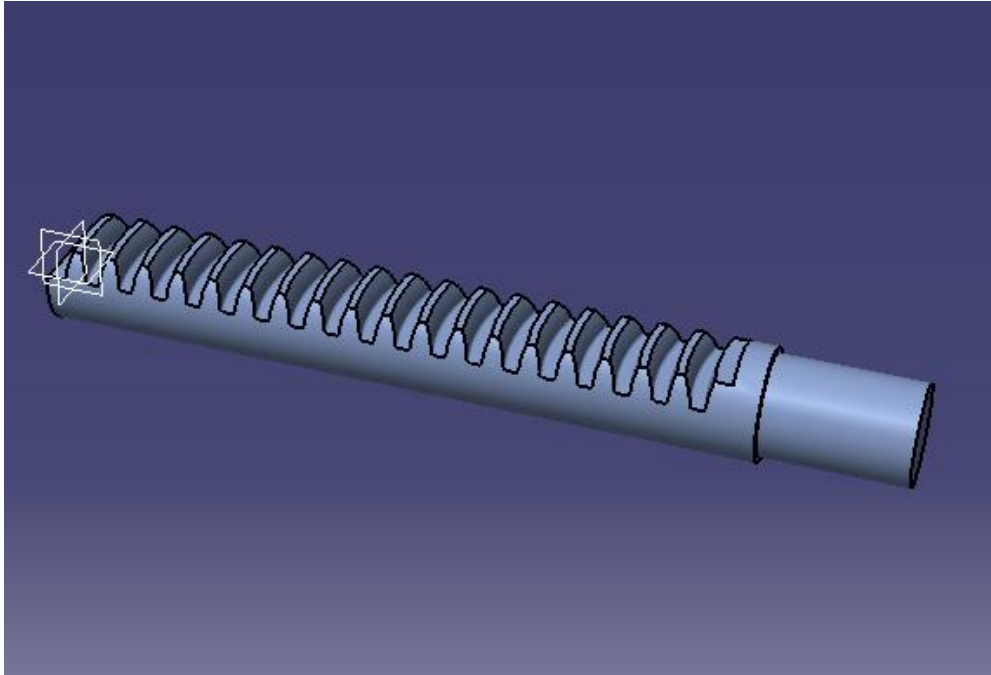
Şekil 3.11. Dişlinin önden görünüş modeli

Dişli profili elde edildikten sonra dişli kalınlığı boyunca uygun eğrilik yarıçapında ilgili komut kullanılarak aşağıda verilmiş olan şekilde dişli çarkın modellenmesi tamamlanmıştır.



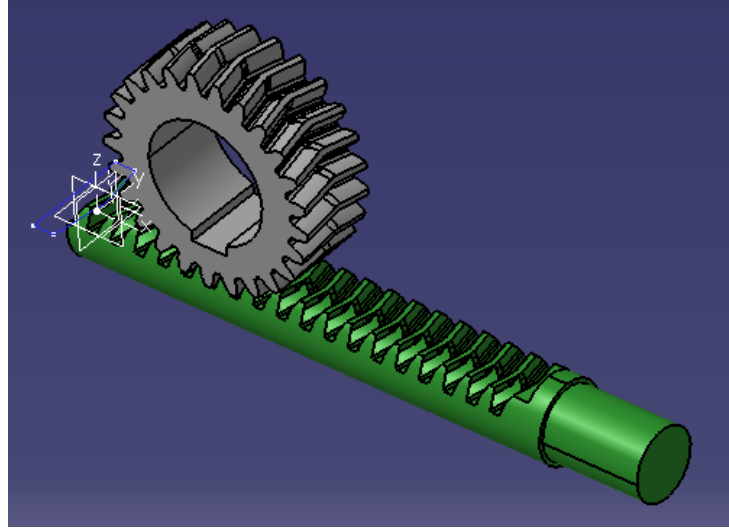
Şekil 3.12. Dişlinin katı modelinin tamamlanması

Aynı mantıktan hareketle kremayer dişlinin de katı modeli oluşturulmuştur.



Şekil 3.13. Kremayer dişlinin katı modelinin tamamlanması

Yine CATIA programı kullanılarak ve bir evolvent diş oluşturma prensibi kullanılarak çavuş dişli(ok dişli) pinyon ve eş çalışan kremayerdişlinin katı modeli oluşturulmuştur.



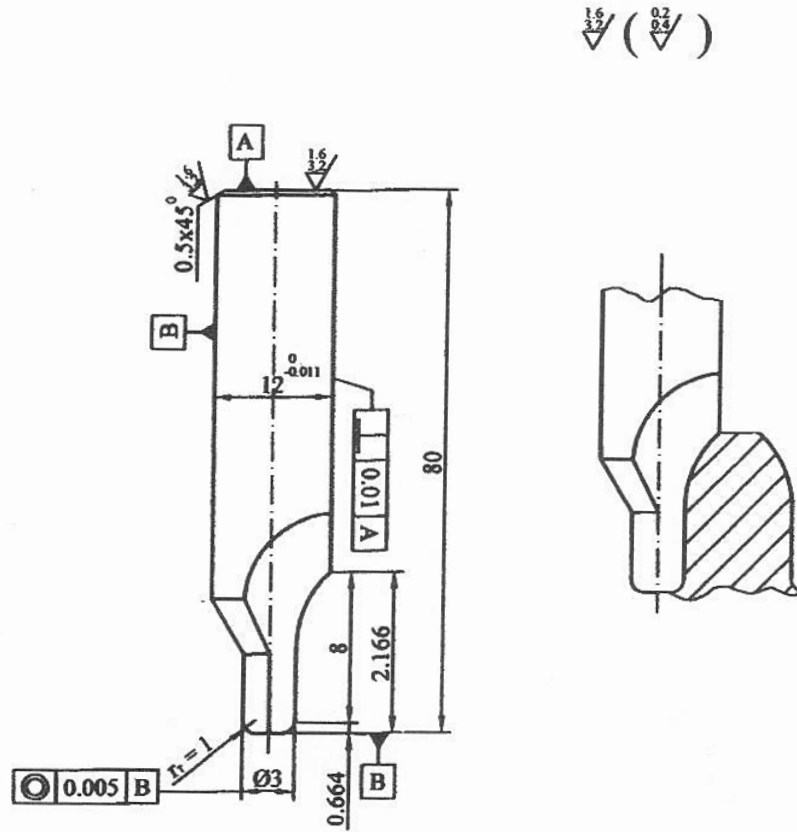
Şekil 3.14.Çavuş dişli (ok dişli) dişli çiftinin katı modelinin tamamlanması

3.3. Dişlilerin İmalat Kodlarının Çıkarılması

Dişlilerin beş eksenli CNC tezgahında imal edilebilmesi için gerekli olan imalat kodlarının çıkarılması gerekmektedir. Bunun için CIMATRON CAD-CAM programı kullanılmıştır. Katı modeli oluşturulmuş olan dişlilerin, bu program kullanılarak ve ilgili komutlar yardımı ile imalat kodları çıkarılmıştır.Parçanın imalatı 2 aşamalı düşünülmüştür. İlk aşamada dişli taslağı üzerinden kaba pasolar alınarak taslak imalata uygun bir hale getirilmiş ve daha sonra da evolvent profile sahip çakı imal edilerek bu çakı vasıtası ile dişlilerin imal edilmesi sağlanmıştır.Dişlinin ince işlemleri yapılırken evolvent profili elde edebilmek için evolvent ağızlı parmak freze çakısı tasarlanmıştır.

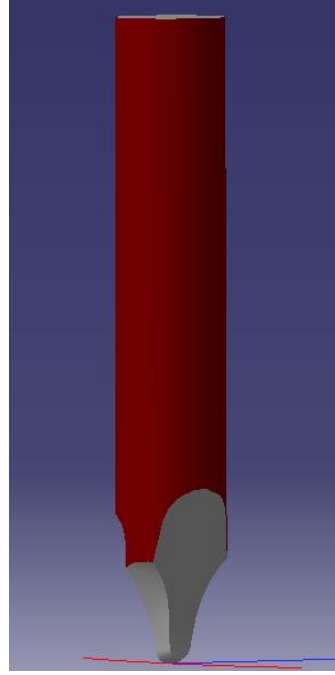
Bu tasarımda;çakının kesmeağzının evolventi için,dişli modellenirken

kullanılan denklem 3.3 ve denklem 4.4 kullanılarak evolvent eğrisi oluşturulmuş ve bu evolvent eğri kullanılmıştır. Çakının uç kısmı, dişlinin diş dibi kalınlığından küçük tutulmuştur. Ayrıca çakının uç radyüsü diş dibi ρ_t kavis yarıçapıyla aynı seçilmiştir. Çakının kesici ağız sayısı imalat olanaklarına göre bir adet yapılmıştır. Bu prensiplere göre tasarlanan çakının imalat resmi Şekil 3.15'te verilmiştir.

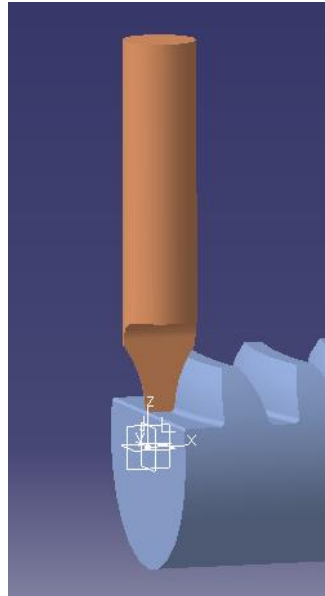


Şekil 3.15. Parmak freze çakısı teknik resmi

Tasarlanan bu parmak ferze akısının, CATIA programı kullanılarak katı modeli oluşturulmuştur (Şekil 3.16-3.17).



Şekil 3.16. Evolventprofilili parmak freze çakısının katı modelinin tamamlanması



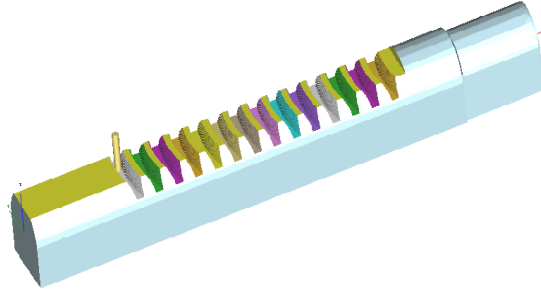
Şekil 3.17. Evolvent profilili parmak freze çakısının bir diş profilini oluşturma şekli

3.3.1. Evolvent Profilli Parmak Freze Çakısının İmalat Kodlarının Çıkarılması

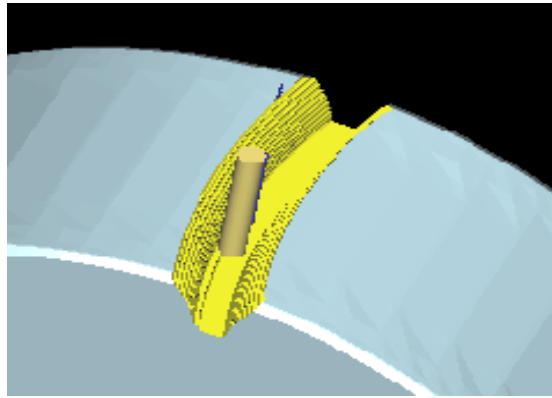
Çakının katı modeli CATIA programı vasıtası ile oluşturulduktan sonra tel erezyontezgahları için G kodları türetmekte yaygın olarak kullanılan GOElan CAD-CAM programı kullanılarak çakının imalat kodları türetilmiştir. Türetilen bu imalat kodları bu çalışmanın ekler bölümünde sunulmuştur.

3.3.2. Konkav-KonveksKremayer ve Pinyon Dişlinin İmalat Kodları

Eğriselevolvent profilli kremayer ve pinyon dişlinin katı modelleri CATIA CAD-CAM programı kullanılarak tamamlandıktan sonra, bu modeller CIMATRON CAD-CAM programına aktarılmış ve bu program vasıtası ile dişlilerin imalatı için gerekli olan imalat kodları çıkarılmıştır. Çıkarılan bu imalat kodları yine programa ait olan simülasyon programında test edilmiş ve gerekli düzenlemeler yapılarak kodların düzenlenmesi tamamlanmış ve imalat için hazır hale getirilmiştir. Çıkarılan bu imalat kodları bu çalışmanın ekler bölümünde sunulmuştur.



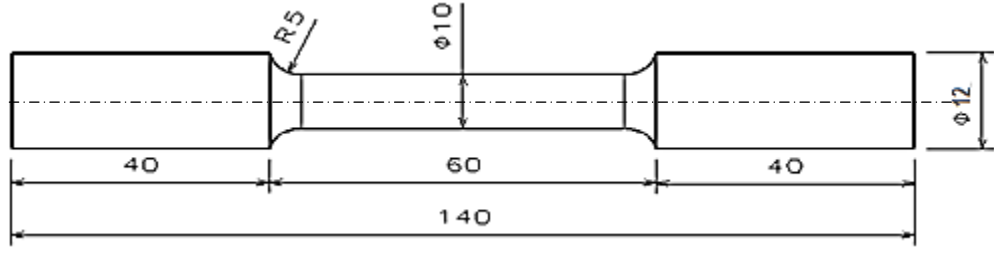
Şekil 3.18. Kremayer dişli imalat simülasyonu



Şekil 3.19. Pinyon dişli imalat simülasyonu

3.4. Dişli İmalatında Kullanılan Malzemelerin Özelliklerinin Tespiti

Bu araştırmada sanayide genellikle dişli yapımında kullanılan bir termoplastik malzeme olan PEEK (Polietereterketon) malzeme kullanılmıştır. Malzemenin mukavemet özelliklerinin tespitine yardımcı olması maksadıyla PEEK malzemedan TSE 138 standardına göre çekme numunesi hazırlanmıştır (Şekil 3.20).



Şekil 3.20. PEEK malzemesinin çekme numunesi

Hazırlanan bu numune bilgisayar donanımlı UTEST marka çekme deneyi tezgahına bağlanmış ve çekilmiştir (Şekil 3.21).



Şekil 3.21. Çekme deney tezgahı

Çekme sonucu elde edilen değerler Tablo 3.1’de görülmektedir.

Tablo 3.1. PEEK malzemenin mukavemet değerleri

Akma Gerilmesi σ_{ak} (N/mm ²)	Akma Gerilmesi Altında Uzama ε_s (%)	Kopma Gerilmesi σ_K (N/mm ²)	Kopma Gerilmesi Altında Uzama ε_R (%)	Darbe Dayanımı a_n (kj/m ²)	Elastisite Modülü E_t (N/mm ²)
110	4,9	75	20	15	4400

Bunun dışında, yapılan CATIA programlarının elik malzemelerde de denenmesi için seçilen St60 malzemesinin mukavemet özellikleri de Tablo 3.2’de görülmektedir.

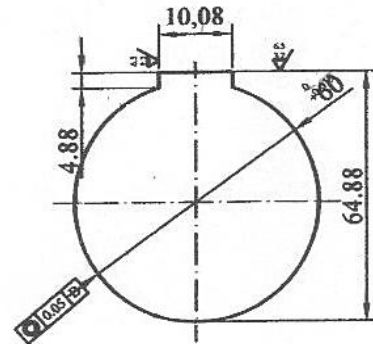
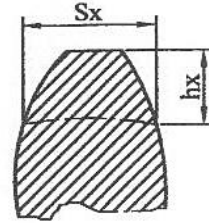
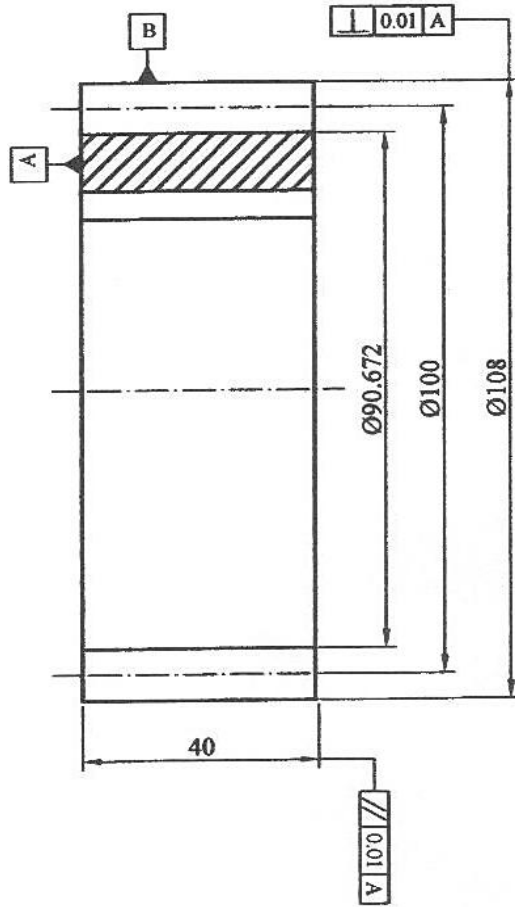
Tablo 3.2. St60 eliğinin mukavemet değerleri

İmalat eliği	Kopma Gerilmesi σ_K (N/mm ²)	Akma Gerilmesi σ_{ak} (N/mm ²)	Dalgalı Yüklemede ekme Gerilmesi $\sigma_{D}$ (N/mm ²)	Dalgalı Yüklemede Eğilme Gerilmesi σ_{eD} (N/mm ²)	Dalgalı Yüklemede Burulma Gerilmesi τ_{bD} (N/mm ²)
St60	600	380	260	320	180

Araştırmada  tip dişli üzerinde durulmuştur. Bu dişliler, düz evolventprofilli dişliler, ok evolventprofilli dişliler, konkav-konveksevolvent profilli dişlilerdir. Bu dişlilere ait teknik resimler aşağıda verilmiştir.

$\frac{3.2}{1.6} \sqrt{\text{A}}, \left(\frac{6.3}{3.2} \sqrt{\text{A}} \right)$

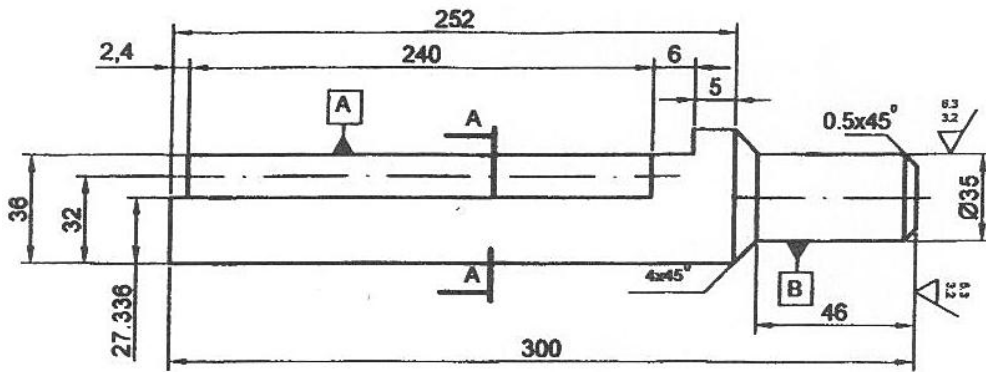
Büyükükler	Sembol	Değeri
Modül	M	4
Dis sayısı	Z	25
Ölçülen diş kalınlığı	Sx	6.28 mm.
Ölçülen diş yüksekliği	hx	4.10
Ölçülen hatve uzunluğu	Wk	30.958 mm.



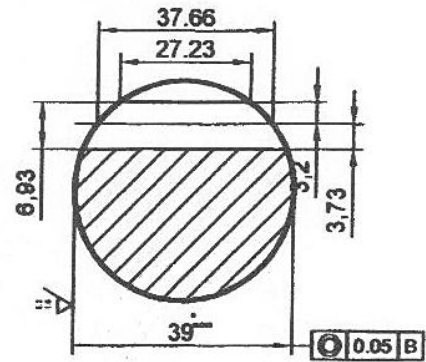
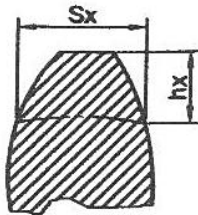
Şekil 3.22. Düzevolventprofilli dişli teknik resmi

$$\frac{3.2}{1.6}, \left(\frac{6.3}{3.2} \right)$$

Büyüklükler	Sembol	Değeri
Normal modül	Mn	4
Diş sayısı	Z	25
Ölçülen diş kalınlığı	Sx	6.28 mm.
Ölçülen diş yüksekliği	hx	4.10 mm.
Ölçülen halfe uzunluğu	Wk	30.958 mm.

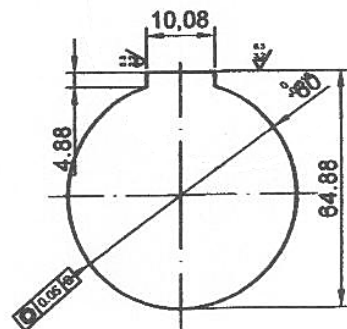
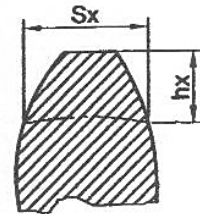
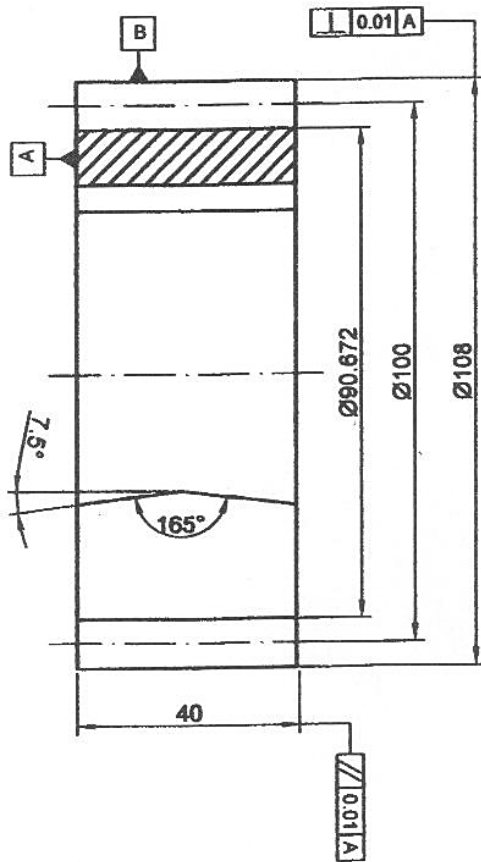


A - A Kesiti:



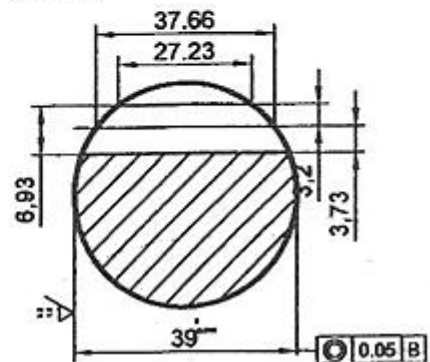
Şekil 3.23. Düzevolventprofilili kremayer dişli teknik resmi

Büyüklikler	Sembol	Değeri
Normal modül	Mn	4
Dis sayısı	Z	25
Ölçülen diş kalınlığı	Sx	6.28 mm.
Ölçülen diş kalınlığı	hx	4.10 mm.
Ölçülen halatve uzunluğu	Wk	30.956 mm.



50

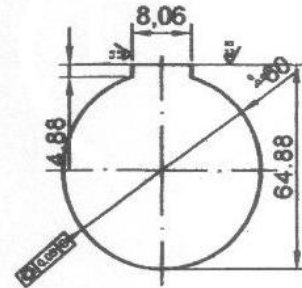
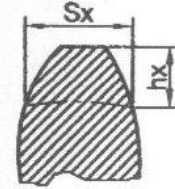
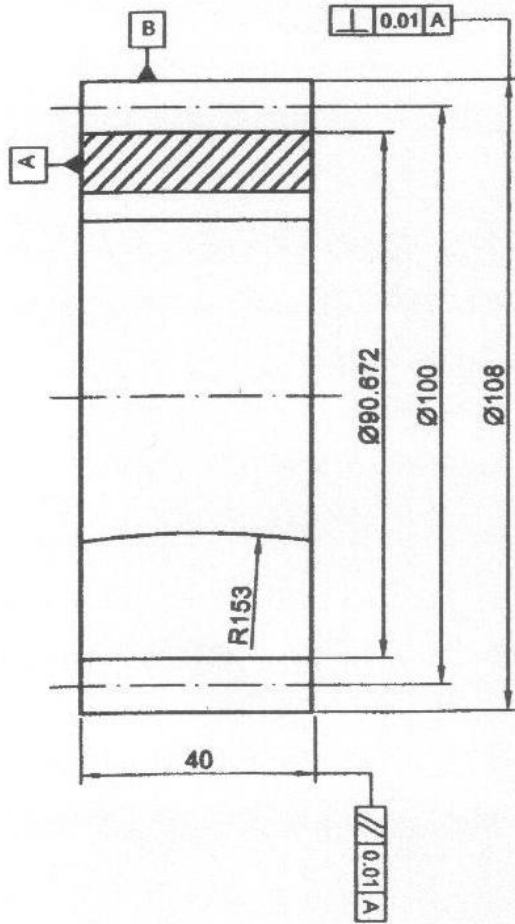
Büyüklükler	Semböl	Değeri
Normal modül	Mn	4
Dis sayısı	Z	25
Ölçülen diş katınlığı	Sx	6.28 mm.
Ölçülen diş yüksekliği	hx	4.10 mm.
Ölçülen hâbe uzunluğu	Wk	30.958 mm.



51

$\sqrt[3.2]{1.6} / \left(\sqrt[6.3]{3.2} \right)$

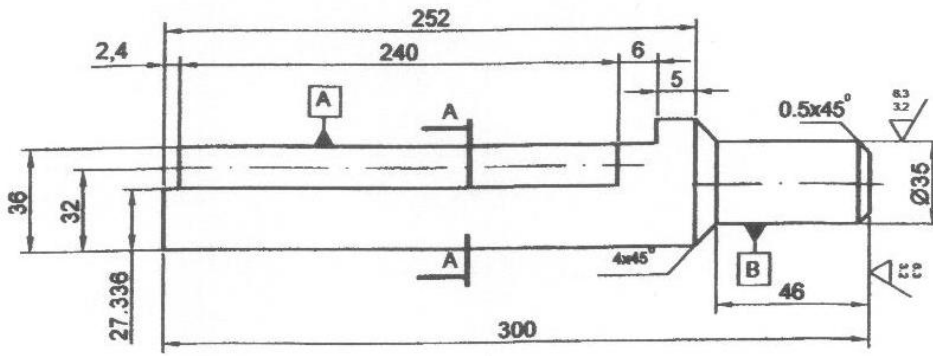
Büyüklükler	Sembol	Değeri
Modül	M	4
Diş sayısı	Z	25
Ölçülen diş kalınlığı	Sx	6.28 mm.
Ölçülen diş yüksekliği	hx	4.10 mm.
Ölçülen hatve uzunluğu	Wk	30.958 mm.



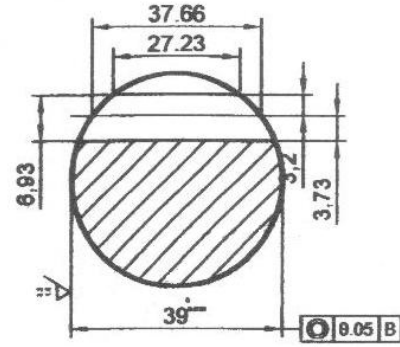
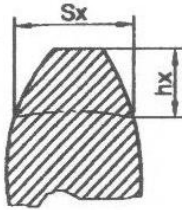
Şekil 3.26. Evolvent profilli konkav-konveks dişli

$$\frac{3.2}{1.6} \sqrt{\frac{6.3}{3.2}}$$

Böyüklükler	Sembol	Değeri
Normal modül	Mn	4
Dis sayısı	Z	25
Ölçülen diş kalınlığı	Sx	6.28 mm.
Ölçülen diş yüksekliği	hx	4.10 mm.
Ölçülen halfe uzunluğu	Wk	30.958 mm.

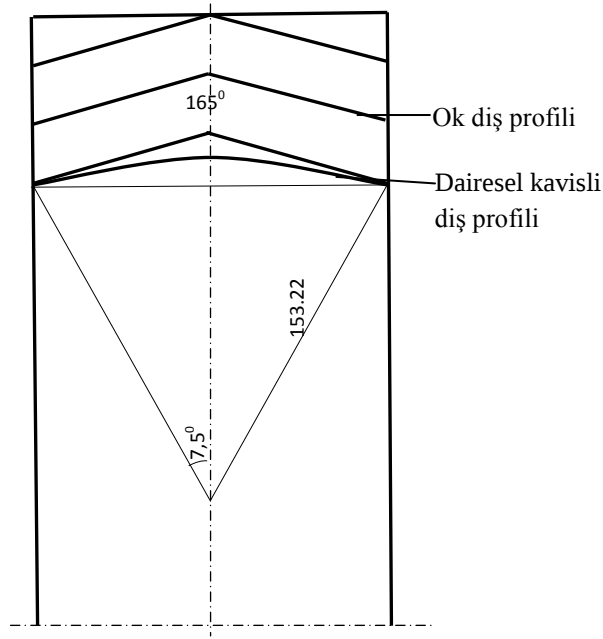


A - A Kesiti:



Şekil 3.27. Evolvent profilili konkav-konveks kremayer dişli

Bu araştırmada ok dişli oluşturulurken; 153 mm eğrilik yarıçapına sahip olan konkav-konveks dişli ile mukayesesi yapılacağından eğrilik yarıçapına teğetler, ok dişlinin diş profili olarak kabul edilmiştir. Bu kabul sonucunda ok dişlinin helis açısı $7,5^0$ olarak tespit edilmiştir (şekil 3.28).



şekil 3.28. Ok dişlinin bir diş profilini oluşturma mantığı.

Üç ayrı tip dişlinin açımı için önce 3 mm ęapında standart parmak freze ęakısı temin edilmiştir. Daha sonra da modül 4'e uygun evolvent profilli parmak frezenin imalatı için 12 mm ęapındaki HSS malzeme kullanılmıştır. Bu malzeme CHARMILLES marka 4 eksenli telerezyon tezgahına bağlanarak, modül parmak frezenin imalatı için daha önce katı modeli oluşturulmuş olan ęakının, CATIA programı ile G ve M oluşturulmuş ve bu kodlar, telerezyon tezgahına y¼klenerek ęakının imalatı yapılmış ve imal edilen ęakının ağız alet bileme tezgahında bilenerek hazır hale getirilmiştir

Dişlilerin imalatında kullanılan FANUC marka 5 eksenli CNC tezgahı şekil 3.27'de g¼r¼lmektedir. Daha önceden ęıkarılmıř olan imalat kodları bu tezgahın bilgisayarına girilmiştir. Hazırlanan dişli taslaklarının kremayer tipleri direk

tezgahıtablasına bağlanmış, silindirik tipte olanlar da, malafalar yardımı ile tezgahın döner tablasına bağlanarak açılmaya hazır hale getirilmiştir.



Şekil 3.29. FANUC marka beş eksen CNC freze tezgahı.

3.5. Dişlilerin İmalatı

Dişlilerin CNC freze tezgâhında imal edilebilmesi için tezgâhın hazır hale getirilmesi gerekir. Bunun için;

- İmalât esnasında kullanılacak takımların döner tablaya yerleştirilmesi,
- Önceden hazırlanan dişli taslaklarının ofsetlenmesi,
- Takımların boylarının ölçülmesi,
- Tezgâhın çalıştırılması işlemlerinin yapılması gerekir.

Bunların özet olarak yazacak olursak;

3.5.1. İmalat Esnasında Kullanılacak Takımların Döner Tablaya (Tarete) Yerleştirilmesi

Bunun için yapılan işlemler sırasıyla;

- 1) Mod seçme düğmesini konumuna getir,
- 2) Bir numaralı çakıyı (3mm çaplı parmak freze) pense tak ve iş miline yerleştir (T₁)
- 3) Vakum düğmesine bas,
- 4) MDI konumuna al,
- 5) PROG tuşuna bas,
- 6) Klavyeden T₁ yaz,
- 7) M6 yaz,
- 8) EBO (;) bas,
- 9) INSERT tuşuna bas,
- 10) Cyclestart'a bas,

Birinci takım döner tablanın 01 numarasına yerleşir. Aynı yolla ikinci takımı (sağ evolvent parmak freze) döner tablanın 02 numarasına yerleştir. Daha sonra üçüncü takım (sol evolvent parmak freze) döner tablanın 03 numarasına yerleştir ve dişlilerin açımında kullanılacak takımlar işlem sırasına göre döner tablaya (tarate) yerleştirilmiş olur.

3.5.2.Önceden Hazırlanan Dişli Taslaklarının Ofsetlenmesi (Sıfırlanması)

Bunun için sırasıyla;

- 1) İş miline sıfırlama yap,
- 2) Prop'u iş miline tak (küre çapı 10 mm),
- 3) Mod seçme düğmesini el ile çalışma konumuna al,
- 4) Propu iş parçasına x yönünde değdir,
- 5) Klavyeden POS tuşuna bas,
- 6) Ekranın altında REL tuşuna bas,
- 7) X tuşuna bas,
- 8) ORIGIN tuşuna bas,

9) Prop ucu 10 mm çapta olduğundan iş milini yukarıya doğru kaldır ve taslak ile irtibatını kes, el tekeri yardımı ile prop uç yarı çapı kadar (5mm) + X eksen yönünde taslağı hareket ettir. Böylece x eksen yönünde sıfır noktası bulunur.

10) POS tuşuna bas,

11) ALL tuşuna bas,

12) Açılan machine'ye X değerini yaz.

13) Aynı işlemi Y eksen içinde yap.

14) X ve Y değeri (el tekeri ile) sıfırlandıktan sonar (X= 0.000 Y = 0.000) ekranın altındaki ALL tuşuna bas.

15) Ekrandaki machine'den X,Y değerlerini bir kağıda yaz,

16) İş milinden propu çıkar, klavyeden OFFSET SETTING'e bas, ekranın altındaki GEOMETRY tuşuna bas ve H ile D yarı çap değerlerini bir daha kontrol et şayet yazılmayan varsa yaz. (H takım boyu, D takım yarıçapıdır.)

17) POS tuşuna bas

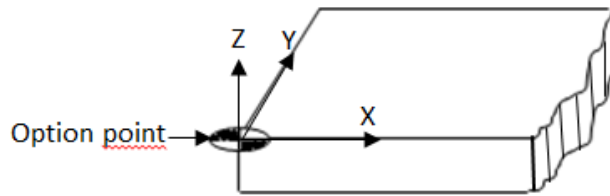
18) Z değeri için ilk takımı tekrar tarete tak

19) İş milini sıfırla,

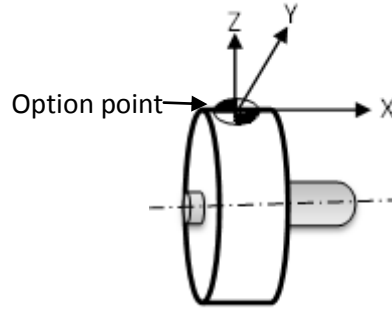
20) Mod seçme düğmesini MDI konumuna getir,

21) SI500 M03E0B bas, INSERT'e bas, CYCME START'a bas,

22) Dönen takımı parçanın optionpoint noktasına üstten değdir ve dışarı çıkar,



Şekil 3.30.Kremayer dişli



Şekil 3.31. Kremayer dişli

- 23) İş milinin dönmesini durdur (RESET'e bas)
- 24) POS tuşuna bas,
- 25) ALL tuşuna bas,
- 26) İş mili ile parça optionpointleri arasındaki mesafeyi topla,
- 27) Bulunan toplam Z değerini WORK OFFSET dosyasına yaz,
- 28) Klavyeden OF/SET tuşuna bas,
- 29) Ekranın altındaki WORK'a bas,
- 30) Kürsörü sıfırlama yapılacak konuma al, (G54,...,G59),
- 31) MACHINE dosyasında;
X,Y,Z değerlerini G54'e kaydet
- 32) INPUT'a bas,
- 33) Takıları tekrar yerine tak ve RESET yap.
- 34) Soğutma suyunu aç,
- 35) Yüklenen CATIA programını çağır, bunun için; Mod seçici düğmesini EDIT'e al,
- 36) PROG düğmesine bas,
- 37) DIR'a bas,
- 38) Yüklenen program ekrana gelir,
- 39) Kürsör programın başında olmalı, orada olmazsaRESET'e basarak başa getir,
- 40) MOD seçici düğmesini MEMORY'e al.
- 41) SINGLE BLOCK tuşuna basarak kapak,
- 42) Freze tezgahının kapısını kapat,
- 43) START düğmesini basarak tezgahı dişli imalatına başlat.

3.5.3. Takımların Boylarının Ölçülmesi

İşlem esnasında, takım boyları farklı uzunluklarda olabilir. Bu uzunlukları denkleme için, takım boyları ölçülerek aradaki farklar tezgah dosyasına yazılarak giderilir. Bunun için;

1. İş milini referans gönder. Gidip gitmediğini anlamak için, MOD seçme düğmesini (~) konumuna al. Tezgah alarm veriyorsa, iş mili referans konumundadır,
2. Programda kullanılacak tüm takımlar, işlem sırasına göre sıralanır,
3. MOD seçme düğmesini el çarkı konumuna al (⊗),
4. Komparatör saatini, tablaya dik konumda bağla El çarkı ile iş milini alını komparatörün ucuna dokundur (küçük ibre 1, büyük ibre 0) olacak şekilde ayarla,
5. Klavyeden POS tuşuna bas,
6. Ekranın altında REL tuşuna bas,
7. Klavyeden Z tuşuna bas, ekranda Z yanıp söner. Origin tuşuna bas ve Z değerini sıfırla,
8. İş milini el çarkı ile yukarı kaldırarak, referansa gönder ve boyu ölçülecek ilk takımı (3 mm parmak freze) iş miline tak. (T_1),
9. İş miline bağlanan takımın kesme yapan uç noktasını, komparatörün ucuna değdir. El çarkı ile -Z yönünde ayarlamalar yaparak, komparatörün küçük ibresi 1, büyük ibresi 0 olacak şekilde ayarla. Sonra POS ve REL tuşuna bas,
10. Ekranda okunan Z değeri takım boyunun (H_1) ölçüm değeridir. Bu değeri bir kağıda yaz,
11. Diğer sağ ve sol evolvent profillere sahip olan modül parmak frezelerinde aynı yöntemle boylarını ölç (H_2) ve (H_3) bir kağıda yaz.
12. Kullanılan kesiciler bitince klavyeden OFFSET SETTING tuşuna bas,
13. Ekran altında GEOMETRY tuşuna bas,
14. Tezgâh anahtarı kapalı ise aç,
15. GEOMETRY dosyasında H sütununa sırasıyla H_1, H_2, H_3 boyları yazılır. Daha sonra H_1, H_2, H_3 çakıların yanında bulunan D sütunun sırasıyla G41 ve G42 takım çap telafisi için, kesicilerin yarıçapları yazılır.
16. POS tuşuna basılarak işlem tamamlanır.

3.5.4. Tezgahın Çalıştırılması

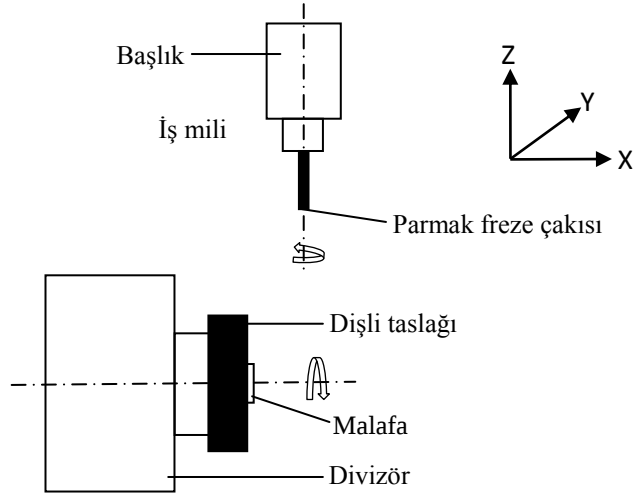
Tezgah iki şekilde çalıştırılır,

- a) Dişlilerin el ile tıklanarak adım adım açılması,
- b) Dişlilerin otomatik açılması, Bu araştırmada otomatik açınım seçildi. Bunun için;
 1. MOD seçim düğmesini EDIT konumuna al,
 2. PROG tuşuna basarak programın ekranda görünmesini sağla,
 3. RESET tuşuna basılarak programı başa al,
 4. MOD seçme düğmesini AUTO konumuna getir,
 5. Ekranın altında bulunan “Program Check” veya “check” tuşuna bas,
 6. SINGLE BLOK sivici OFF konumuna al,
 7. DRY RUN sivicinin OFF konumunda olduğunu kontrol et,
 8. FEED RATE OVERRIDE (G01), RAPID TRAVERSE OVERRIDE (G00) ve SP LOAD METERS (Sd/d) düğmelerini %100 konumuna al,
 9. Tezgahın kapısını kapat,
 10. CYCLE START tuşuna bas.

Bu işlemlerden sonra, dişli açılana kadar, tezgah çalışır, imalat bitince tezgah durma konumuna geçer. Aynı işlemler kramayer dişli açılımı için de tekrarlanır ve dişlilerin açılımı böylece bitirilir. Bu işlemlerin örnekleri fotoğraf olarak bölüm 3’ün alt başlıklarında sunulmuştur.

3.5.5. Konkav-Konveks Evolvent Profilli Dişlinin ve Kremayerinin İmalatı

Bu dişli çark imal edilirken özellikle silindirik dişli için en az dört eksene ihtiyaç duyulmaktadır. Çünkü dikey merkezli işlemede çakı taslak üzerinde ilerlerken yani XY düzleminde hareket ederken kontrollü olarak Z ekseninde de hareket etmelidir. Z ekseninde kontrollü olarak hareket etmediği takdirde diş profili genişlik boyunca her noktada eşit çıkmayacaktır. Dördüncü eksen olarak dişli taslağının diğer diş profillerinin işlenebilmesi için dönmesi gerekmektedir. Dolayısı ile üç doğrusal bir dairesel harekete ihtiyaç duyulmaktadır. Bu faktörler göz önünde bulundurularak 5 eksene sahip freze tezgahı kullanılmıştır. Dişli taslağı freze tezgahına Şekil 3.32’ deki gibi bağlanmıştır.



Şekil 3.32. Dişli taslağının tezgaha bağlanma şekli

Konkav-konveks evolventprofilili dişlinin imalatı iki safhada yapılmıştır. Birinci safhada 3 mm çapındaki klasik parmak freze ile dişli taslağının kabası alınmıştır. (Şekil 3.33) ve (Şekil 3.34).

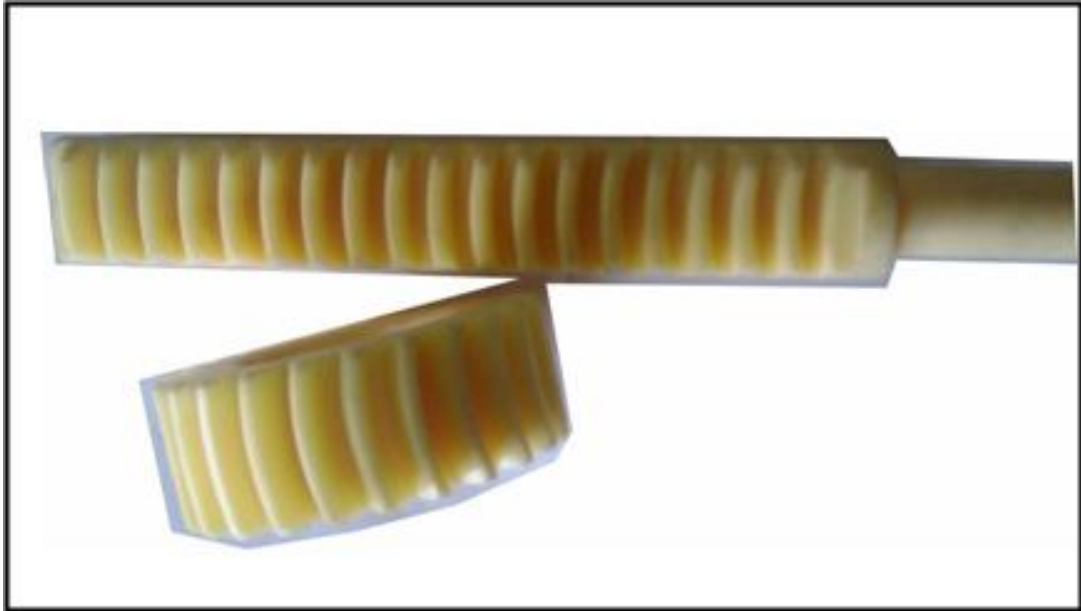


Şekil 3.33. Konkav-konveks dişlinin kaba işlenmesi



Şekil 3.34. Konkav-konveks kremayer dişlinin kaba işlenmesi

Daha sonra da, evolventprofile sahip çakı ile son paso verilerek dişlilerin açımı tamamlanmıştır(Şekil 3.35).



Şekil 3.35. Konkav-konveks evolvent dişli ve kremayeri

3.6. Düz Dişli, Ok Dişli ve Kremayerlerinin İmalatı

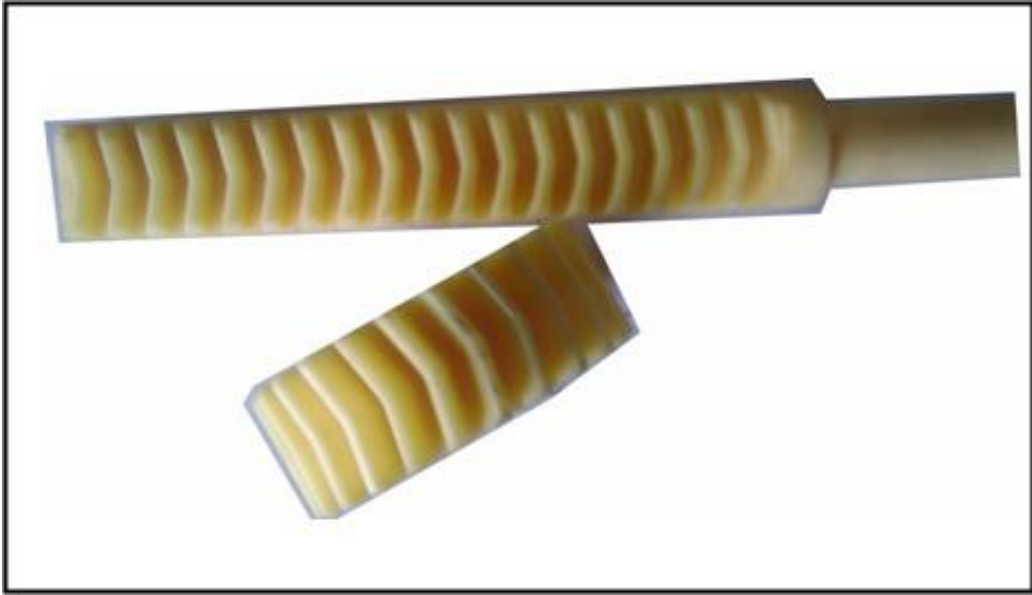
Düz ve ok dişli için de aynı tezgah kullanılmış ve daha önce katı model üzerinden çıkarılmış olan imalat kodları yardımı ile önce dişlilerin kaba paso işlemleri yapılmış ve daha sonra da evolvent profilli parmak freze çakısı ile dişler açılarak dişlilerin imalatları tamamlanmıştır (Şekil 3.36), (Şekil 3.37), (Şekil 3.38) ve (Şekil 3.39).



Şekil 3.36. Ok dişlinin son paso işlenmesi

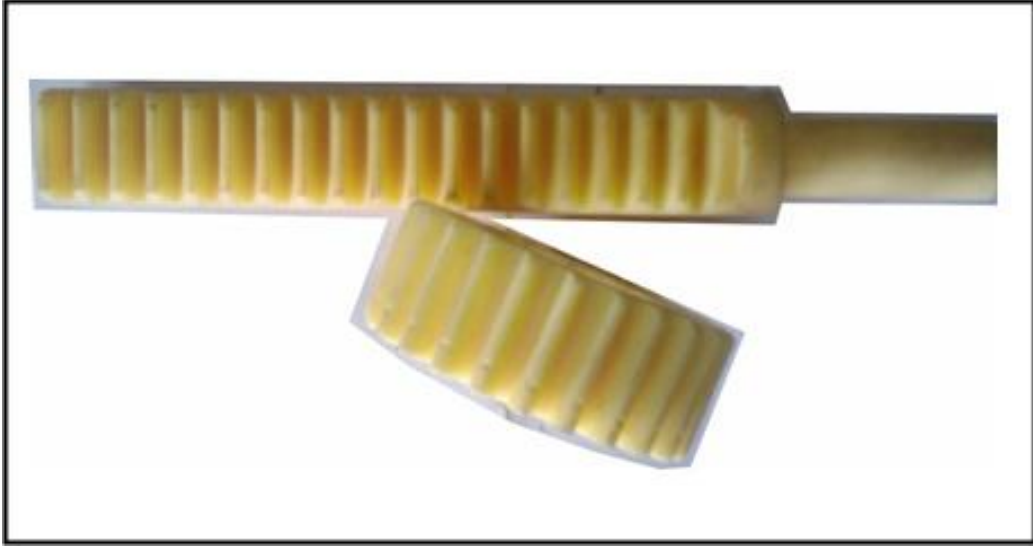


Şekil 3.37. Ok kremayer dişlinin son paso işlenmesi



Şekil 3.38. Ok dişli ve kremayeri

Aynı yolla imal edilmiş düz dişli ve kremayeri Şekil 3.39’da görülmektedir.



Şekil 3.39. Düz dişli ve kremayeri

3.7. Dişlilerin Çelikten İmal Edilmesi

Dişlilerin her üç tipinin de aynı parmak freze çakısı kullanılarak çelik malzeme ile imal edilebilirliğinin araştırılması amacı ile; St60 malzemesinden taslakları hazırlanarak 5 eksenli CNC frezede aynen PEEK malzemenin imal edildiği imalat aşamaları takip edilerek imalatları yapılmıştır (Şekil 3.40-3.41).



Şekil 3.40. St60'tan imal edilmiş düz dişli çifti



Şekil 3.41. St60'tan imal edilmiş ok dişli çifti



Şekil 3.43. St60'tan imal edilmiş eğriselevolvent profilli dişli çifti

4.DİŞLİLERİN ANALİZLERİNİN YAPILMASI

İmalatları yapılan dişli çiftlerinin imalat hassasiyetlerinin ölçülmesi, performans karakteristiklerinin ve biri birlerine göre avantaj ve dezavantajlarının tespiti amacıyla dişli çarklılar bir takım analizlere tabi tutulmuşlardır. Bu analizler; boyut analizi, yük analizi, gürültü analizi ve gerilme analizleridir. Bu analizlere yönelik olarak farklı çalışmalar yapılmıştır. Bu analizler sırasında uygulanan yöntemler ve sonuçları aşağıda sırasıyla ifade edilmiştir.

4.1.Dişlilerin Boyut Analizi

Silindirik düz, ok ve konkav, konveks(eğri) dişliler ile bunların kremayer dişlileri, geometrik boyutları dikkate alınarak hazırlanan CATIA destekli bilgisayar programına göre imal edilmişlerdir. İmal edilmiş olan bu dişlilerin boyutları ile imalat öncesi hesaplanan boyutlarının uyuşup uyuşmadığını kontrol etmek için farklı çalışmalar yapılmıştır[39-44]. Bu çalışmalarda gerçekleştirilen, standart dişli kontrol yöntemi olan;

a)Tek dişten kontrol: Bunun için dişin bölüm daireni üzerindeki kalınlığını (S_x) ve yüksekliğinin (h_x) modül kumpası ile ölçülür.

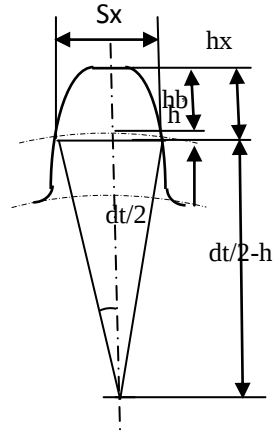
b) Hesaplanan diş sayısına göre, hatve mikrometresi ile hatvelerinin (W_k) ölçülmesidir.

Bu kontrollerin yapılabilmesi için kullanılarak formüller tek tek çıkarılarak, tablolar haline getirildi. Bu tablolara göre hesaplanan büyüklükler kontrol edildi. Yapılan kontroller sonucu dişlilerin doğru açıldığı görüldü.

4.1.1. Tek Dişten Kontrol

Yukarıda anlatıldığı gibi tek dişin modül kumpası ile kontrol edilebilmesi için iki büyüklüğün bilinmesi gerekir. Bunlardan biri bölüm dairesi üzerindeki diş kalınlığı (S_x) değeri de bölüm dairesinden diş başına kadar olan yükseklik (h_x) dir.

a) S_x 'in hesabı :



Şekil 4.1. Tek diş profili

$$S_x = dt \cdot \sin \gamma_D \quad (4.1)$$

γ değeri α_0 cinsinden ifade etmek, hesaplamaları daha somut hale getirir.

— — olduğundan,

$dt = m \cdot Z$ olduğundan, formüldeki yerlerine yazılırsa;

$$\frac{d}{dt} \left(\int_{\Omega} u^k dx \right) = - \int_{\Omega} u^{k+1} dx + \int_{\Gamma} u^k dx \quad (4.2)$$

$S_x = dt \cdot \sin \gamma_D$ yerine konursa;

$$- \quad - \quad - \quad (\text{mm}) \quad (4.3)$$

$x=0$ için;

b) h_x 'in hesabı :

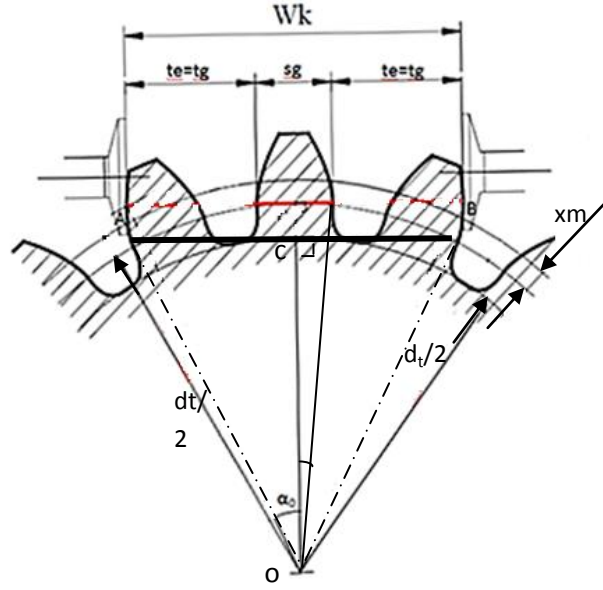
$$\alpha_0 = 20^0 \text{ için;}$$

$$\begin{array}{c} \text{---} \\ \text{---} \quad \text{---} \quad \text{---} \end{array} \quad (4.3)$$

$x=0$ için;

4.1.2. Ölçülen Hatveden Kontrol

Aşağıdaki şekilde görüldüğü gibi ölçülen dış sayısının (k) içine alan ve iki paralel mikrometre çenesi arasında kalan uzunluğa (W_k) ölçülen hat ve uzunluğu denir.



Şekil 4.1.Hatveden kontrol

$$W_k = (k - 1) \cdot te + S_g \text{ (mm)} \quad (4.5)$$

Taban dairesindeki diş kalınlığı $d_t = dt \cdot \cos \alpha_0$

Değeri ile $\alpha = 0$ ve dolayısıyla ev $\alpha = 0$ olur.

—

—

$$(4.6)$$

$$(4.7)$$

$$(4.8)$$

$$W_k = (k - 1) \pi m \cos \alpha_0 + \cos \alpha_0 (S_x + dt \cdot \text{ev} \alpha_0) \quad (4.9)$$

$$X_k = \cos \alpha_0 \cdot [(k - 1) \cdot \pi m + S_x + dt \cdot \text{ev} \alpha_0] \text{ (mm)} \quad (4.10)$$

a)Tashihsiz düz silindirik dişlilerde ($x = 0$) :

$$\frac{d}{dt} = m \cdot Z \quad (4.11)$$

$$dt = m \cdot Z$$

$$\frac{d}{dt} = m \cdot Z \quad (4.12)$$

$$(4.13)$$

b)Tashihli düz silindirik dişlilerde ($x \neq 0$)

$$\frac{d}{dt} = m \cdot Z \quad \text{olduğundan}$$

$$\frac{d}{dt} = m \cdot Z \quad (4.14)$$

$$(4.15)$$

c) Ölçülen diş sayısının hesabı (k)

—

Buna göre; W_k uzunluğunda k diş sayısına k-1 diş boşluğu karşılık geldiğinden;

— — —

—

—

— —

—

dereceye çevrilirse;

Figure 6

Figure 6 displays three horizontal bar charts showing the percentage of respondents who reported various types of sexual harassment experiences. The x-axis represents the percentage from 0% to 100%. The y-axis lists the types of harassment: Verbal Harassment, Physical Harassment, Sexual Assault, and Stalking.

The legend indicates:

- Blue bars represent "Experienced at least once".
- Orange bars represent "Experienced more than once".

The approximate percentages are as follows:

Type of Harassment	Experienced at least once (%)	Experienced more than once (%)
Verbal Harassment	~85%	~75%
Physical Harassment	~45%	~35%
Sexual Assault	~15%	~10%
Stalking	~25%	~15%

Bulunan iki AB değeri eşitlenirse;

[illegible]

Bulunacak diş sayısı 0,5 ve üzeri ise bir üste, değilse bir alt sayıya yuvarlatılacaktır. Bulunan bu ölçüm değerleri, araştırma konusu olan dişlileri rahatlıkla izlemek için tablolar haline getirildi (Tablo 4.1-4.3).

Tablo 4.1.Hesaplanan ve ölçülen, düz evolvent dişli büyüklükleri

Büyüklükler	Semboller	Formüller	Uygulama
Modül	m		4
Diş sayısı	Z		25
Bölüm dairesi	dt	dt=m.Z	100 mm
Diş üstü çapı	Da	Da=dt+2m	108 mm
Diş dibi çapı	Dt	Dt=dt-2m	92 mm
Diş genişliği	b		40 mm
Kalite Kontrol(sabit kiriş üzerinden)			
Diş Kalınlığı	Sx	Sx=1,57.m	6,28 mm
Diş Başı Yüksekliği	hx	hx=1,025.m	4.10 mm
Ölçülen Diş Sayısı	k	k=Z.(α ₀ /180)+0,5	3
Kontrol ölçü uzunluğu	W _k	W _k =M.cos.α ₀ [(k-0,5).π+Z.evα ₀] W _k =4.cos20.[(3-,5)π+25,653.0,014904] W _k =30,958 mm	

Tablo 4.2.Hesaplanan ve ölçülen, ok evolvent dişli büyüklükleri

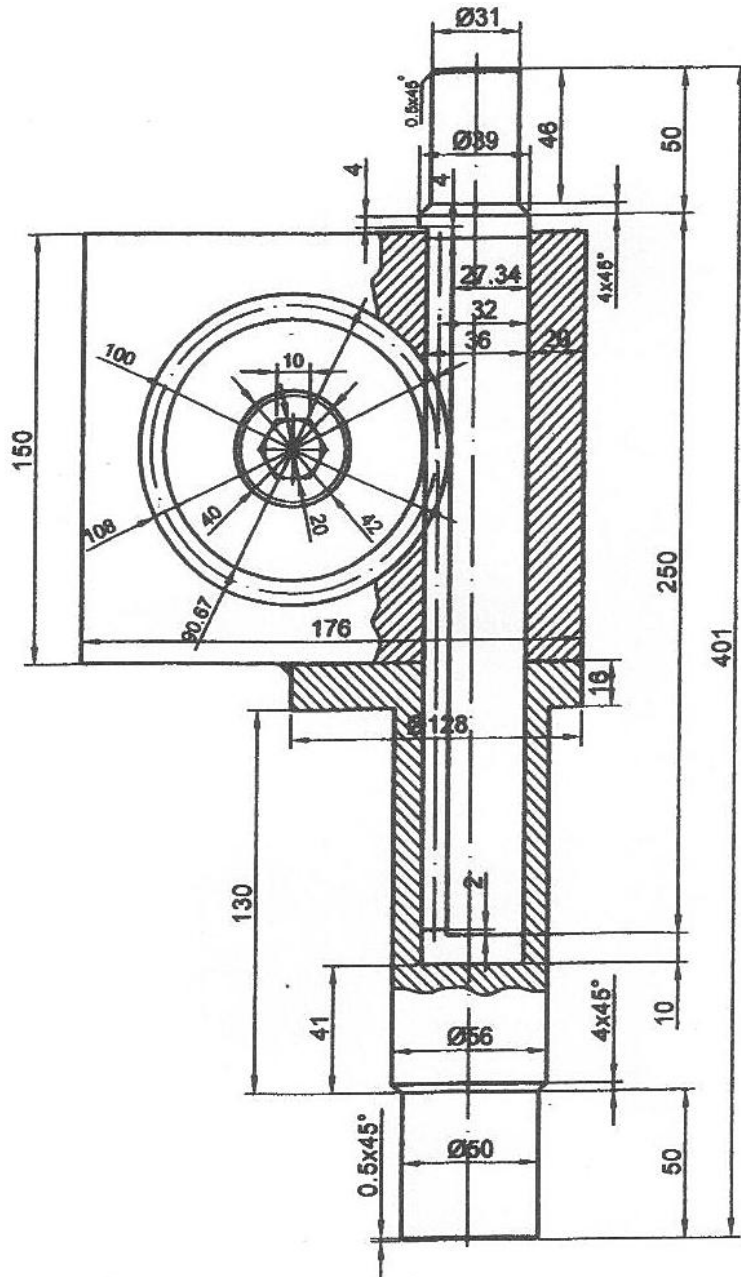
Büyüklükler	Semboller	Formüller	Uygulama
Normal Modül	m_n		4
Alın Modülü	m_s	$m_s = m_n / \cos \beta \alpha$	4,0345
Helis Açısı	$\beta \alpha$	$7,5^0$	
Diş sayısı	Z		25
Bölüm dairesi	d_t	$d_t = m_s \cdot Z$	100,86 mm
Diş üstü çapı	D_a	$D_a = d_t + 2m_n$	108,86 mm
Diş dibi çapı	D_t	$D_t = d_t - 2m_n$	92,86 mm
Diş genişliği	b		20 mm
Kalite Kontrol(Sabit giriş üzerinden)			
Diş Kalınlığı	S_x	$S_x = 1,57 \cdot m$	6,28 mm
Diş Başı Yüksekliği	h_x	$h_x = 1,025 \cdot m$	4.10 mm
Ölçülen Diş Sayısı	k	$k = Z \cdot (\alpha_0 / 180) + 0,5$	3
Teorik diş sayısı	Z_n	$Z_n = Z / \cos^3 \beta \alpha$	25,653
Ölçülen Hatve Uzunluğu	W_k	$W_k = M_n \cdot \cos \alpha_0 [(k-0,5) \cdot \pi + Z_n \cdot \text{ev} \alpha_0]$ $W_k = 4 \cdot \cos 20 \cdot [(3-0,5) \pi + 25,014904]$ $W_k = 30,922 \text{ mm}$	

Tablo 4.3.Hesaplanan ve ölçülen eğriselevolvent profilili dişli büyüklükleri

Büyüklükler	Semboller	Formüller	Uygulama
Modül	m		4
Diş sayısı	Z		25
Bölüm dairesi	d_t	$d_t = m \cdot Z$	100 mm
Diş üstü çapı	D_a	$D_a = d_t + 2m$	108 mm
Diş dibi çapı	D_t	$D_t = d_t - 2m$	92 mm
Diş genişliği	b		40 mm
Kalite Kontrol(Sabit giriş üzerinden)			
Diş Kalınlığı	S_x	$S_x = 1,57 \cdot m$	6,28 mm
Diş Başı Yüksekliği	h_x	$h_x = 1,025 \cdot m$	4.10 mm
Ölçülen Diş Sayısı	k	$k = Z \cdot (\alpha_0 / 180) + 0,5$	3
Ölçülen Hatve Uzunluğu	W_k	$W_k = M \cdot \cos \alpha_0 [(k-0,5) \cdot \pi + Z \cdot \text{ev} \alpha_0]$ $W_k = 4 \cdot \cos 20 \cdot [(3-0,5) \pi + 25,653 \cdot 0,014904]$ $W_k = 30,958 \text{ mm}$	

4.2. Dişlilerde Yük Analizi

Dişli çarklar çalışma koşullarına göre farklı yüklerde çalışırlar. Çalıştıkları şartlarda maruz kaldıkları yüklere hasara uğramadan dayanabilmeleri gerekmektedir. Bu analizde, İmalatları yapılmış olan dişli çarkların, yükleme durumunda hasara uğramadan dayanabilecekleri maksimum yükün tespiti amaçlanmıştır. Bu amaçla, (Şekil 4.2)'de teknik resmi verilmiş olan dişlilerin çekme ve basma tezgahına bağlanmasına yardımcı olacak aparat imal edilmiştir.



Şekil 4.2. Bağlama aparatı teknik resmi

Bağlama aparatına sırasıyla; düz, ok ve eğri profilli dişlilertakılmış ve aparat çekme cihazının çenelerine yerleştirilip çekilmiştir (Şekil 4.3).



Şekil 4.3. Dişlilerin çekme cihazına bağlanma ve çekme şekli

Periyodik olarak düzenli bir yükleme sonucunda; düz dişlinin 16320 N’da Şekil 4.4 ve Şekil 4.5, çavuş dişlinin 16462 N’daŞekil 4.6 ve Şekil 4.7, konkav-konveks dişlinin ise 16364 N’da kırıldığı gözlenmiştir.



Şekil 4.4. Düz dişlinin kırılması



Şekil 4.5. Düz dişli kremayerinin kırılması



Şekil 4.6. Ok dişlinin kırılması



Şekil 4.7. Ok dişli kremayerinin kırılması

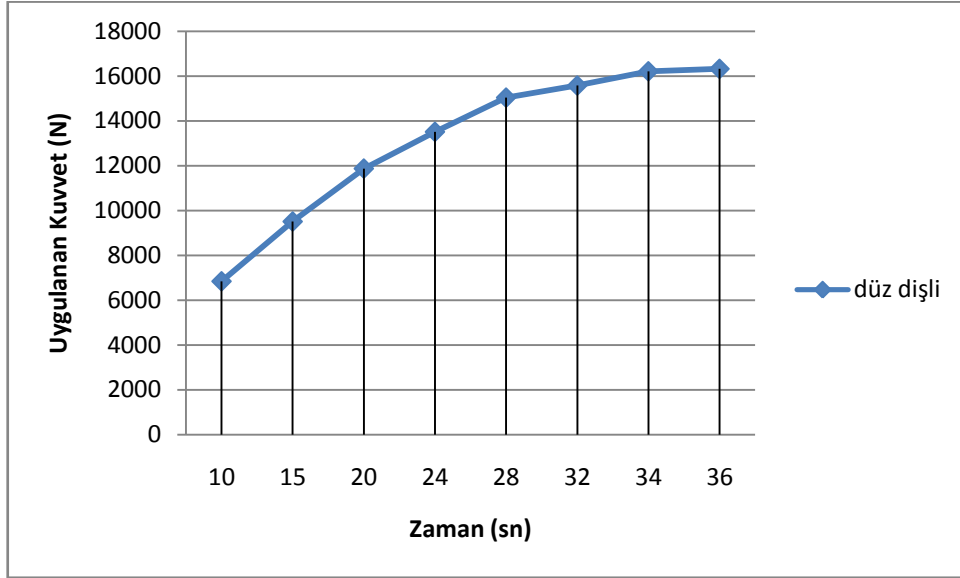


Şekil 4.8. Eğri dişlinin kırılması

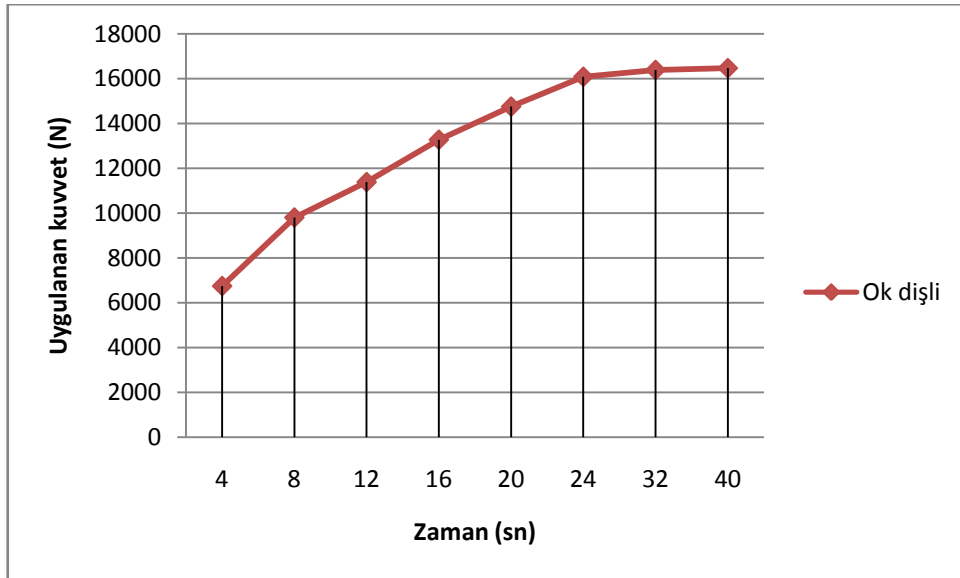


Şekil 4.9. Eğri dişli kremayerinin kırılması

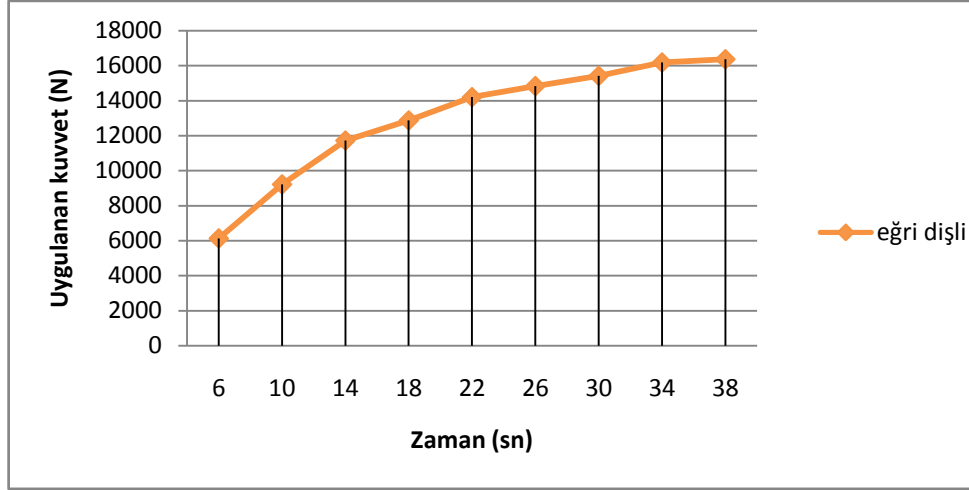
Dışlılere yükleme yapılmış ve bu yükleme sonucunda adım adım zamana bağlı olarak uygulanan kuvvetin değişimi, kuvvet-zaman grafikleri olarak aşağıdaki şekilde oluşturulmuştur (Şekil 4.10-4.12).



Şekil 4.10. Düz dişlinin kuvvet- zaman değişimi



Şekil 4.11. Ok dişlinin kuvvet-zaman değişimi

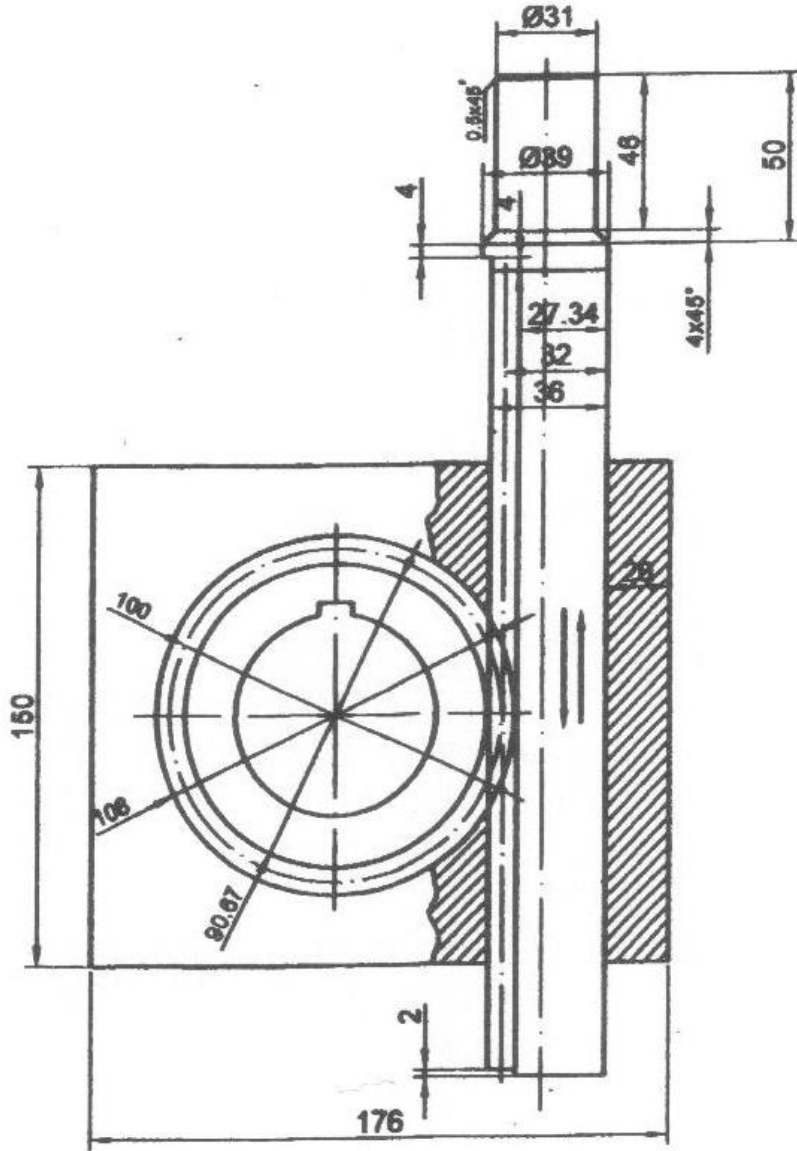


Şekil 4.12. Konkav-konveks dişlinin kuvvet-zaman değişimi

Dişlilere kuvvet uygulandığında, zamana bağlı olarak her üç dişli tipinin de 16000N'a kadar hasara uğramadan dayanabildiği ve uygulanan kuvvet arttırılmaya devam ettirildiğinde, sırasıyla; ok dişlinin 16462 N, konkav-konveks dişlinin 16364 N ve düz dişlinin de 16320 N'luk kuvvet uygulaması sonucunda diş diplerinde kırılmaların meydana geldiği tespit edilmiş ve mevcut durum yukarıdaki şekillerde grafiklerle ifade edilmiştir.

4.3. Dişlilerin Ses Deneylerinin Yapılması

Dişlilerin çalışma esnasında çıkarmış oldukları sesin kaydı ve analizi amaçlanmıştır. Literatürde dişlilerin çıkarmış oldukları seslerin ölçümlerine yönelik değişik araştırmalar mevcuttur [46-52]. Bu çalışmada literatüre uygun bir şekilde özel olarak imal edilmiş olan aparat (Şekil 4.13), bilgisayara ses kayıt düzeni ile bağlanarak bir deney düzeneği oluşturulmuştur (Şekil 4.14).

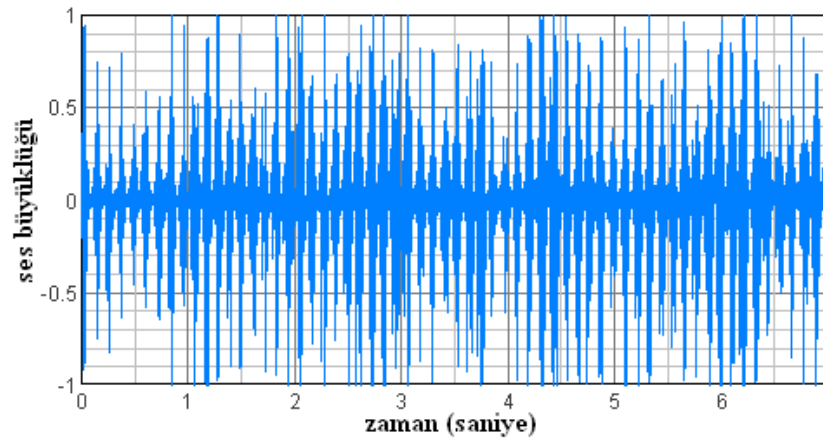


Şekil 4.13. Dişlilerin takılarak hareket ettirilmesini sağlayan aparatın teknik resmi

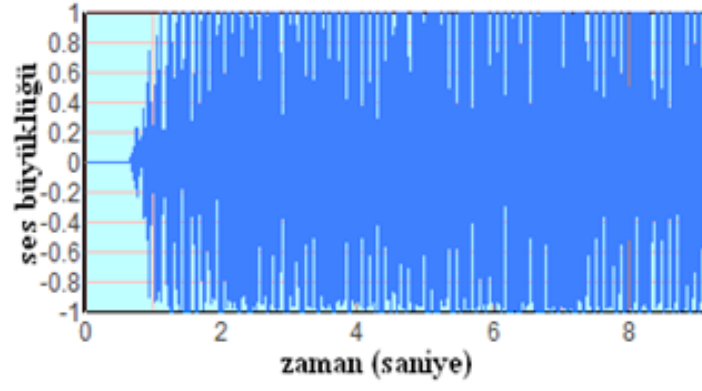


Şekil 4.14. Ses analiz düzeneği

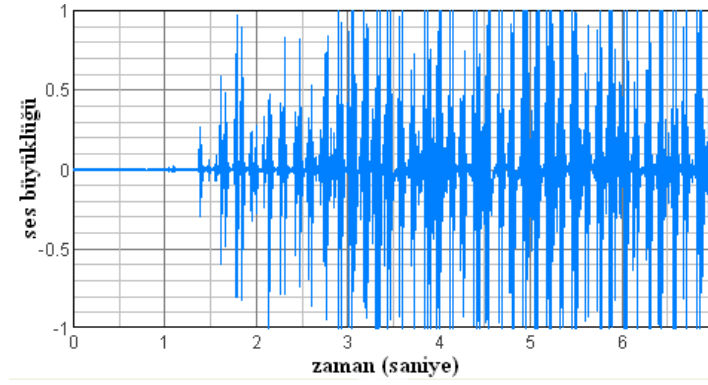
Şekil 4.13'te görülen aparata takılan St60 çeliğinden yapılmış olan dişliler, kremayer dişlileri vasıtasıyla aksenyönde hareket ettirilmiş, bu hareket sonucu meydana gelen seslerin desibel olarak şiddetlerinin zamana göre değişimi, bilgisayar tarafından kaydedilerek her dişli çifti için ayrı ayrı ölçülmüştür (Şekil 4.15-4.20).



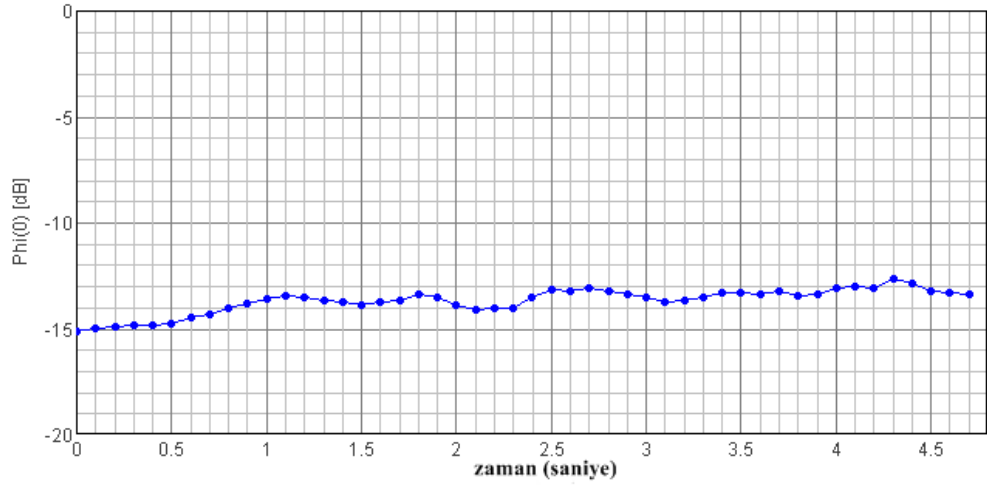
Şekil 4.15. Düz dişli çalışma esnasında çıkardığı sesin büyüklük değeri



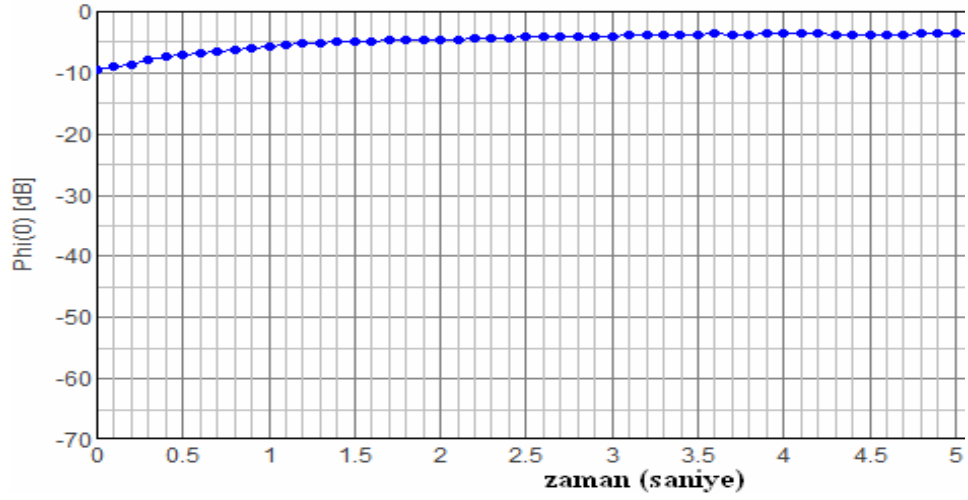
Şekil 4.16. Ok dişlinin çalışma esnasındaki ses büyüklüğü



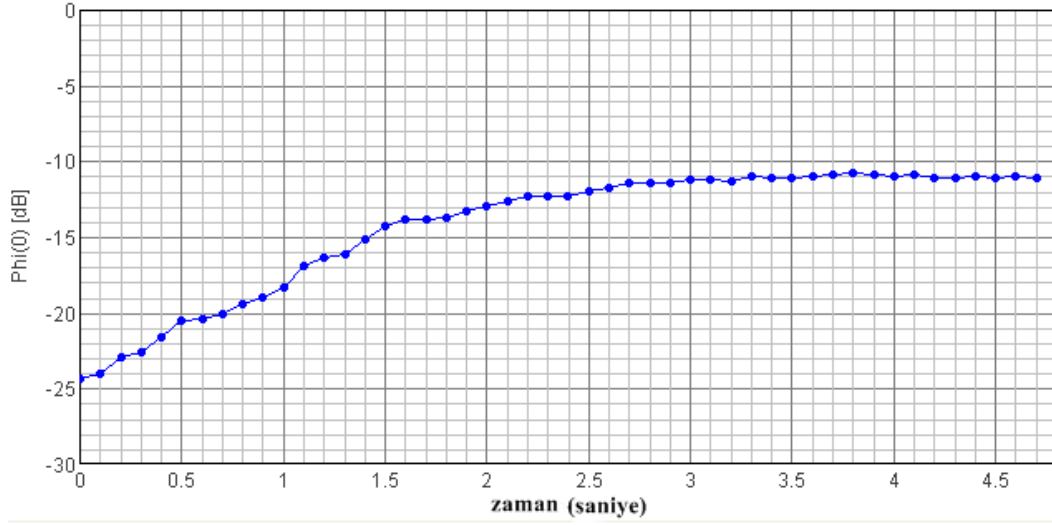
Şekil 4.17.EğriselEvolventprofilli dişlinin çalışma esnasındaki ses büyüklüğü



Şekil 4.18. Düz dişlinin ses değişimi



Şekil 4.19.Ok dişlinin ses değişimi



Şekil 4.20. Konkav-konveks dişlinin ses değişimi

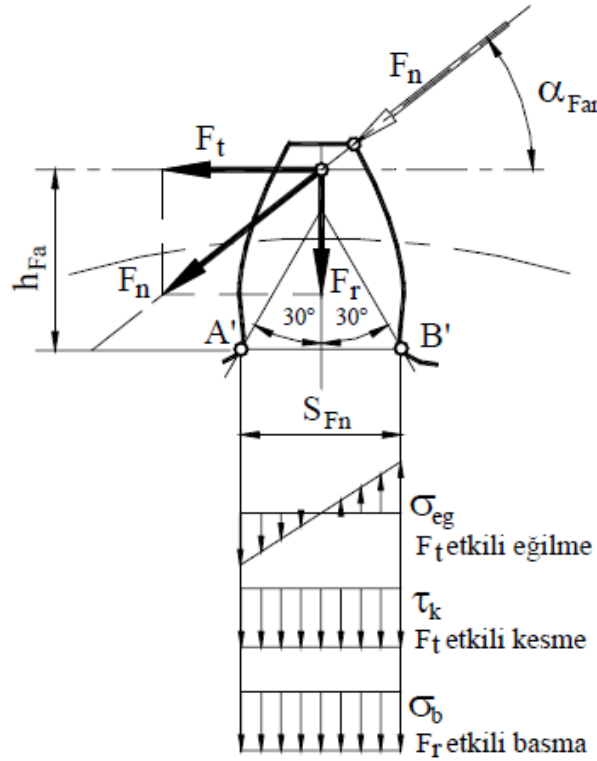
Yukarıdaki grafikler göz önünde bulundurulduğunda, düz dişli -13 dB, ok dişli -5dB ve konkav-konveks dişlinin ise -11 dB olduğu görülür. Buna göre sıralama yapılırsa;

$$-5\text{dB} > -11\text{ dB} > -13\text{ dB}$$

olduğu görülür. Dişliler kuru sürtünme ile hareket ettirildiği zaman; en küçük sesin düz dişli çiftinden en büyük sesin ise ok dişli çiftinden çıktığı görülmektedir. Bu durumun izahı bu çalışmanın sonuçlar bölümünde tartışılmıştır.

4.4. Dişlilerin Gerilme Analizi

Son yıllarda gelişmelere paralel olarak yüksek hızlarda çalışan ve daha fazla yük taşıyan dişli çarklara ihtiyaç artmaktadır. Dişlilerde yük ve gerilme analizlerinin yapılması ile ilgili bir çok çalışma bulunmaktadır. Yük taşıyan dişin üzerinde meydana gelen eğilme gerilmeleri, bu ihtiyacın karşılanmasında engel teşkil eden faktörlerden biridir. Bu gerilmelerinin bilinmesi, dizayn aşamasında dişli hasarına karşı önlem alınması ve yük taşıma kapasitesinin arttırılması bakımından önem arz etmektedir. Yük altında çalışan dişlide oluşan kuvvetler Şekil 4.21' de gösterilmiştir. Gerilmeler bu kuvvetlerin etkisi altında oluşur.



Şekil 4.21. Bir diş profiline etki eden kuvvetler ve etkileri

Dişlide dişliyi hasara uğratan maksimum gerilmeler diş dibinde meydana gelir ve hesaplamalarda burada oluşan maksimum eğilme gerilmesi dikkate alınır. Diş dibi gerilmelerinin hesaplanması aşamasında; dişdibi kırılma kesiti ile diş dibi kırılma kesitine kadar olan eğme kolunun bilinmesi gerekmektedir. Diş başına kavrama doğrusu boyunca kavrama açısı altında etkiyen normal kuvveti, diş tabanını tehdit eden en büyük tehlikedir. Hesap için dikkate alınması gereken kesit alanı; diş dibi kavis yarıçapına r de teğet, düşeyle 30° açı yapan düzlemlerin meydana getirdiği mesafesi boyunca ve b diş genişliğinde bir dikdörtgendir. normal kuvveti F_n teğetsel ve radyal bileşenlerine ayrılmaktadır. kuvveti F_t basma gerilmesini, ise eğilme kolu uzunluğuna bağlı olarak eğilme gerilmesi ve kayma gerilmesini meydana getirir. Burada hesaplanan gerilme VonMises gerilmesidir. VonMises gerilmesi bir noktadaki eşdeğer gerilmeleri baz alarak gerilme hesabını yapar. Bu gerileme tipinde oluşan bütün gerilmeler dikkate alınır. Bu bilgiler ışığında 'VonMises' gerilmesini yazacak olursak;

$$\sigma_{VM} = \sqrt{\frac{\sigma_b^2 + 3\tau^2}{2}} \quad (4.1)$$

Burada basma σ_b ve kesme τ gerilmeleri (Levis' e göre) dikkate alınmayıp, birbirlerini karşıladıkları var sayılarak sıfır kabul edilirler. Böylece formülümüz pratikte kullanılan haline gelir.

$$\sigma_{VM} = \sqrt{\frac{\sigma_b^2 + 3\tau^2}{2}} \quad (4.2)$$

$$(4.3)$$

(4. 4)

—

(4. 5)

—

(4. 6)

—

(4. 7)

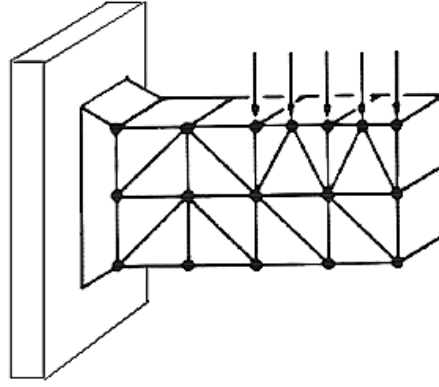
Yukarıdaki denklemlerde; eğilme momenti, mukavemet momentini ifade etmektedir. Bu denklemlerden de açıkça görüleceği üzere dişlilerdeki gerilmelerin değişimi diş profilinin geometrisine bağlı olarak değişmektedir. Dişli çarkların endüstride yaygın kullanılmaya başlamasından itibaren çeşitli analitik ve deneysel metotlarla gerilmeler incelenmektedir. Bilgisayar teknolojisindeki hızlı gelişmelere paralel olarak, çeşitli parametrelerin etkilerinin hızlı ve tatminkar bir şekilde incelenmesine olanak sağlayan sayısal metotlar, dişli çarkların gerilme analizinde tercih edilmektedir. Dişli çarklarda gerilmelerin hesaplanmasında deneysel verilere dayanan ampirik ifadeler içeren genelleştirilmiş metotların yanı sıra sonlu elemanlar, sonlu farklar gibi sayısal metotlarda yaygın olarak çok sayıda çalışmada kullanılmıştır. Bilgisayar teknolojisinin gelişmesinin sonucu olarak ortaya çıkan güçlü bilgisayar sistemleri sayesinde sayısal metotlar özellikle sonlu elemanlar metodu ile yapılan gerilme ve yer değiştirme analizleri fotoelastik deney metodunun yerini almıştır. Konform tasvir, sonlu eleman ve sınır eleman metotları dişli çark analizinde kullanılan sayısal tekniklerdir [53]. Sonlu elemanlar metodu, paket programların sağladığı kolaylıklar ile analizlerde yaygın olarak kullanılmaktadır. Tasarımda optimum çözüme ulaşmakta parametrik analiz önemlidir. Parametrik analizde kullanılan diğer sayısal yöntemlere göre kullanımı daha yaygın olan sonlu elemanlar metodu, deneysel yöntemlere göre hem maliyet ve hem de harcanan zaman açısından daha

üstündür. Günümüzde sonlu elemanlar metodunu kullanan çok sayıda mühendislik paket

programları mevcuttur. Bu durum sonlu elemanlar metodunun uygulanmasında önemli bir etkindir. Farklı yeteneklere sahip olan bu programlardan en önemlileri ANSYS, ABAQUS, IDEAS ve NASTRAN paket programlarıdır. Bu çalışmada ANSYS V5R15 paket programı kullanılmıştır.

4.4.1. Sonlu Elemanlar Metodu

Sonlu elemanlar metodu belirli geometrilere sahip mühendislik problemlerini çözen bilgisayar destekli sayısal bir yöntemdir. Bu metod, yapısal mekanik alanında çok fazlaca kullanılmasına karşın ısı iletimi, akışkanlar dinamiği, elektrik ve manyetik alan gibi diğer mühendislik problemlerini çözmek için de başarıyla uygulanmaktadır. Sonlu elemanlar metodunun en önemli özelliği gerektiği kadar geometriye bağlı kalınarak yapısal problemlerin sistematik çözümünün mümkün olmasıdır. Düzgün şekilli modellerin yani sıra karmaşık geometriye sahip modellerin çözümünün de mümkün olması bu yöntemin diğer sayısal yöntemlere göre en önemli üstünlüğüdür. Sonlu elemanlar metodu, genelde yüksek seviye matematik kullanmayı gerektiren diğer sayısal yöntemlerin tersine basit matris denklemlerine dayanmaktadır [53]. Bununla birlikte, bir sonlu elemanlar metodu çözümü yüzlerce bilinmeyenli denklemleri içerebilir. Bu metodun gelişiminde yüksek hızlı bilgisayarlar matris metoduyla denklemleri çözmek için gereklidir. Sonlu elemanlar analizinde bir kati ya da akışkanın çok sayıda küçük elemandan meydana geldiği kabul edilir. Elemanlar birbirlerine köşelerden bağlanır ve bu noktalar düğüm noktaları olarak adlandırılır. Tüm elemanlar bir yay sistemi gibi davranır ve tüm kuvvetler dengeleninceye kadar deformasyona uğrar. Elemanların her biri için rijitlik matrisi mevcuttur.



Şekil 4.22. Sonlu eleman modeli

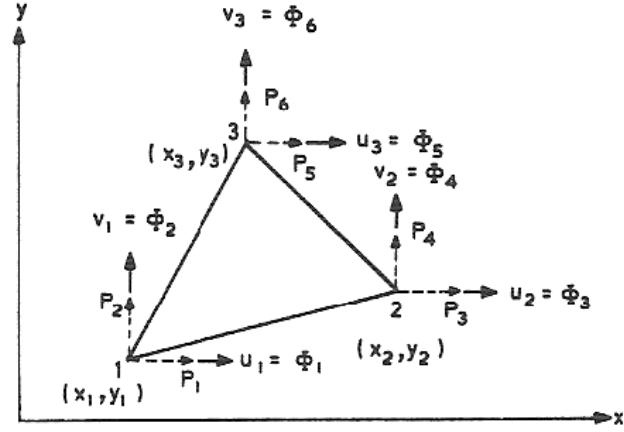
Yay sistemine benzeyen elemanda uygulanan yük altında köşe noktaların ne kadar yer değiştirdiği matris notasyonu ile aşağıdaki şekilde ifade edilir.

$$\{f\}=[k]\cdot\{\delta\} \quad (4.8)$$

Yukarıdaki denklemde $\{f\}$ elemana etkiyen kuvvet vektörü, $[k]$ elemanın rijitlik matrisi, $\{\delta\}$ ise elemanların noktalarının yer değiştirme kolon matrisidir. Sistemdeki tüm elemanlar göz önüne alındığında temel matris eşitliği aşağıdaki şekilde ifade edilir.

$$\{F\}=[K]\cdot\{d\} \quad (4.9)$$

Burada $[K]$ tüm elemanların rijitliklerinin birleştirilmesi ile oluşan rijitlikmatrisi, $\{F\}$ her bir köşe noktasındaki dış kuvvet ve $\{d\}$ her bir köşe noktasındaki yer değiştirmelerdir. Kuvvet matrisi kuvvetlerin ve sonlu elemanlar analizi başlamadan önce hesaplanan reaksiyon kuvvetlerinin sayısal değerlerinden oluşmakta olduğundan, bilinmektedir. Rijitlik matrisi de köşe noktaların yerleri ve malzemenin elastik sabitlermatrisinden oluşturulmaktadır. Her eleman için $[k]$ matrisleri bilinen statik ve enerji prensiplerinden çıkarılabilir. Dolayısıyla bilinmeyen olarak sadece yer değiştirmeler kalır. Yukarıda verilen eşitliğin transpozesi alınarak yer değiştirmeler bulunmaktadır. Yer değiştirmelerin x ve y eksenlerine paralel bileşenleri u ve v olarak kabul edildiğinde(Şekil 4.23) yer değiştirmeler aşağıdaki şeklini alır.



Sekil 4.23. Düzlem zorlama altında bir 2 boyutlu eleman [41]

$$(4.10)$$

Tüm eleman için yukarıdaki eşitlik genişletildiğinde eşitlik aşağıdaki şekilde ifade edilir.

$$(4.11)$$

Yukarıdaki eşitlik aşağıdaki şekilde de yazılabilir.

$$(4.12)$$

köşe noktaların yer değiştirme vektörüdür. Bu ifade aşağıdaki şekle dönüştürülebilir.

$$(4.13)$$

Eğer yer değiştirmeler elemanda sabit kabul edilirse katıların temel mekaniği dikkate alınarak;

$$= \quad \quad \quad (4.14)$$

Şeklinde yazılabilir. Bu eşitlik bölünerek yazılırsa aşağıdaki halini alır.

$$(4.15)$$

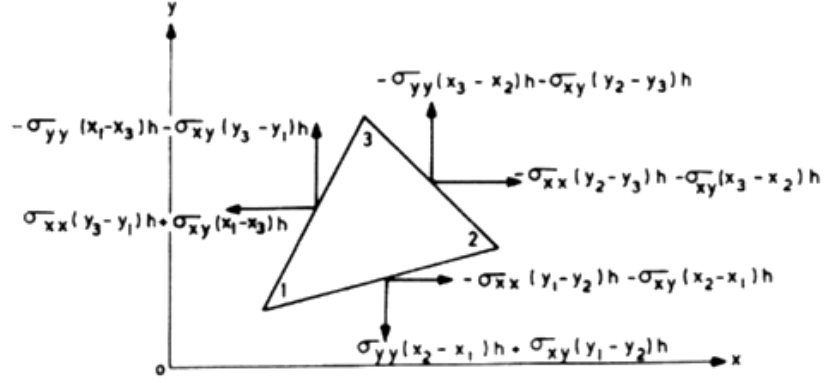
$$(4.16)$$

Bilgisayar kullanılarak herbir köşe noktası için elde edilen yer değiştirme değerleri noktaların koordinat matrisi ve elastik sabitler matrisi ile çarpılarak herbir köşe noktası için gerilmeler elde edilebilir.

$$\quad \quad \quad (4.17)$$

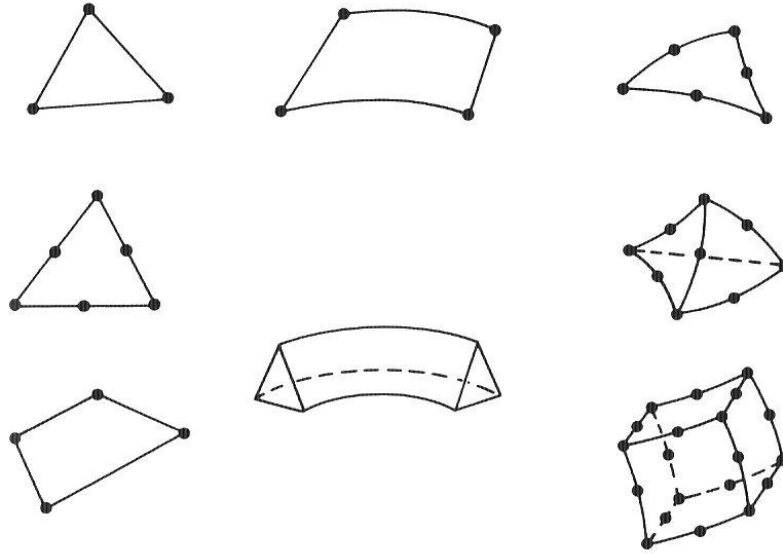
$$(4.18)$$

ve x ve y eksenlerine paralel normal gerilmeler, kayma gerilmesi, E malzemenin elastisite modülü ve ν büzülme oranıdır.



Şekil 4.24. Elemanda gerilme dağılımı [41]

Sonlu elemanlar yönteminde farklı yapılarda 2 ve 3 boyutlu elemanlar kullanılmaktadır (Şekil 4.25). Sonlu elemanlar metodunda elemanın doğru olarak seçilmesi kadar boyutunun da doğru seçilebilmesi gerekmektedir. Küçük eleman seçilmesi genelde çözümü doğru sonuca yaklaştırır ancak çözülmesi gereken denklem sayısı, bilinmeyen sayısı artacağından denklemin çözüm süresi uzar. Bu nedenle aynı model üzerinde bölgelere göre değişik elemanların seçilmesi daha uygun olmaktadır. Özellikle gerilme dağılımının yoğun olduğu yerlerde bu şekilde uygulama daha başarılı sonuç vermektedir [53].



Şekil 4.25.Sonlu elemanlar metodunda kullanılan eleman çeşitleri

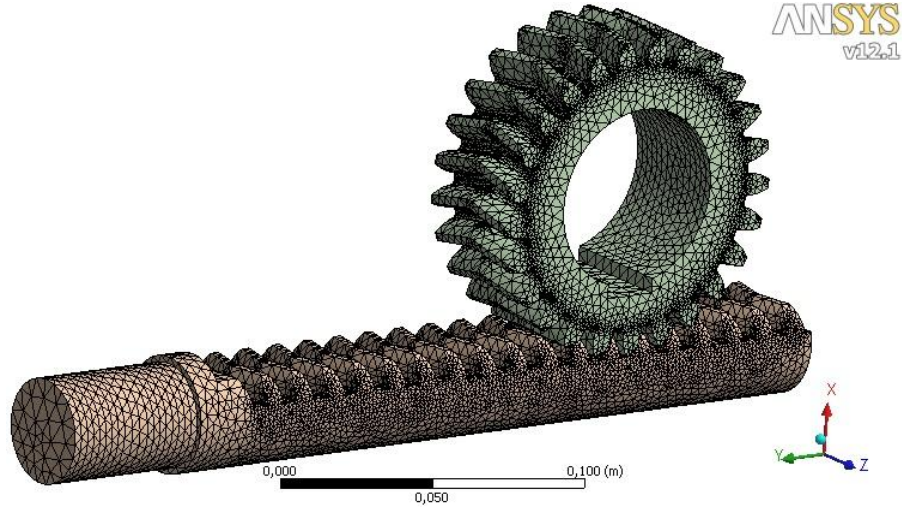
Sonlu elemanlar analizi genel olarak ön işlem, çözüm ve son işlem adımlarından oluşmaktadır. Bu adımlar özetle; malzemenin geometrisinin belirlenmesi ve oluşturulması, malzeme özelliklerinin tayini, farklı şekillere ve özelliklere sahip sonlu elemanlara ayrılması, modele kuvvet ve yer değiştirmelerin uygulanması aşamalarını içermektedir. Bu adım işlemde en fazla zamanı almaktadır. Sonlu elemanlar çözümü çok fazla milyonlara varacak işlemlerden oluşmaktadır. Son işlem adımında ise elde edilen sonuçlar çözümlerle alakalı veriler elde edilmektedir.

4.4.2. Dişlilerin Sonlu Elemanlar Analizi

Bu çalışmada, dişli profilini tayin eden analitik ifadeler kullanılarak önce evolvent eğri oluşturularak düz, ok ve eğriselevolvent profilli dişlinin modellenmesi CATIA programı vasıtası ile yapılmıştır. Kramayer ve düz dişli çiftleri oluşturulduktan sonra yine CATIA programı

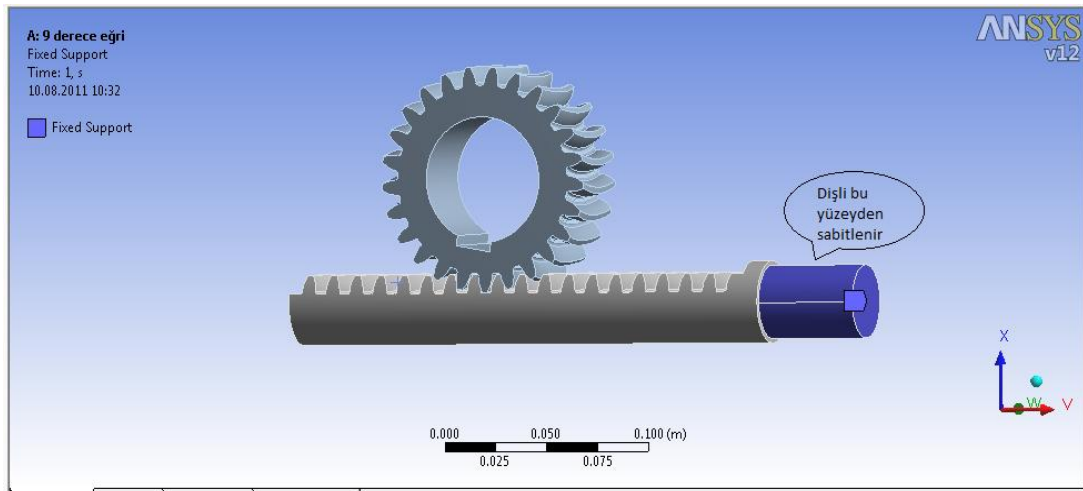
kullanılarak dişlilerin montajı yapılarak dişli çiftleri oluşturulmuştur. CATIA programı kullanılarak dişli çiftleri oluşturulduktan sonra ANSYS programı kullanılarak dişlilerin gerilme analizi yapılmıştır. ANSYS kullanılarak araştırmacılar tarafından dişlilerde gerilme analizi yapılırken dişliler iki boyutlu kabul edilip dışarıdan düğüm noktalarına kuvvet uygulanarak gerilme analizi yapılmaya çalışılmıştır [53-64]. Bu analizde ise 3 boyutlu katı modelin bir diş profili referans alınmışvebir dişin temasa başladığı andan ayrıldığı ana kadar geçen kavrama süresinde bütün dişlilerde maksimum gerilmenin meydana geldiği kavrama durumunun ve maksimum gerilme ile gerilme dağılımının tespiti yapılmıştır. Bir dişin temasa başladığı andan itibaren ayrılışına kadar,pinyon dişli 13,173⁰ dönmektedir.Bu kavrama süresi içinde maksimum gerilmenin daha iyi tespit edilebilmesi amacıyla bu dönme açısı 6 eşit parçaya bölünmüş ve her bir dönme anında pinyon dişliye akma sınırının altında 8 Nm yük uygulanarak (literatüre uygunluk sağlamak için) bu üç farklı dişlide oluşan gerilmelerin dağılımı gözlenip, maksimum VonMisesgerilmeleri ile maksimum şekil değiştirmelerin tespiti yapılmıştır.

Analize başlarken ANSYS programında ilk olarak dişlilerin yapımında kullanılan PEEK malzemenin mukavemet değerleri programa girilip daha sonra CATIA programında oluşturulan model açılarak mesh menüsü yardımı ile dişli çifti sonlu elemanlara bölünmüştür (Şekil 4.26). Dişli sonlu elemanlara bölünürken, temas noktaları kısmının dışında kalan bölgelerdeki gerilmeler bizim için çok önemli olmadığından programın menüsünden faydalanılarak otomatik bu bölgeler sonlu elemanlara ayrılmıştır. Ancak dişlilerin temas bölgelerinde oluşan gerilme öneli olduğundan bu bölgede sonlu eleman boyları 0,05 mm girilerek dişli daha hassas elemanlara bölünmüştür.

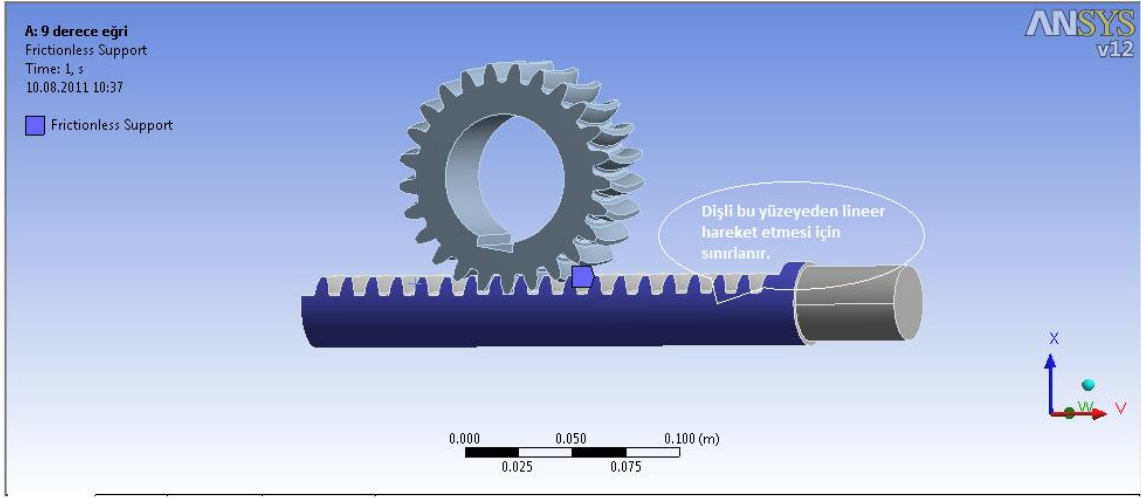


Şekil 4.26. Dişli çiftinin sonlu eleman modeli

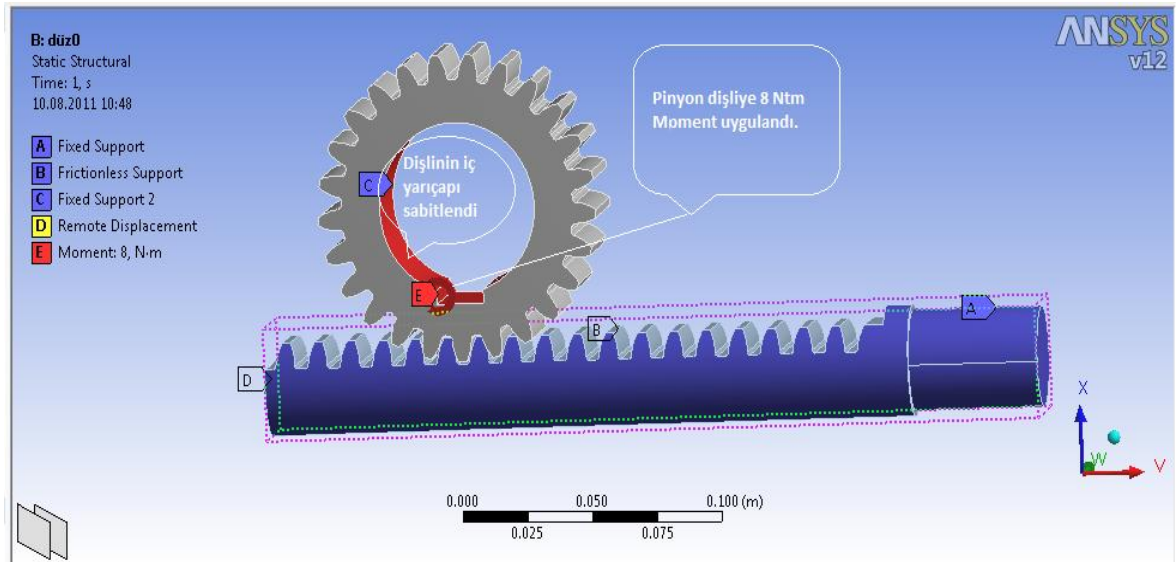
Bu işlemin ardından dişliye yük uygulama yapılabilmesi için dişlinin sınır şartları girilmiştir.Çözümünden bir önceki adım olan bu aşamada modelinin gerçeğe yakın sınır değerlerinin modele uygulanmasıdır. Diş modeli için sınır şartları, diş kuvvetinin ve mesnetlerin yerleştirilmesidir [53]. Bu amaçla,kremayerdişli bir ucundan mesnetlenmiştir (Şekil 4.27, Şekil 4.28). Yük, literatürde yapılan çalışmalara uygun olarak moment şeklindepinyon dişliye uygulanmıştır. Temasta bulunan diş yüzeyleri sistemde tanımlanmış ve dişlilerin lineer elastik şekil değiştirme yapacağı tanımlanarakdişlilere statik yük uygulanmıştır (Şekil 4.29). Yapılan bu yükleme sonucunda oluşan maksimum VonMises gerilmeleri aşağıda sunulmuştur.



Şekil 4.27.Kremayer dişlinin mesnetlenme sınır şartı.



Şekil 4.28.Kremayer dişlinin mesnetlenmesi sınır şartı



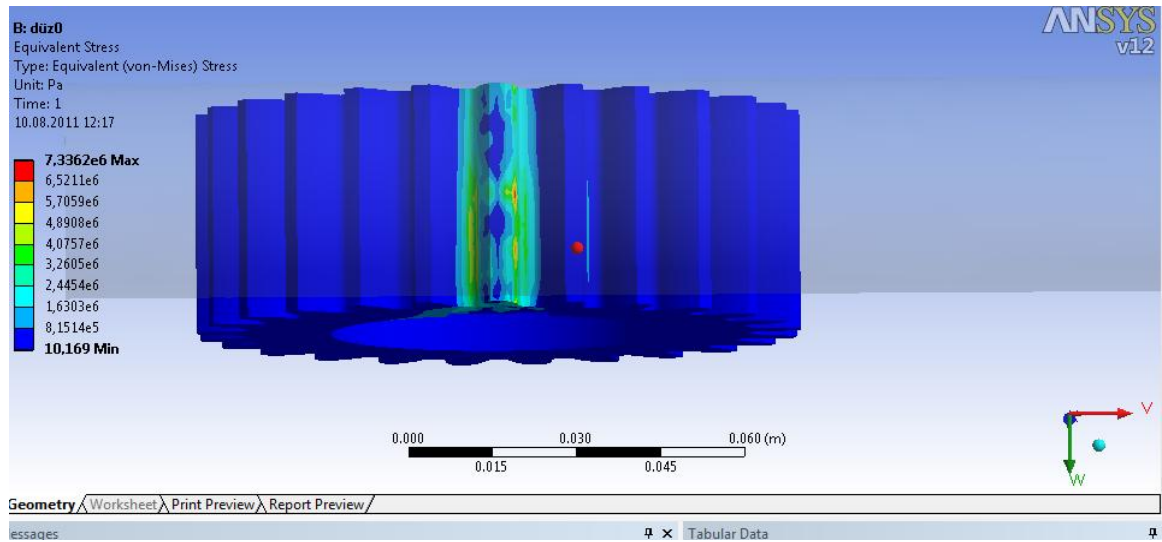
Şekil 4.29.Pinyon dişlinin mesnetlenmesi ve yük uygulanması

Gerekli sınır şartları girildikten sonra programda mevcut çözüm menüsü kullanılarak dişli çiftlerinin gerilme analizi ve şekil değiştirme çözümleri yapılmıştır.

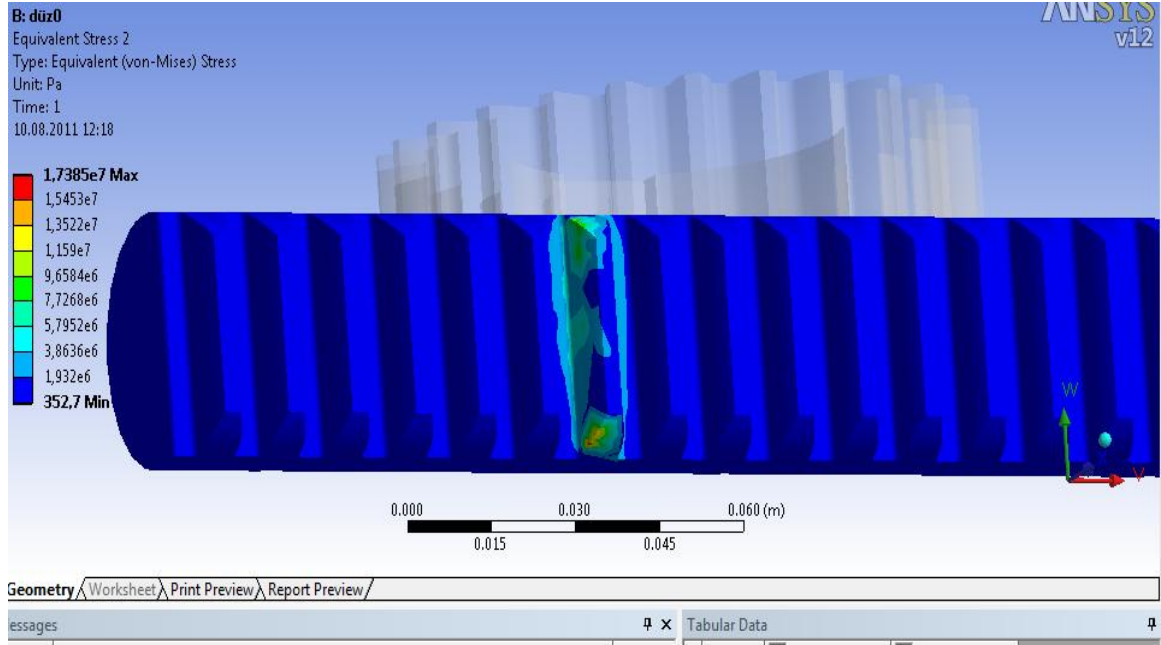
4.4.3. (0°) Kavrama Açısında Yüklenen Dişlilerin Gerilme Analizi Sonuçları

Aşağıdaki şekillerde 0° kavrama açısında yüklenen düz, ok ve eğriselprofilli dişli ve kremayerlerinin, gerilme analizi neticesinde alınan gerilme dağılımı resimleri verilmiştir. Şekiller incelendiğinde minimum gerilme ok dişlide 5.51 MPa olarak meydana gelirken düz dişlide 7.33 MPa olarak meydana gelmiş, eğrisel dişlide ise bu değer maksimum değerine ulaşarak 10.75 MPa değerine ulaşmıştır.

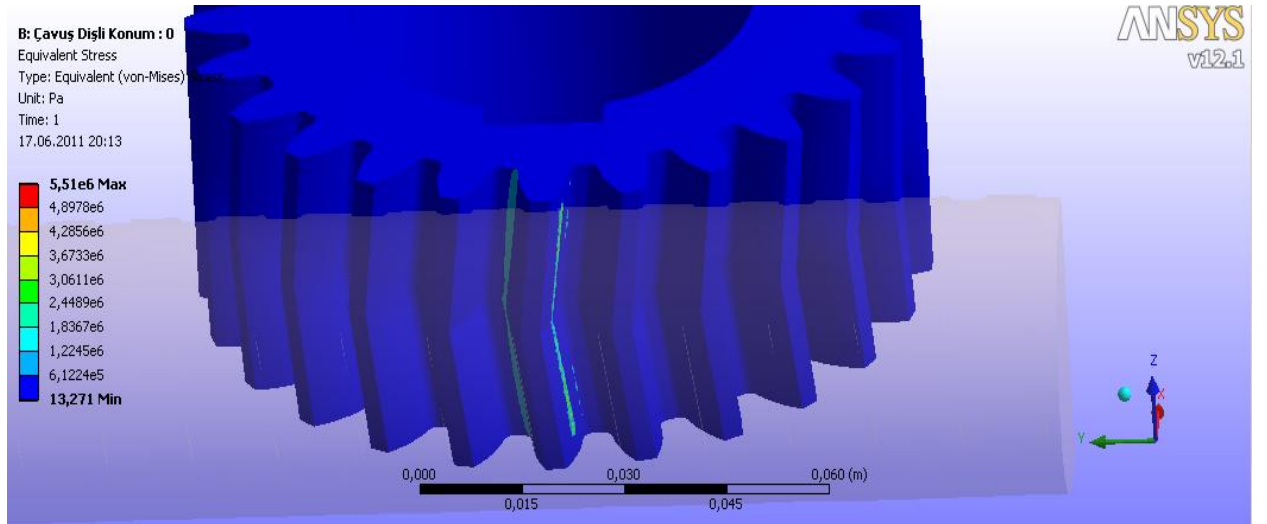
Kremayer dişliler değerlendirildiğinde ise en düşük gerilme pinyon dişlilerde olduğu gibi ok kremayer dişlide 6.67 MPa, düz kremayer dişlide 17.38 MPa ve maksimum gerilme eğriselkremayer dişlide 18.75 MPa olarak tespit edilmiştir. Bu değerler kendi aralarında kıyaslandığında minimum ve maksimum gerilmeler arasında, pinyon dişliler için 1.95 kat, kremayer dişliler arasında ise 2.81 katlık bir fark olduğu gözlenmiştir.



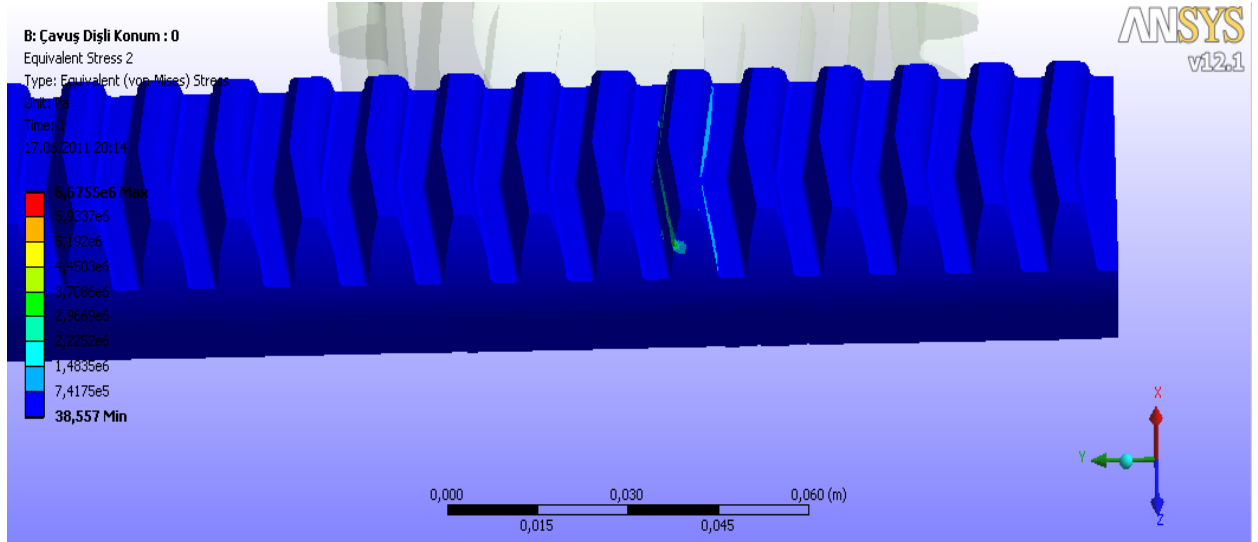
Şekil 4.30. Düz pinyon dişli ilk temas anında (0°) de gerilme durumu



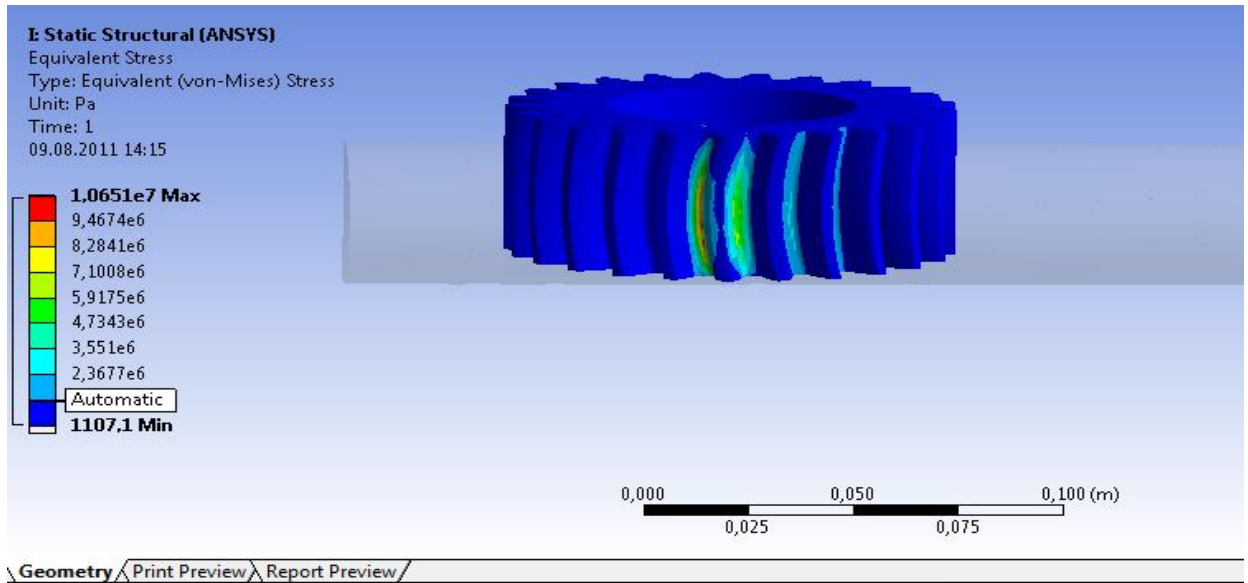
Şekil 4.31. Düz kremayer dişi ilk temas anında (0^0) de gerilme durumu



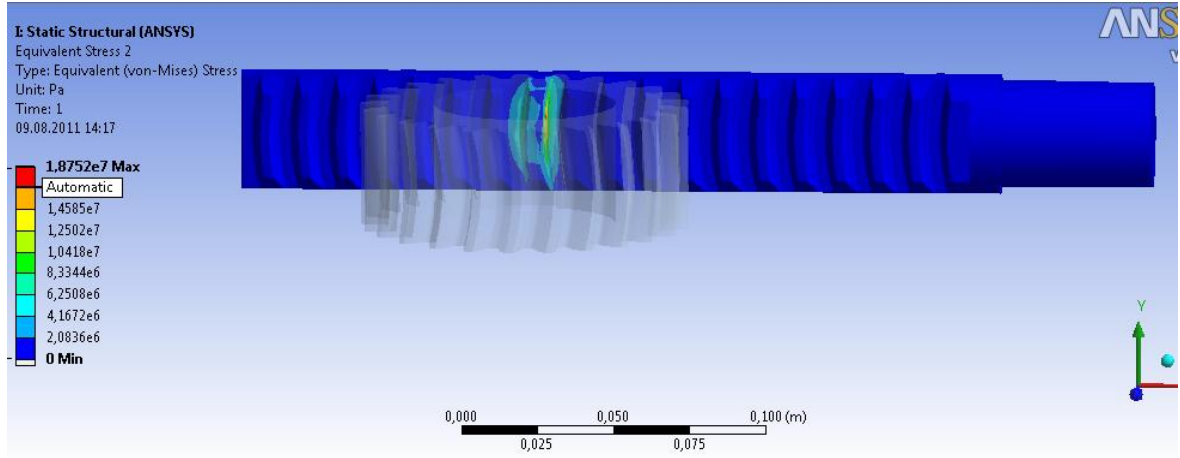
Şekil 4.32. Ok pinyon dişi (0^0) de gerilme durumu



Şekil 4.33. Ok kremayer dişli (0^0) de gerilme durumu



Şekil 4.34. Eğriselevolventprofilpinyon dişli (0^0) de gerilme durumu

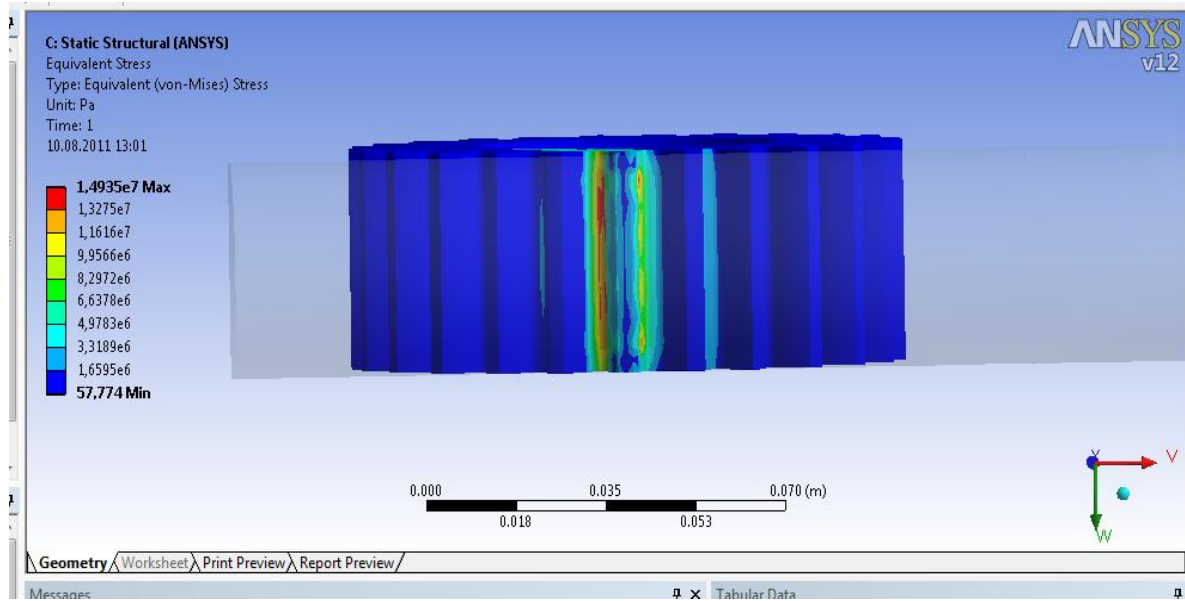


Şekil 4.35.Eğriselevolventprofillikremayer dişli (0^0) de gerilme durumu

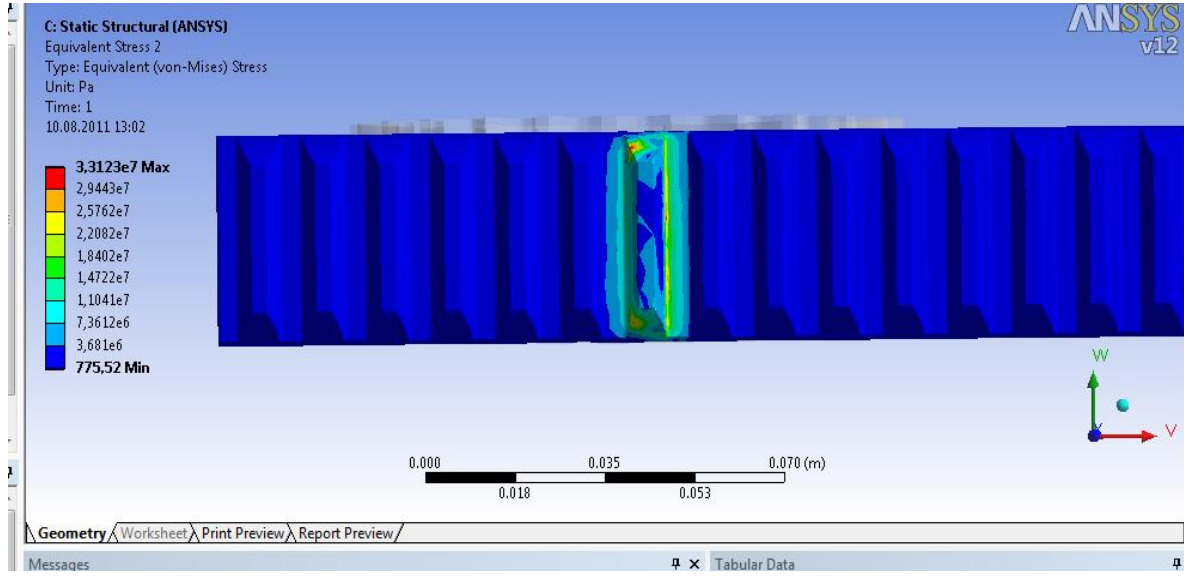
4.4.5. (3,293⁰) Kavrama Açısında Yüklenen Dişlilerin Gerilme Analizi Sonuçları

Aşağıda verilmiş olan şekillerde (3.293⁰)kavrama açısında yüklenen düz, ok ve eğrisel profilli dişli ve kremayerlerinin, gerilme analizi neticesinde alınan gerilme dağılımı resimleri verilmiştir. Şekiller incelendiğinde minimum gerilme ok dişlide 6.93 MPa olarak meydana gelirken düz dişlide maksimum değere ulaşarak 14.93 MPa olmuştur. Eğrisel dişlide ise bu değer 11.51 MPa olmuştur.

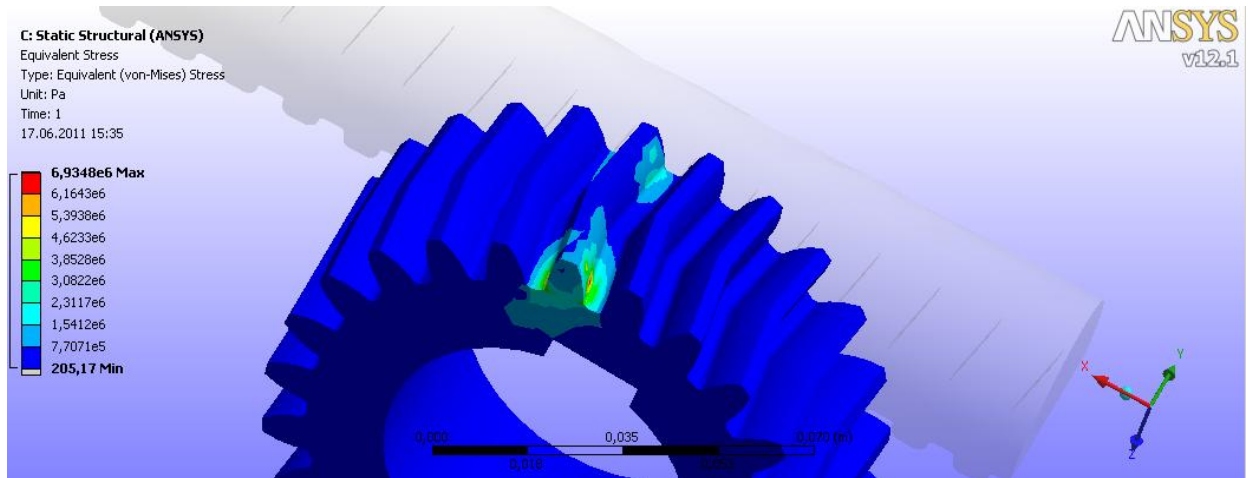
Kremayer dişliler değerlendirildiğinde ise en düşük gerilme pinyon dişlilerde olduğu gibi ok kremayer dişlide 9.18 MPa, eğriselkremayer dişlide 19.71 MPa ve maksimum gerilme düz kremayer dişlide 33,12 MPa olarak tespit edilmiştir. Bu değerler kendi aralarında kıyaslandığında minimum ve maksimum gerilmeler arasında, pinyon dişliler için 2,15 kat, kremayer dişliler arasında ise 3,60 katlık bir fark olduğu tespit edilmiştir.



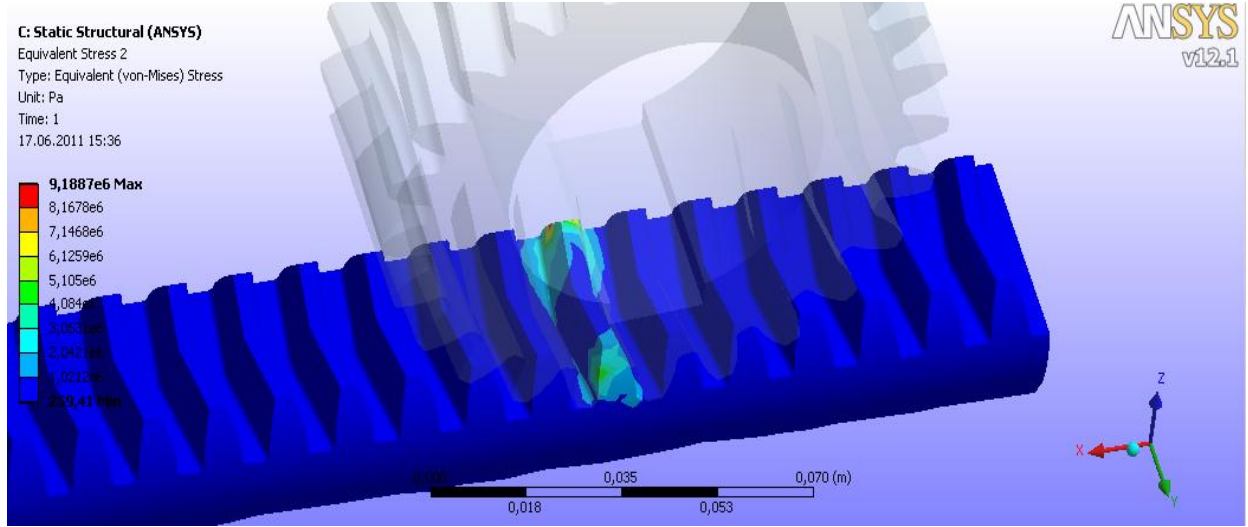
Şekil 4.36. Düz pinyon dişli (3,293⁰) de gerilme durumu



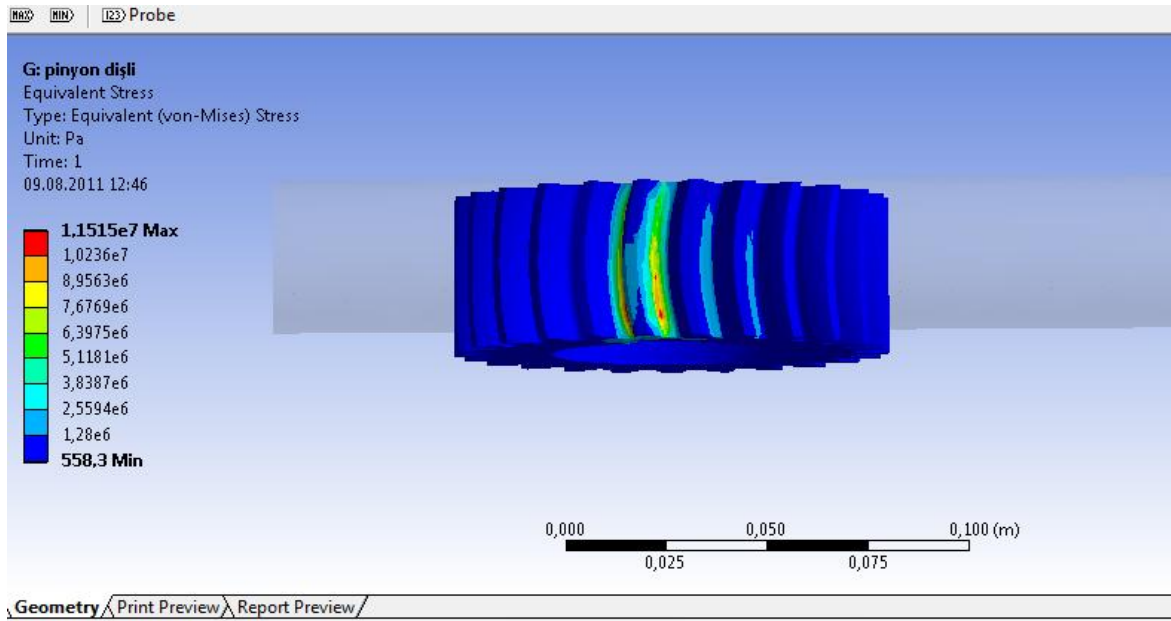
Şekil 4.37. Düz kremayer dişli ($3,293^0$) de gerilme durumu



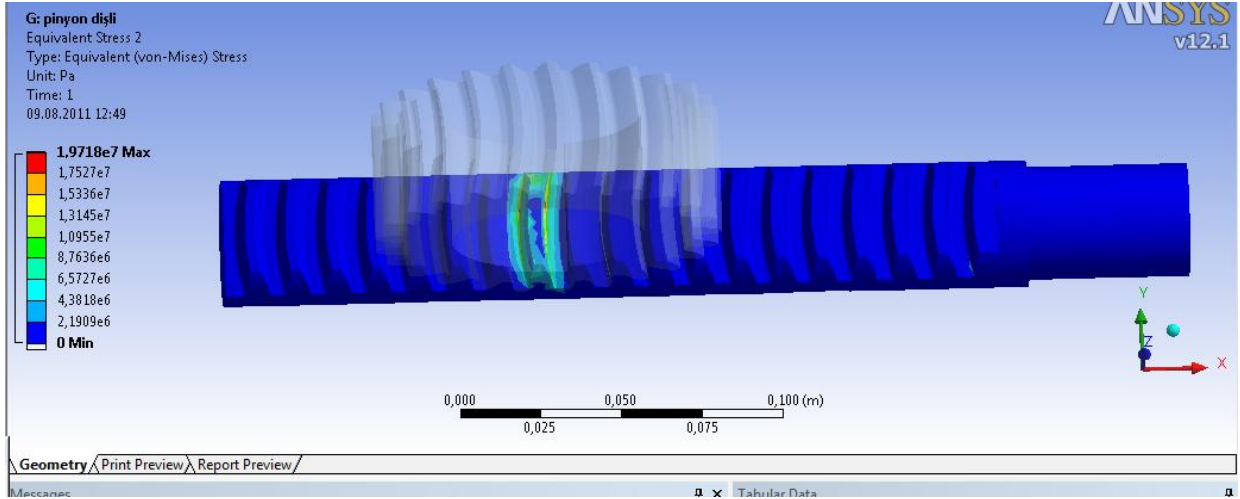
Şekil 4.38. Ok pinyon dişli ($3,293^0$) de gerilme durumu



Şekil 4.39. Ok kremayer dişli ($3,293^0$) de gerilme durumu



Şekil 4.40. Eğriselevolventprofilipinyon dişli ($3,293^0$) de gerilme durumu

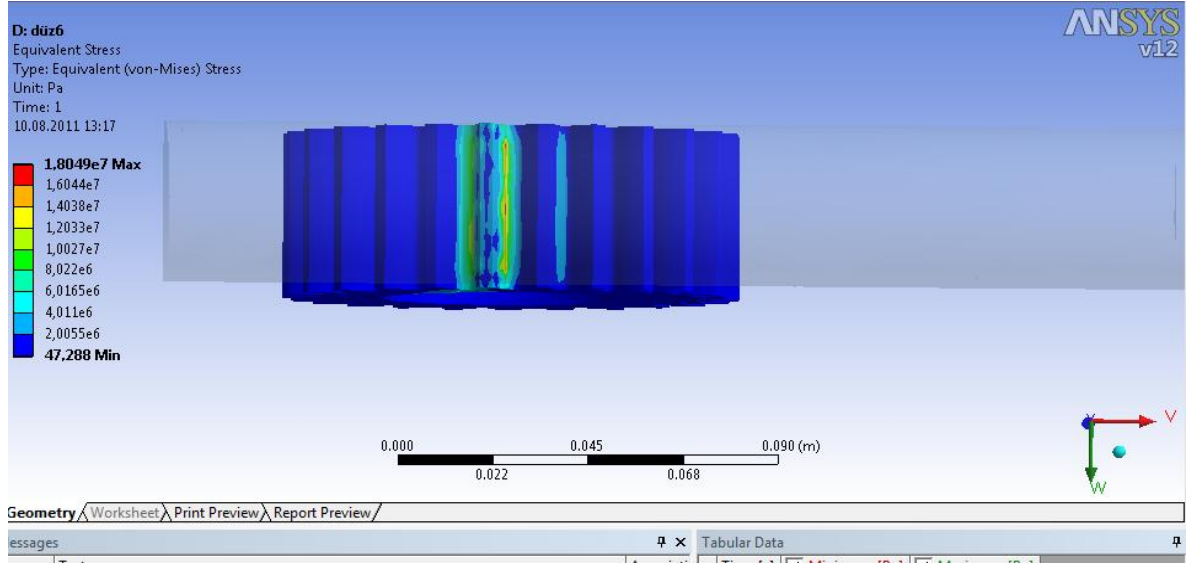


Şekil 4.41. Eğriselevolventprofilikremayer dişli (3,293⁰) de gerilme durumu

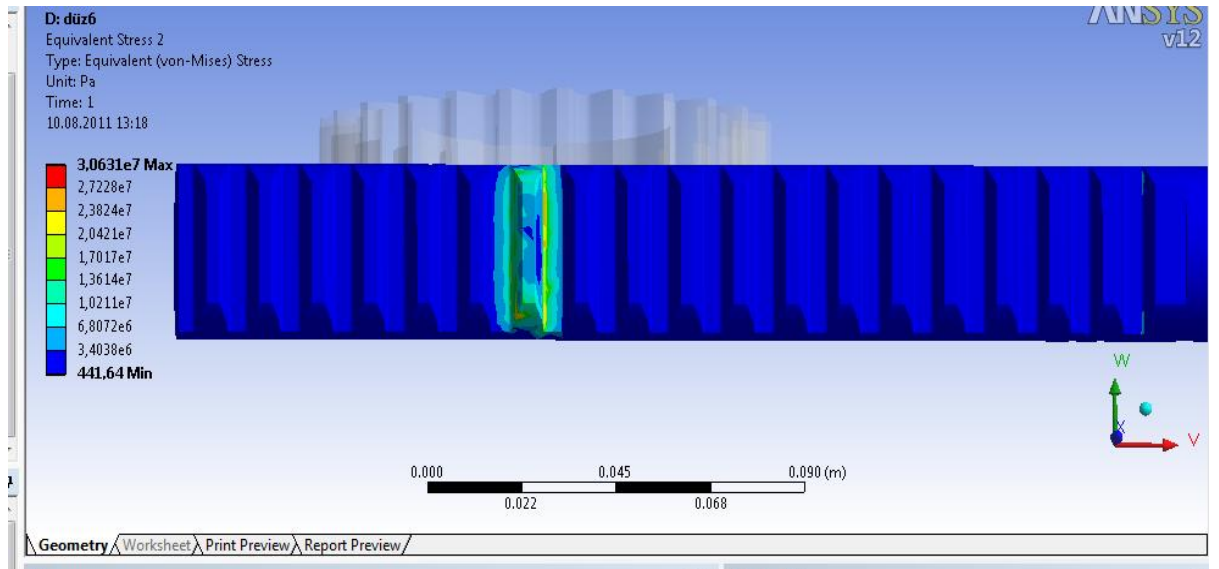
4.4.6. (6,586⁰) Kavrama Açısında Yüklenen Dişlilerin Gerilme Analizi Sonuçları

Aşağıda verilmiş olan şekillerde (6,586⁰)kavrama açısında yüklenen düz, ok ve eğrisel profilli dişli ve kremayerlerinin, gerilme analizi neticesinde alınan gerilme dağılımı resimleri verilmiştir. Şekiller incelendiğinde minimum gerilme ok dişlide 9.19 MPa olarak meydana gelirken, düz dişlide maksimum değerde 18,04 MPa olmuştur. Eğrisel dişlide ise bu değer 10,82 MPa olmuştur.

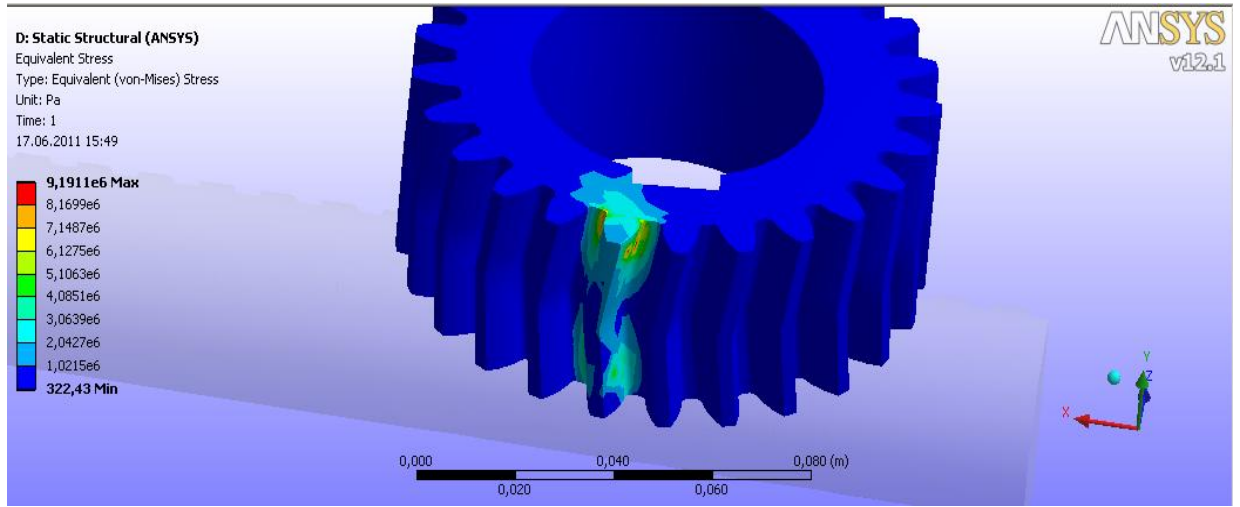
Kremayer dişliler değerlendirildiğinde ise en düşük gerilme pinyon dişlilerde olduğu gibi ok kremayer dişlide 13,01 MPa, eğriselkremayer dişlide 23,67 MPa ve maksimum gerilme düz kremayer dişlide 30,63 MPa olarak tespit edilmiştir. Bu değerler kendi aralarında kıyaslandığında minimum ve maksimum gerilmeler arasında, pinyon dişliler için 1.96 kat kremayer dişliler için ise 2,32 kat fark olduğu görülmektedir.



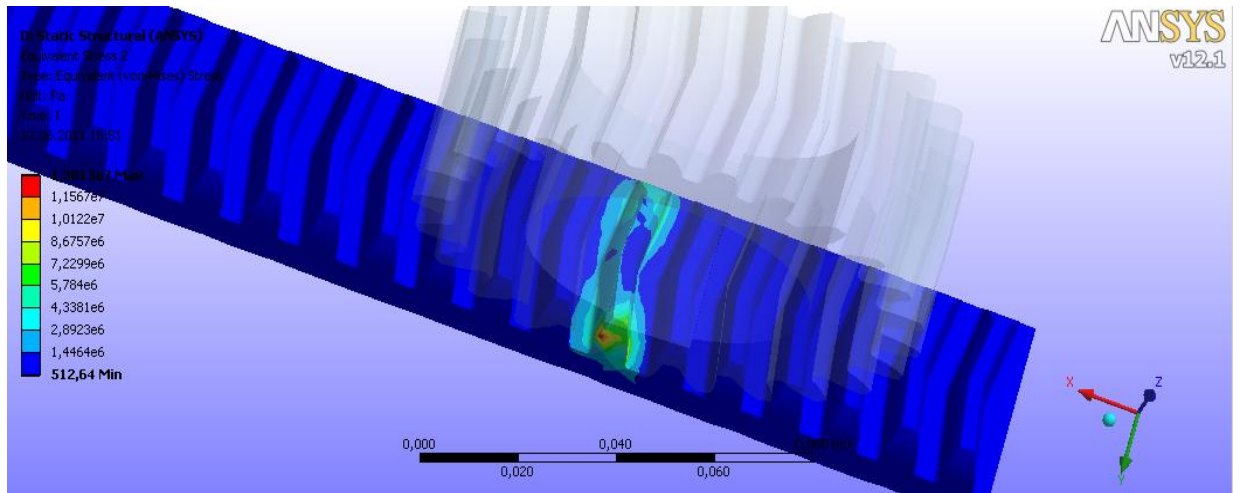
Şekil 4.42. Düz pinyon dişli ($6,586^0$) de gerilme durumu



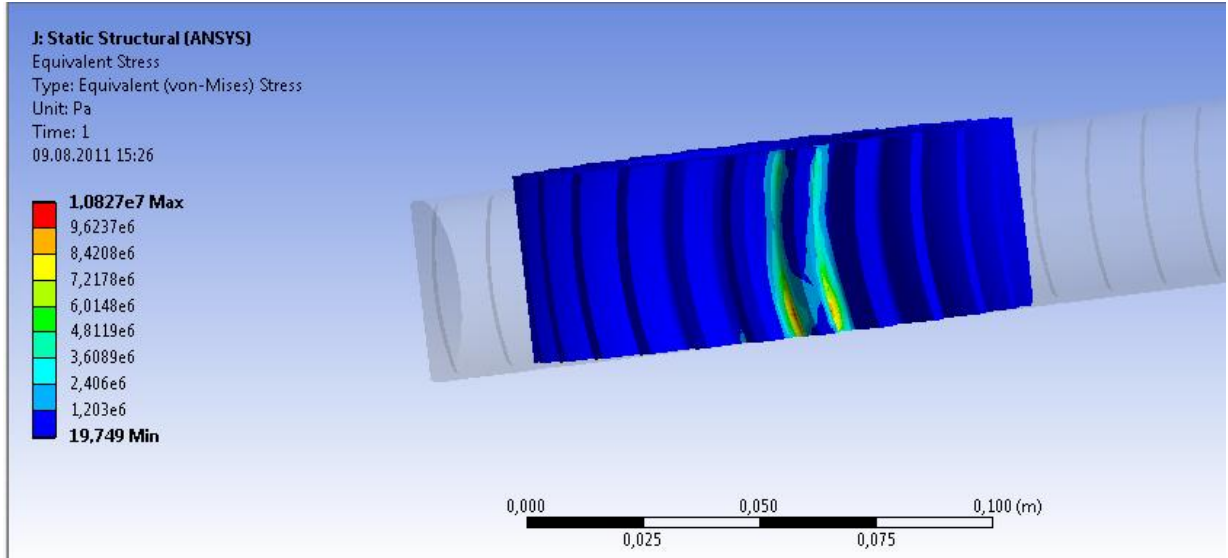
Şekil 4.43. Düz kremayer dişli ($6,586^0$) de gerilme durumu



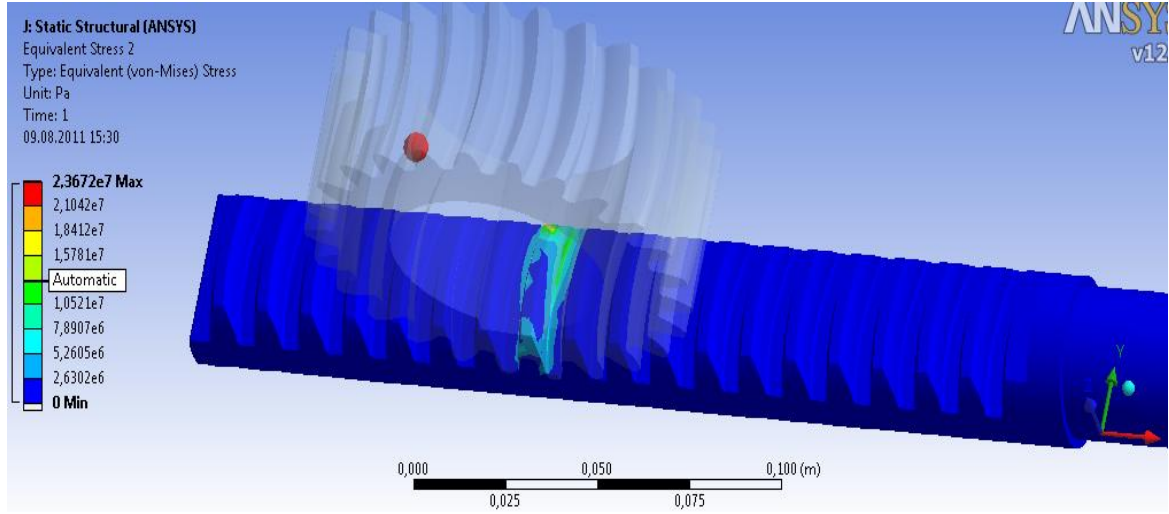
Şekil 4.44. Ok pinyon dišli ($6,586^0$) de gerilme durumu



Şekil 4.45. Ok kremayer dišli ($6,586^0$) de gerilme durumu



Şekil 4.46. Eğriselevolventprofilipinyon dişli ($6,586^0$) de gerilme durumu

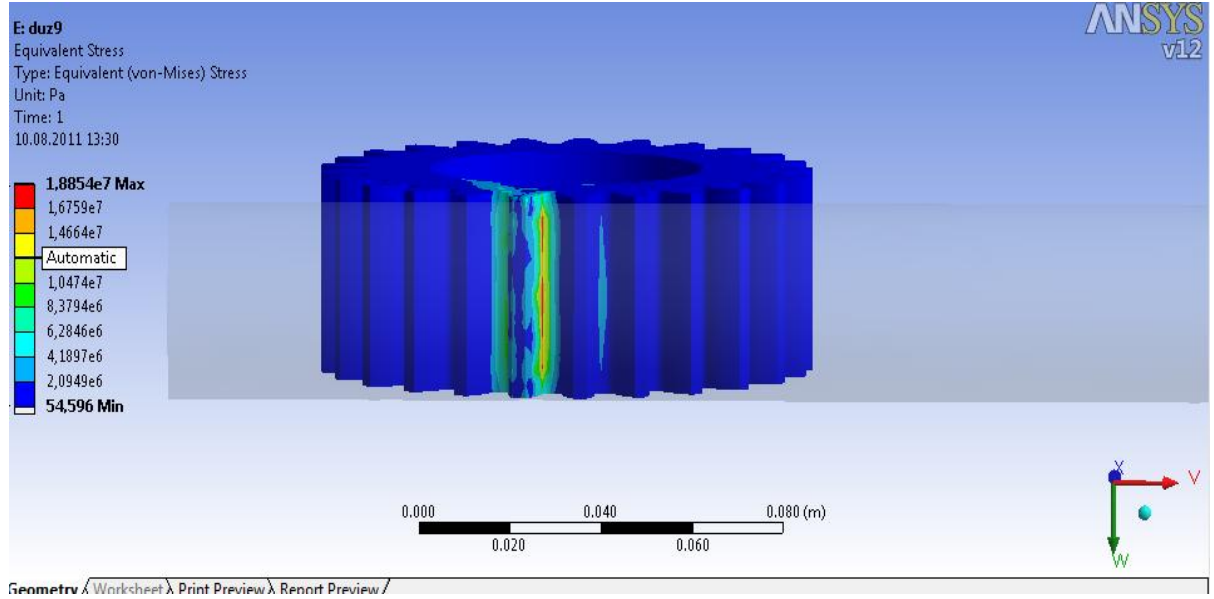


Şekil 4.47. Eğriselevolventprofilikremayer dişli ($6,586^0$) de gerilme durumu

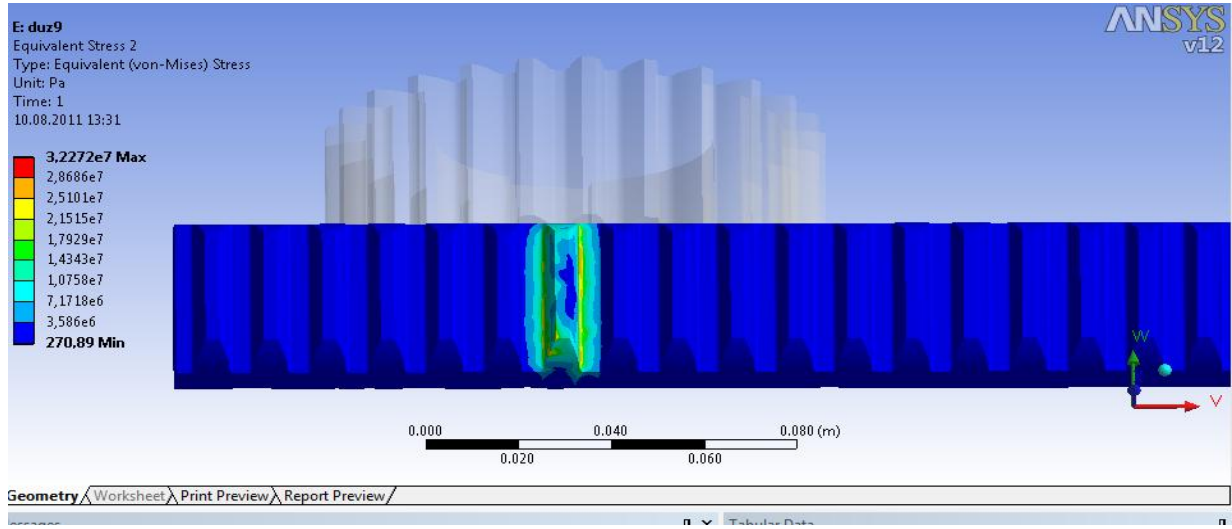
4.4.7.(9,879⁰) Kavrama Açısında Yüklenen Dişlilerin Gerilme Analizi Sonuçları

Aşağıda verilmiş olan şekillerde (9,879⁰) kavrama açısında yüklenen düz, ok ve eğrisel profilli dişli ve kremayerlerinin, gerilme analizi neticesinde alınan gerilme dağılımı resimleri verilmiştir. Şekiller incelendiğinde minimum gerilme ok dişlide 4,80 MPa olarak meydana gelirken, düz dişlide maksimum değerde 18,85 MPa olmuştur. Eğrisel dişlide ise bu değer 11,58 MPa olmuştur.

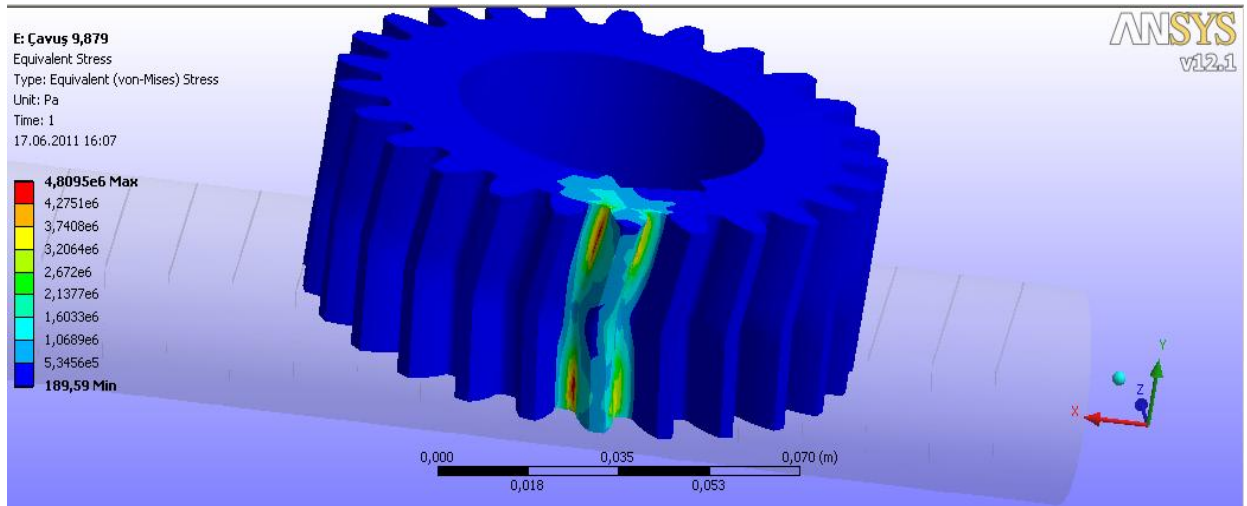
Kremayer dişliler değerlendirildiğinde ise en düşük gerilme pinyon dişlilerde olduğu gibi ok kremayer dişlide 5,91 MPa, ok kremayer dişlide 15,04 MPa ve maksimum gerilme düz kremayer dişlide 32,27 MPa olarak tespit edilmiştir. Bu değerler kendi aralarında kıyaslandığında minimum ve maksimum gerilmeler arasında, pinyon dişliler için 3,92 kat, kremayer dişli de ise 5,46 katlık fark görülmektedir.



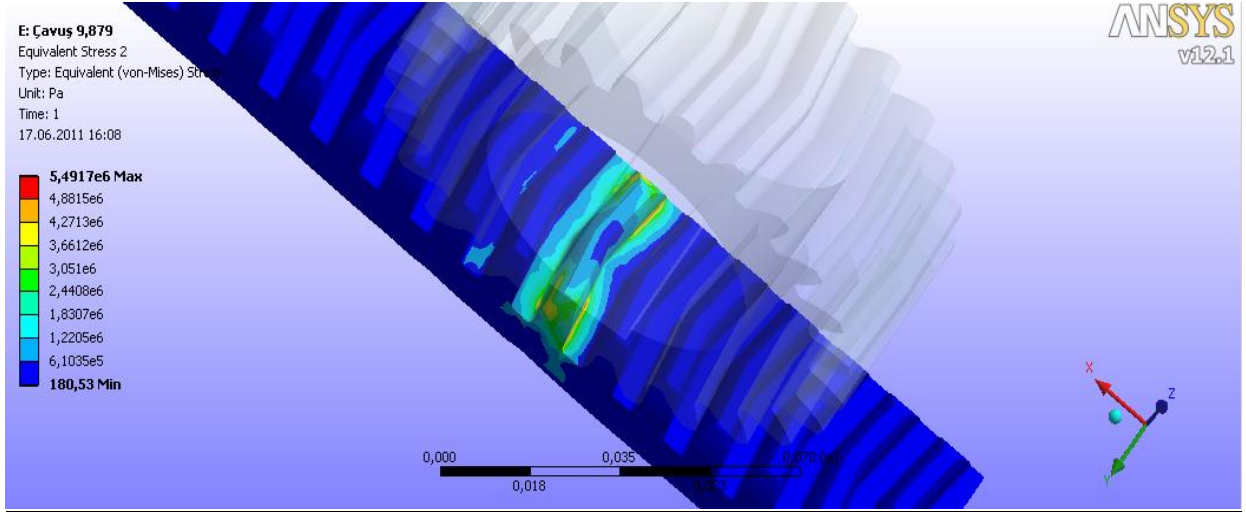
Şekil 4.48. Düz pinyon dişli (9,879⁰) de gerilme durumu



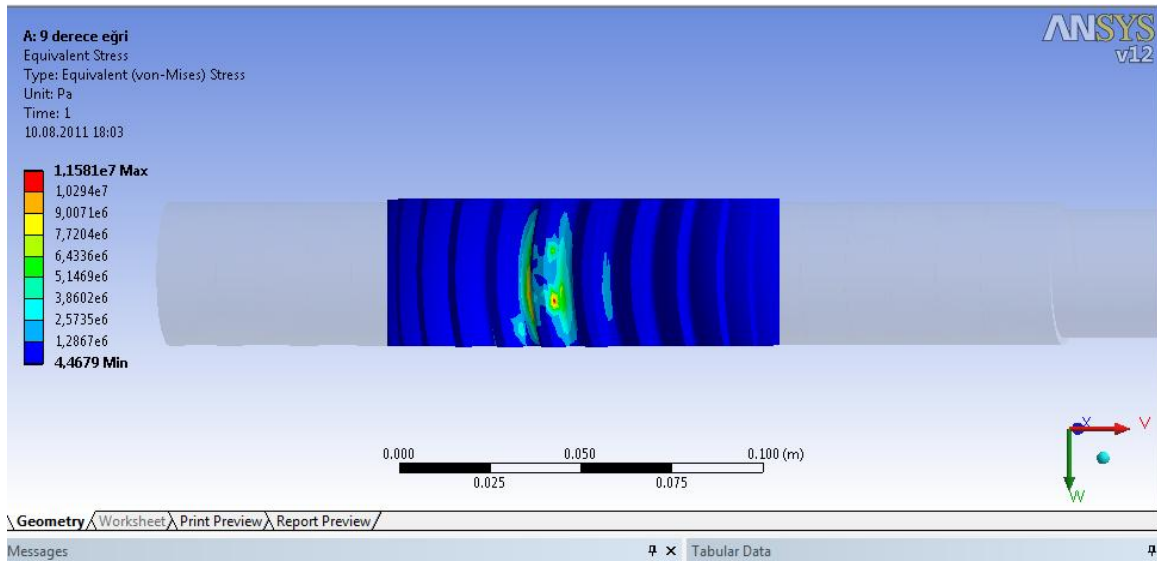
Şekil 4.49. Düz kremayer dişli (9,879°) de gerilme durumu



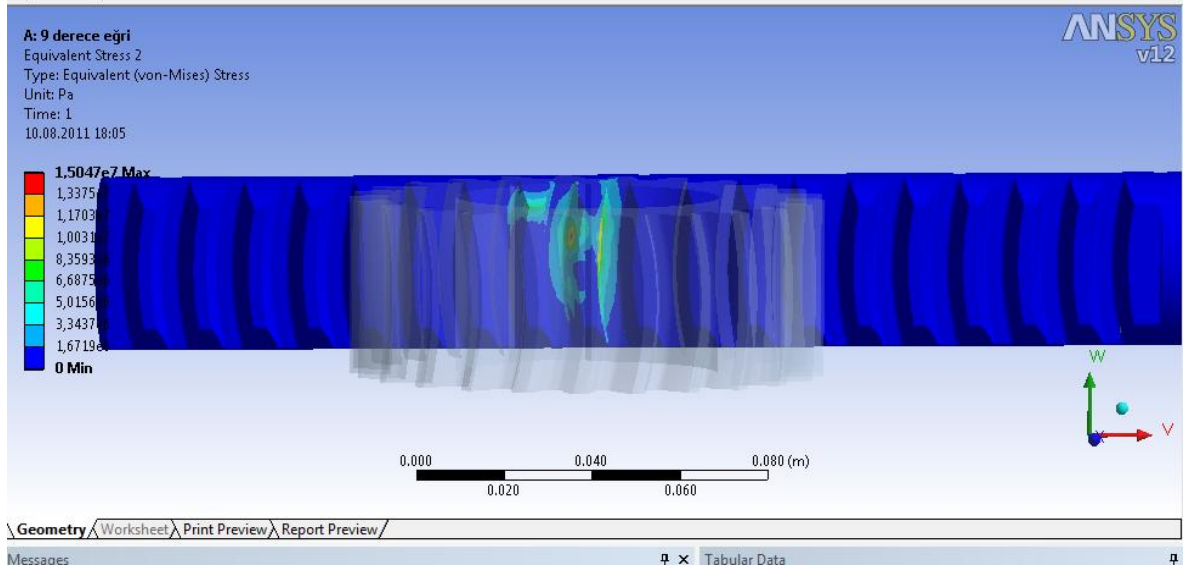
Şekil 4.50. Ok pinyon dişli (9,879°) de gerilme durumu



Şekil 4.51. Ok kremayer dişli (9,879°) de gerilme durumu



Şekil 4.52. Eğriselevolventprofilipinyon dişli (9,879°) de gerilme durumu

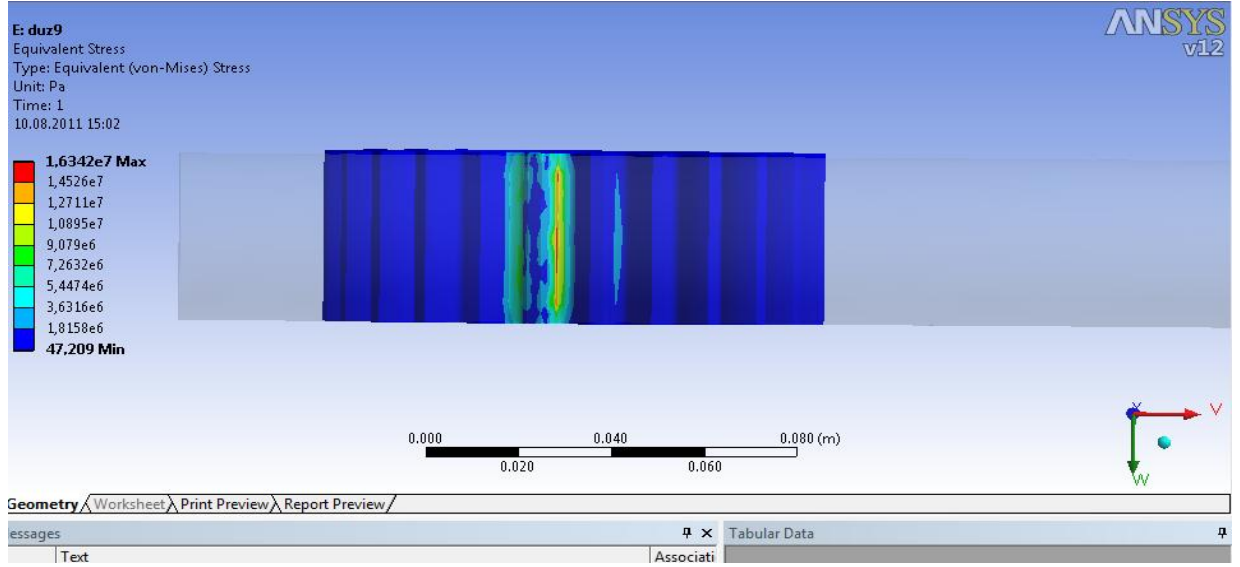


Şekil 4.53 Eğriselevent profilli kremayer dişli ($9,879^0$) de gerilme durumu

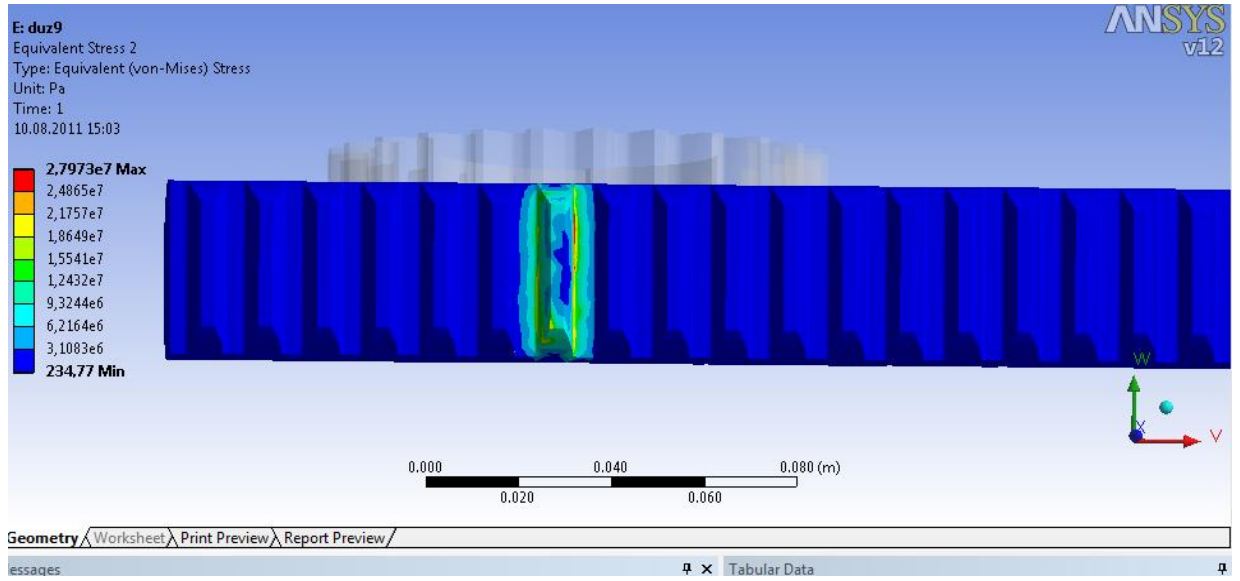
4.4.8.(13,173⁰) Kavrama Açısında Yüklenen Dişlilerin Gerilme Analizi Sonuçları

Aşağıda verilmiş olan şekillerde (13,173⁰) kavrama açısında yüklenen düz, ok ve eğrisel profilli dişli ve kremayerlerinin, gerilme analizi neticesinde alınan gerilme dağılımı resimleri verilmiştir. Şekiller incelendiğinde minimum gerilme ok dişlide 2.24 MPa olarak meydana gelirken, düz dişlide maksimum değerde 16.34 MPa olmuştur. Eğrisel dişlide ise bu değer 13.06 MPa olmuştur.

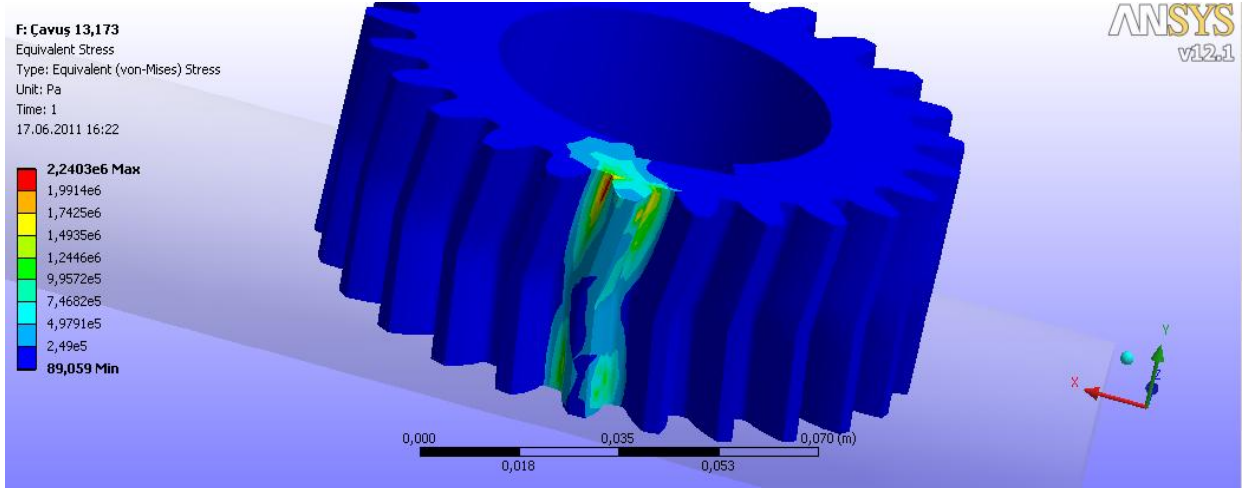
Kremayer dişliler değerlendirildiğinde ise en düşük gerilme pinyon dişlilerde olduğu gibi ok kremayer dişlide 2.58 MPa, ok kremayer dişlide 17.80 MPa ve maksimum gerilme düz kremayer dişlide 27.97 MPa olarak tespit edilmiştir. Bu değerler kendi aralarında kıyaslandığında minimum ve maksimum gerilmeler arasında, pinyon dişliler için 7.29 kat, kremayer dişli de ise 10.84 katlık fark olduğu gözlenmektedir.



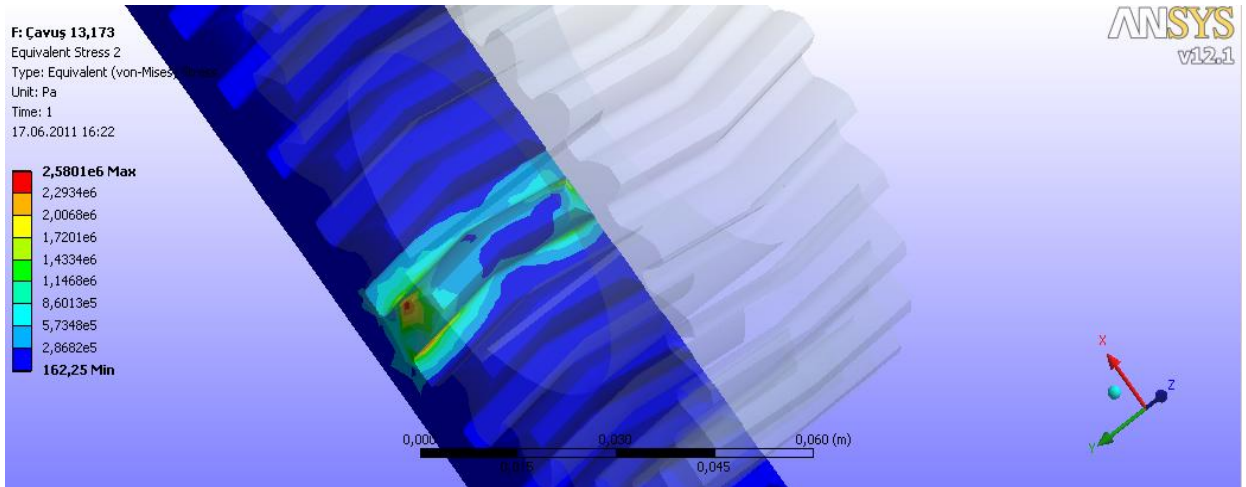
Şekil 4.54. Düz pinyon dişli (13,173⁰) de gerilme durumu



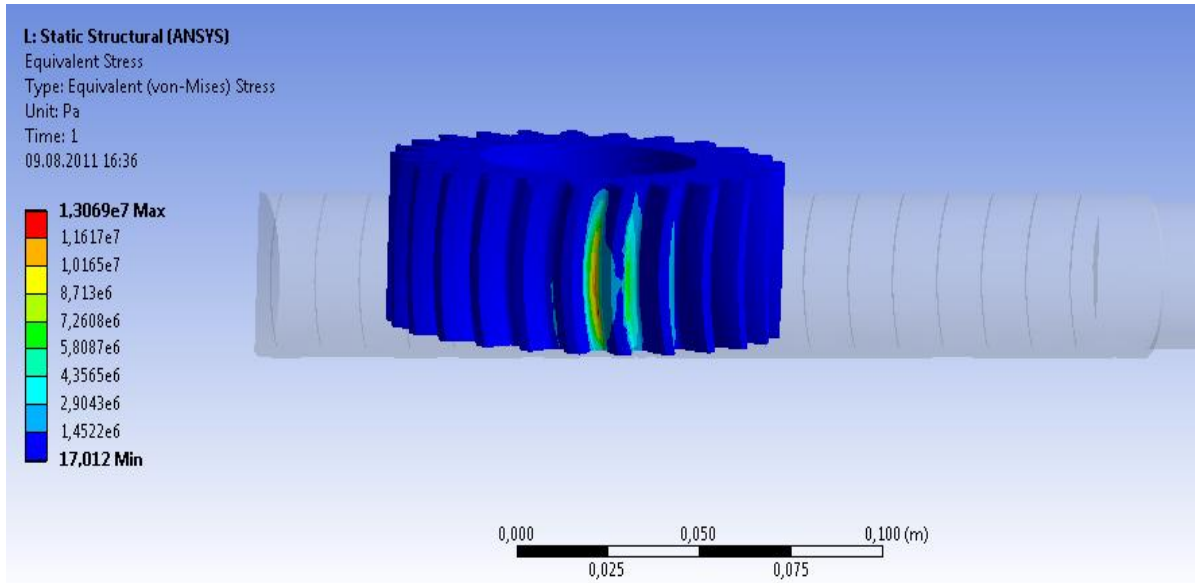
Şekil 4.55. Düz kremayer dişli (13,173⁰) de gerilme durumu



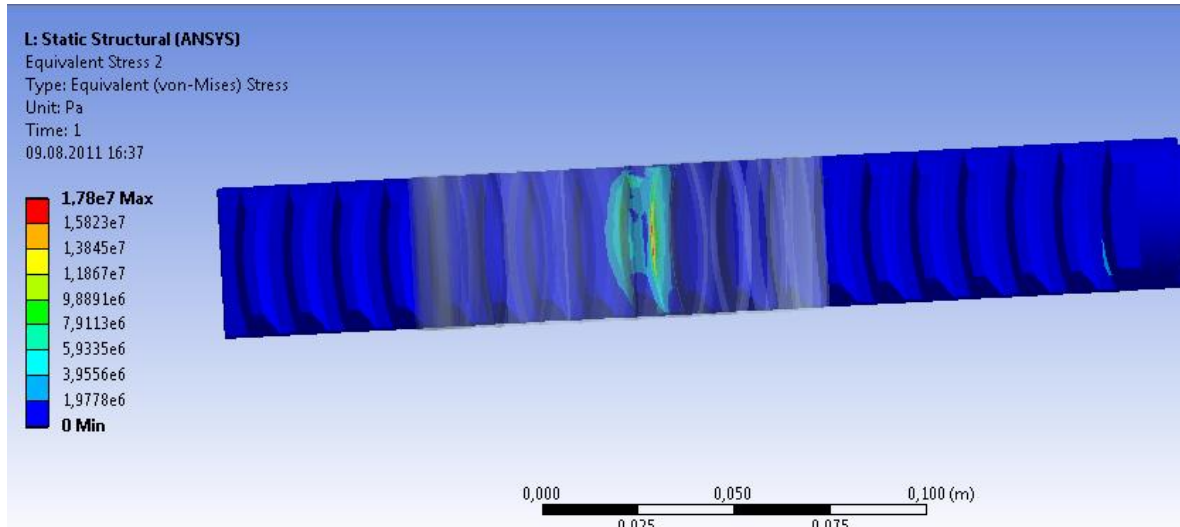
Şekil 4.56. Ok pinyon dişli ($13,173^0$) de gerilme durumu



Şekil 4.57. Ok kremayer dişli ($13,173^0$) de gerilme durumu



Şekil 4.58. Eğriselevolvent profilli pinyon dişli (13,173°) de gerilme durumu

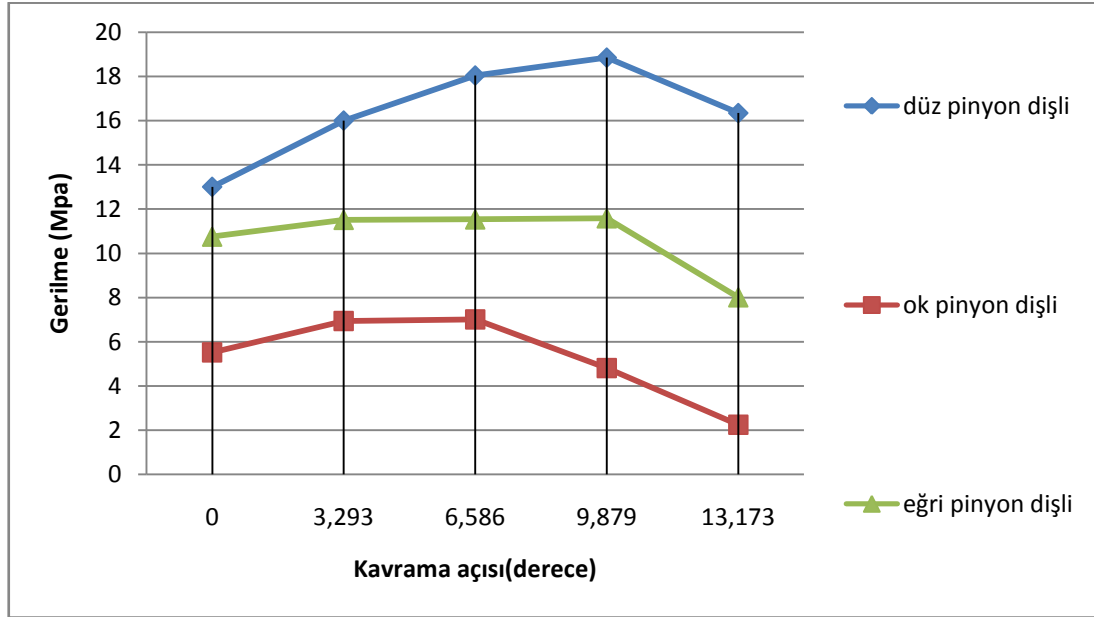


Şekil 4.59. Eğriselevolvent profilli kremayer dişli (13,173°) de gerilme durumu

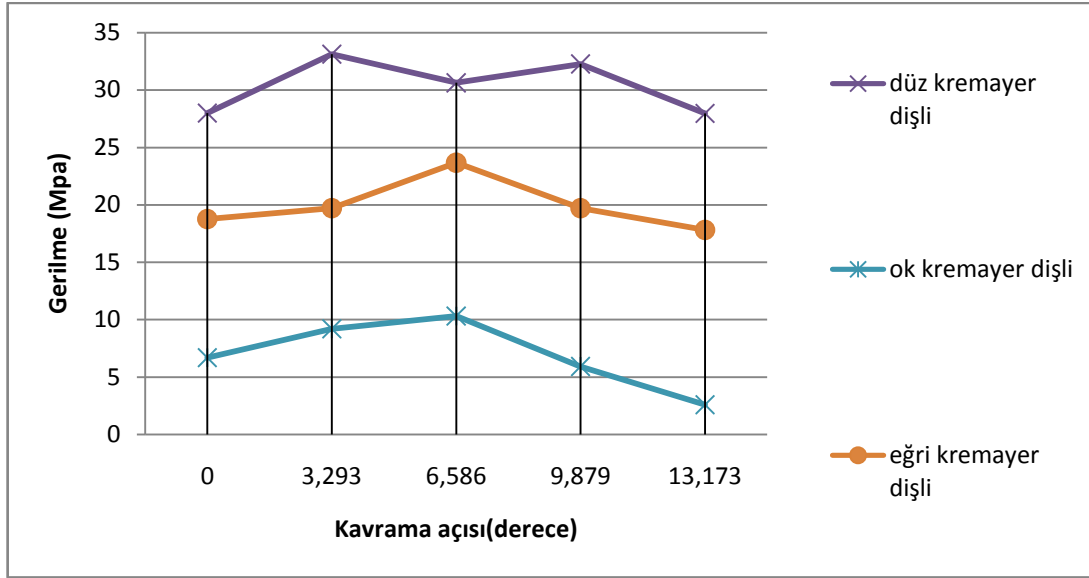
Tablo 4.4. Dişlilerin yük altında maksimum gerilme değerleri

Bir dişin dönme açısı (derece)	Maksimum gerilme (MPa)					
	Düz dişli	Çavuş dişli	Eğrisel dişli	Düz kremayer dişli	Çavuş kremayer dişli	Eğriselkremayer dişli
0	13	5,51	10,75	28	6,67	18,75
3,293	16	6,93	11,51	33,12	9,18	19,71
6,586	18,04	7	11,53	30,63	13,01	23,67
9,879	18,85	4,80	11,58	32,27	5,91	15,04
13,173	16,34	2,24	13,06	27,97	2,58	17,80

Bu tablodaki verilerin karşılaştırılmasının daha rahat gözlenebilmesi için; tablo değerleri, Şekil 4.60-4.61’de grafik olarak gösterilmiştir.



Şekil 4.60. Pinyon dişlilerin yük altında maksimum gerilmeleri

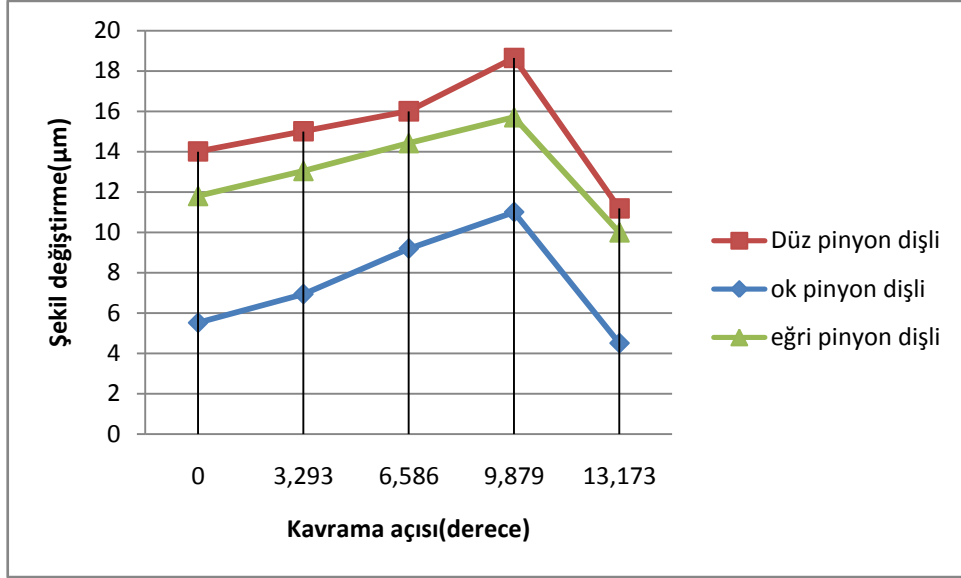


Şekil 4.61.Kremayer dişlilerin yük altında maksimum gerilmeleri

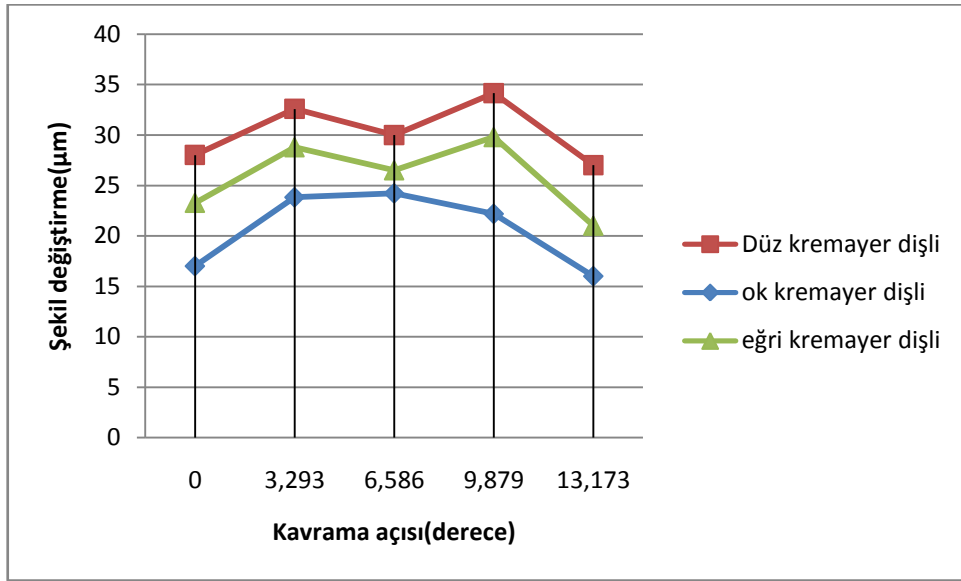
Tablo 4.5. Dişlilerin yük altında maksimum şekil değiştirme değerleri

Bir dişin dönme açısı (derece)	Maksimum şekil değiştirme (μm)					
	Düz dişli	Çavuş dişli	Eğrisel dişli	Düz kremayer dişli	Çavuş kremayer dişli	Eğrisel kremayer dişli
0	14	5,51	11,80	28	17	23,27
3,293	15	6,93	13,04	32,57	23,82	28,79
6,586	16	9,19	14,42	29,97	24,21	26,50
9,879	18,64	11	15,70	34,13	22,18	29,80
13,173	11,18	4,5	10	27	16	21

Bu tablodaki verilerin karşılaştırılmasının daha rahat gözlenebilmesi için; tablo değerleri, Şekil 4.62-4.63'te grafik olarak gösterilmiştir.



Şekil 4.62. Pinyon dişlilerin yük altında maksimum şekil değiştirmeleri



Şekil 4.63. Kremayer dişlilerin yük altında maksimum şekil değiştirmeleri

ANSYS programı kullanılarak yapılan bu gerilme analizleri sonucunda; analizleri yapılan dişli modelleri kıyaslandığında dayanım açısından en zayıf dişlinin düz dişli, en yüksek dayanıma sahip olan dişlinin ise ok dişli olduğu görülmüştür. Konkav-konveks profilli dişlinin dayanım açısından ok dişliye yakın gerilme değerlerine sahip olduğu gözlenmiştir. Bu durum deneysel çalışmalarda yapılmış olan, dişlilerin kırılmadan dayanabildikleri maksimum yükün tespiti sonuçlarını desteklemektedir.

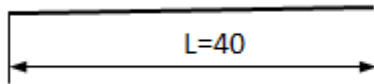
Gerilme dağılımları göz önüne alındığında ise konkav-konveks profilli dişlide meydana gelen gerilmelerin daha düzgün ve maksimum gerilmelerin dişli yayının merkezinde meydana geldiği görülmüştür. Ok dişlide ise gerilmelerin genel olarak diş profilinin dış kısımlarında oluşup, kavrama ilerledikçe dişli merkezine doğru gerilmelerin ilerlediği gözlemlenmiştir. Düz dişlide ise maksimum gerilmeler diş dibi boyunca bir çizgi boyunca gözlemlenmiştir.

5. SONUÇLARIN İRDELENMESİ

Bu tezin kapsamı içinde yapılmış olan deneysel çalışmalar konkav-konveks dişli ve kremayerinin performans özelliklerini etkileyen parametreler üzerindeki varsayımları doğrulamıştır. Nitekim CATIA programı kullanılarak modül çakı için yapılan katı modelden elde edilen G ve M kodları telerezyon tezgahına yüklenerek istenilen hassasiyette modül parmak frezenin HSS malzemesi kullanılarak imalatı sağlanmıştır. gerekli imalat kodları bu çalışmanın (Ek 1) kısmında verilmiştir. Konkav-konveks dişli ve kremayerinin, CATIA programı ile yapılan katı modellerinin ve bunların neticesinde elde edilen G ve M kodlarının 5 eksenli CNC freze tezgahına yüklenerek açılması sağlanmıştır. İmalat kodları bu çalışmanın (Ek 2-4) kısmında verilmiştir. Dişlilerin bu yöntemle imal edilmesinin başarılması, 1970’li yıllarda bu tip dişlinin sadece silindirik olanını açabilen ‘Forster tarafından’ geliştirilen tezgahta çift çakı ile açılabilen bu tip dişlilerin imalatına kolaylık getirmiştir. Hatta 5 eksenli freze tezgahında hem konkav-konveks silindirik dişlinin, hem de kremayerinin imalatı rahatlıkla sağlanmıştır. Konkav-konveks dişlilerin daha önceki imalat yöntemlerinde rastlanılan diğer bir husus da; dişlilerin diş yüksekliğinin uçlarda ve ortada eşit olmamasıydı. Bu hata 5 eksenli CNC tezgahının bölme aygıtı tarafından giderilmiştir.

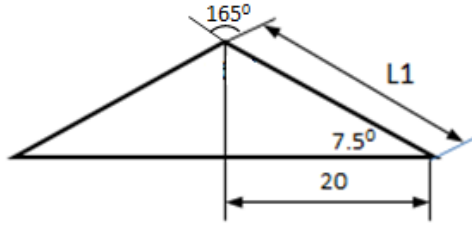
Araştırma konusu olan bu dişlinin grubu içinde düşünülen düz ve ok dişliler ile karşılaştırmalar yapılmıştı. Bu karşılaştırmalardan biri de dişlilerin ses deneyleri idi. Bu deneyler sonucunda en büyük sesi ok dişli (-5dB), ikincinin konkav-konveks dişli (-11dB), üçüncünün de düz dişlinin (-13dB) çıkardığı görülmüştü. Bu durumun sebebinin diş uzunluğu ile ilgili olduğu aşağıda gösterilmiştir.

a) Düz dişli diş uzunluğu



L=40 mm

b) Ok dişli diş uzunluğu

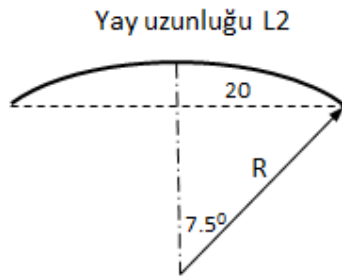


$$\cos 7,5^\circ = 20/L_1$$

$$L_1 = 20,173 \text{ mm}$$

$$L = 2L_1 = 2 \cdot 20,173 = \mathbf{40,35 \text{ mm}}$$

c) Eğri Profilli dişli



$$\sin 7,5^\circ = 20/R$$

$$R = 153,22 \text{ mm}$$

$$L_2 = (2\pi R \cdot 15^\circ)/360^\circ = \mathbf{40,11 \text{ mm}}$$

Bulunan bu değerler bir tablo haline getirilirse;

Tablo 5.1. Dişli uzunlukları ve çıkardıkları sesler

	Diş uzunluğu	Çıkardığı ses
Düz Dişli	40 mm	-13 dB
Konkav-konveks Dişli	40,11 mm	-11 dB
Ok dişli	40,56 mm	-5 dB

Tablo 5.1'den de görüldüğü gibi, diş uzunlukları ile dişlilerin çıkardıkları sesler birbirlerini doğrulamaktadır. Gerilme analizinde, literatüre uygunluk için dişliye uygulanan 8 Nm'lik moment sonucu elde edilen şekiller incelendiğinde; gerilmenin ok dişlide en küçük, konkav konveks dişlide orta ve düz dişlide en büyük olduğu gözlenmiştir. Bunun nedenini ortaya koymak için gerilme değerlerinin hesabı yapılmıştır. Bu hesaplamalarda bu çalışmanın 4. Bölümünde verilmiş olan eğilme gerilmesi hesaplama bağıntıları kullanılmıştır. Bu bağıntılarda mukavemet momentlerinin hesabı için gerekli olan atalet momentlerinin hesabında, CATIA programı kullanılmış ve her bir diş dibi kesiti için atalet momentleri bulunarak formülde yerine konulmuş ve mukavemet momentleri ayrı ayrı hesaplanmıştır. Bu mukavemet momentleri gerilme formülünde yerine koyularak üç dişli için hesaplama yapılmış ve bu hesaplamalar detaylı olarak aşağıda verilmiştir. Düz dişli için;

$$Ft = 148.14 \text{ N}$$

$$Fn = \frac{Ft}{\cos 20} = 157,64 \text{ N}$$

$$\sigma_{e\ddot{g}} = \frac{M_{e\ddot{g}}}{W_{e\ddot{g}}}$$

$$W_{e\ddot{g}} = \frac{I_x}{G_x}$$

$$M_{e\ddot{g}} = F_t \cdot h$$

$$M_{e\ddot{g}} = 148,14 \cdot 10 = 1481,4 \text{ Nmm} = 1,4814 \text{ Nm}$$

$$I_x = 1,7 \cdot 10^{-9} \text{ m}^4$$

$$W_{e\ddot{g}} = \frac{1,7 \cdot 10^{-9}}{0,4 \cdot 10^{-2}} = 4,25 \cdot 10^{-7}$$

$$\sigma_{e\ddot{g}} = \frac{1,4814}{4,25 \cdot 10^{-7}} = 3,48 \cdot 10^6 \text{ N/m}^2$$

Ok dişli için;

$$Ft_n = F_n \cdot \cos\alpha \cdot \cos\beta$$

$$Ft_n = 157,64 \cdot \cos 20 \cdot \cos 7,5 = 146,86 \text{ N}$$

$$M_{e\ddot{g}} = Ft_n \cdot h_{Fa}$$

$$M_{e\ddot{g}} = 1,4686 \text{ Nm}$$

$$I_x = 1,94 \cdot 10^{-9} \text{ m}^4$$

$$W_{e\ddot{g}} = \frac{1,94 \cdot 10^{-9}}{0,4 \cdot 10^{-2}} = 4,85 \cdot 10^{-7}$$

$$\sigma_{e\ddot{g}} = \frac{1,4686}{4,85 \cdot 10^{-7}} = 3,02 \cdot 10^6 \text{ N/m}^2$$

Konkav-konveks dişli için;

$$Ft_n = F_n \cdot \cos\alpha \cdot \cos\beta$$

$$Ft_n = 157,64 \cdot \cos 20 \cdot \cos 7,5 = 146,86 \text{ N}$$

$$M_{e\ddot{g}} = Ft_n \cdot h_{Fa}$$

$$M_{e\ddot{g}} = 1,4686 \text{ Nm}$$

$$I_x = 1,90 \cdot 10^{-9} \text{ m}^4$$

$$W_{e\ddot{g}} = \frac{1,90 \cdot 10^{-9}}{0,4 \cdot 10^{-2}} = 4,75 \cdot 10^{-7}$$

$$\sigma_{e\ddot{g}} = \frac{1,4686}{4,75 \cdot 10^{-7}} = 3,09 \cdot 10^6 \text{ N/m}^2$$

Düz dişli için , konkav-konveks dişli için
3,09.10⁶ ve ok dişli için de 3,02.10⁶ olduğu görülmüştür. Buna göre gerilme değerleri;

$$3,09 \cdot 10^6 \quad 3,02 \cdot 10^6$$

elde edilmiştir. Bu sıralama da çalışmanın 4. Bölümünde elde edilmiş olan gerilme analizi sonuçlarını desteklemiştir. Bu bilgiler ışığında, aynı durum dişlilerin kırılma deneyleri ile de paralellik göstermiştir. Çünkü, ok dişlinin en büyük, konkav-konveks dişlinin orta ve düz dişlinin de en küçük kuvvet uygulaması altında kırıldığı tespit edilmiştir.

6. GENEL SONUÇLARVE ÖNERİLER

Konkav konveks dişliler imal edilirken kullanılan dişli modelinde evolvent eğri belirlenirken sınır şartları dahilinde 6 adet açısı seçilerek nokta tayini yapılmış ve bu noktalar spline ile birleştirilmek sureti ile diş profil eğrisi elde edilmiştir. Oluşturulan bu eğriye göre de çakının ağız profili işlenmiştir. Ayrıca çakı imal edilirken imalat şartlarının zorluklarından dolayı tek ağızlı olarak imal edilmiştir. Dişli çarkların endüstride kullanımının yaygınlaşması ile birlikte, çakı üreten firmaların ilgisiyle birlikte, çakının aşınma ve çalışma şartları da dikkate alınarak çok ağızlı çakı imal edilebilir. Böylece dişli çarkın diş profilleri daha kaliteli olarak imal edilebilir.

Konkav konveks dişli çarklar imal edildikten sonra yüzey kalitelerinin artırılması gerekmektedir. Mevcut standart dişli taşlama yöntemleriyle bu dişli çarklar taşlanamadığından, bu dişli çarkların diş profillerinin yüzey kalitesini iyileştirmek maksadı ile farklı yöntemler geliştirilebilir. Bu konuda geliştirilmiş olan aşındırıcı macunlarla yüzey kalitesini iyileştirme metodu, bu dişlilerin diş profillerinin yüzey kalitesini arttırmada kullanılabilir. Ayrıca yüzey kalitesini arttırmak için taşlamada kullanılan taşlara evolvent profil bir CNC torna tezgahında işlendikten sonra, yine bir takım yolu programı geliştirilerek dik işlem merkezli CNC freze tezgahında bu dişlilerin diş profilleri taşlanarak yüzey kaliteleri arttırılabilir.

Ayrıca bu dişli çarkların üretimi farklı eğrilik yarıçaplarında da yapılip çalışma şartlarına en uygun optimum eğrilik yarıçapın tespiti de yapılabilir. Yine çalışma şartlarına bağlı olarak bu dişli çarkların çalışma sıcaklıklarının tespiti ve aşınma davranışları incelenebilir. Ayrıca bu dişli çarklar için yatak kuvvetlerin hesabı da yapılarak uygun konstrüksiyonun tayini yapılabilir.

Konkav-konveks dişlilerin imalatı, açım zorluklarından dolayı endüstride fazla kullanım alanı bulamamıştır. Ancak bu araştırma sonrası, bu dişlilerin imalatlarının CNC tezgahlarında kolaylıkla yapılacağı kanıtlanmıştır. İşletmelerde bu tezgahların yaygın olarak kullanılması, dişlilerin imalat maliyetlerini ciddi şekilde düşüreceği açıktır. Bu sebeple avantajları kanıtlanmış olan bu dişlilerin endüstride kullanım alanlarının yaygınlaşacağı ve bu alanlardan birinin de dişli yağ pompaları olabileceği görülmektedir.

Bu pompalarda bu dişlilerin kullanılması ile yağ debilerinde artış sağlanabilir. Ayrıca bu imalat yöntemi endüstride imalatları oldukça zor olan konik ve konik helis (ayna mahruti) ve zincir dişlilerin imalatının da yapılması sağlanabilir.

7. EKLER

Ek1. Çakı İmalat Kodları

%	N250 G02 X15.9952 Y-3. I0. J-3.	N155 X7.1224 Y4.1546 U1.0472
O1350 (REMI 119 A)	N255 G01 Y-7.	V-1.6284
N5 G11 (TEC,LT25W)	N260 G40 X14.9952	N160 X6.8122 Y3.9746 U1.0418
N10 G11 (WIR,LT25)	N265 M50	V-1.6583
N15 M24		N165 X6.499 Y3.8001 U1.0321
N20 M28		V-1.682
N25 G90	N270 M29	N170 X6.1828 Y3.631 U1.0184
N30 G92 X0. Y0.	N275 M30	V-1.6992
N35 G90 G10 P16 R0.	%	N175 X5.9253 Y3.4994 U0.9714
N40 G91 G10 P16 R0.035	%	V-1.7235
N45 G90	O1250 (119 A)	N180 X5.6653 Y3.3728 U0.9202
N50 M15 P0	N5 G11 (TEC,LT25W)	V-1.739
N55 G00 X19.0064 Y7.	N10 G11 (WIR,LT25)	N185 X5.403 Y3.2512 U0.8653
N60 S02 H12.	N15 M24	V-1.7454
N65 M60	N20 M28	N190 X5.1383 Y3.1348 U0.8072
N70 G92 X19.0064 Y7. I12. J14.	N25 G90	V-1.7425
N75 G01 G42 X20.0064	N30 G92 X0. Y0.	N195 X4.8714 Y3.0235 U0.7467
N80 X18.0215 Y5.4404	N35 G90 G10 P16 R0.	V-1.7302
N85 G02 X15.5207 Y4.2808 I-	N40 G91 G10 P16 R0.035	N200 X4.6025 Y2.9174 U0.684
3.707 J4.718	N45 G90	V-1.7082
N90 G01 X4.8196 Y2.0847	N50 M15 P11	N205 X4.3315 Y2.8165 U0.62
N95 G02 X1. Y1.6968 I-3.82	N55 G00 X11.5007 Y9.	V-1.6765
J18.612	N60 S02 H4.	N210 X4.0586 Y2.7209 U0.5551
N100 G01 Y0.	N65 M60	V-1.6349
N105 X12.9952	N70 G92 X11.5007 Y9. I4. J10.	N215 X3.668 Y2.5942 U0.5114
N110 G02 X15.9952 Y-3. I0. J-3.	N75 G01 G42 Y7.6224 U0. V-	V-1.5677
N115 G01 Y-6.64	0.893	N220 X3.2741 Y2.4784 U0.4711
N120 M01	N80 X11.1951 Y7.311 U0.1683	V-1.5113
N125 Y-7.	V-0.8623	N225 X2.8771 Y2.3734 U0.4338
N130 G40 X14.9952	N85 X10.8831 Y7.0061 U0.3432	V-1.4657
N135 G90 G10 P16 R0.	V-0.8382	N230 X2.4774 Y2.2794 U0.3992
N140 G91 G10 P16 R0.005	N90 X10.5646 Y6.7079 U0.5244	V-1.4312
N145 G90	V-0.8207	N235 X2.0753 Y2.1964 U0.3671
N150 S07 H12.	N95 X10.24 Y6.4165 U0.7118	V-1.4076
N155 G01 G41 X15.9952	V-0.81	N240 X1.671 Y2.1245 U0.3371
N160 Y-3.	N100 X10.0171 Y6.2234	V-1.3952
N165 G03 X12.9952 Y0. I-3. J0.	U0.7834 V-0.909	N245 X1.2728 Y2.0593 U0.4901
N170 G01 X1.	N105 X9.7915 Y6.0335 U0.8441	V-1.3636
N175 Y1.6968	V-1.0037	N250 X1.1235 Y2.0271 U0.589
N180 G03 X4.8196 Y2.0847 I0.	N110 X9.5632 Y5.8469 U0.8943	V-1.3409
J19.	V-1.0937	N255 X0.9783 Y1.98 U0.6852
N185 G01 X15.5207 Y4.2808	N115 X9.3322 Y5.6635 U0.9344	V-1.3085
N190 G03 X18.0215 Y5.4404 I-	V-1.1782	N260 X0.8385 Y1.9187 U0.7776
1.206 J5.878	N120 X9.0986 Y5.4835 U0.9647	V-1.2667
N195 G01 X20.0064 Y7.	V-1.2568	N265 X0.7056 Y1.8436 U0.8655
N200 G40 X19.0064	N125 X8.8626 Y5.3068 U0.9855	V-1.2159
N205 G90 G10 P16 R0.	V-1.3289	N270 X0.5809 Y1.7555 U0.9478
N210 S21 H12.	N130 X8.624 Y5.1334 U0.9975	V-1.1566
N215 G01 G42 X20.0064	V-1.394	N275 X0.4657 Y1.6553 U1.0238
N220 X18.0215 Y5.4404	N135 X8.3305 Y4.9273 U1.0186	V-1.0894
N225 G02 X15.5207 Y4.2808 I-	V-1.4513	N280 X0.3612 Y1.5441 U1.0928
3.707 J4.718	N140 X8.0336 Y4.7263 U1.0338	V-1.015
N230 G01 X4.8196 Y2.0847	V-1.5037	N285 X0.2683 Y1.4229 U1.154
N235 G02 X1. Y1.6968 I-3.82	N145 X7.7332 Y4.5304 U1.0435	V-0.9341
J18.612	V-1.5509	N290 X0.1881 Y1.2931 U1.2069
N240 G01 Y0.	N150 X7.4294 Y4.3398 U1.0478	V-0.8476
N245 X12.9952	V-1.5925	

N295 X0.1213 Y1.1558 U1.2509
 V-0.7562
 N300 X0.0686 Y1.0125 U1.2855
 V-0.6608
 N305 X0.0306 Y0.8646 U1.3105
 V-0.5625
 N310 X0.0077 Y0.7137 U1.3257
 V-0.4622
 N315 X0. Y0.5612 U1.3307 V-
 0.3609
 N320 Y0.12 U1.3307 V0.
 N325 Y-0.3212 U1.3307
 V0.3609
 N330 X0.0077 Y-0.4737
 U1.3257 V0.4622
 N335 X0.0306 Y-0.6246
 U1.3105 V0.5625
 N340 X0.0686 Y-0.7725
 U1.2855 V0.6608
 N345 X0.1213 Y-0.9158
 U1.2509 V0.7562
 N350 X0.1881 Y-1.0531
 U1.2069 V0.8476
 N355 X0.2683 Y-1.1829 U1.154
 V0.9341
 N360 X0.3612 Y-1.3041
 U1.0928 V1.015
 N365 X0.4657 Y-1.4153
 U1.0238 V1.0894
 N370 X0.5809 Y-1.5155
 U0.9478 V1.1566
 N375 X0.7056 Y-1.6036
 U0.8655 V1.2159
 N380 X0.8385 Y-1.6787
 U0.7776 V1.2667
 N385 X0.9783 Y-1.74 U0.6852
 V1.3085
 N390 X1.1235 Y-1.7871 U0.589
 V1.3409
 N395 X1.2728 Y-1.8193
 U0.4901 V1.3636
 N400 X1.671 Y-1.8845 U0.4689
 V1.3771
 N405 X2.0753 Y-1.9564 U0.477
 V1.3926
 N410 X2.4774 Y-2.0394
 U0.4871 V1.4191
 N415 X2.8771 Y-2.1334
 U0.4997 V1.4567
 N420 X3.2741 Y-2.2384 U0.515
 V1.5052
 N425 X3.668 Y-2.3542 U0.5334
 V1.5647
 N430 X4.0586 Y-2.4809
 U0.5551 V1.6349
 N435 X4.3315 Y-2.5765 U0.62
 V1.6765
 N440 X4.6025 Y-2.6774 U0.684
 V1.7082
 N445 X4.8714 Y-2.7835
 U0.7467 V1.7302
 N450 X5.1383 Y-2.8948
 U0.8072 V1.7425
 N455 X5.403 Y-3.0112 U0.8653
 V1.7454

N460 X5.6653 Y-3.1328
 U0.9202 V1.739
 N465 X5.9253 Y-3.2594
 U0.9714 V1.7235
 N470 X6.1828 Y-3.391 U1.0184
 V1.6992
 N475 X6.4924 Y-3.5565
 U1.0388 V1.6784
 N480 X6.7991 Y-3.7272
 U1.0549 V1.6508
 N485 X7.1029 Y-3.903 U1.0667
 V1.6169
 N490 X7.4037 Y-4.084 U1.0735
 V1.5767
 N495 X7.7014 Y-4.2701
 U1.0753 V1.5306
 N500 X7.9958 Y-4.4613
 U1.0716 V1.4787
 N505 X8.287 Y-4.6574 U1.0621
 V1.4214
 N510 X8.5748 Y-4.8584
 U1.0466 V1.3589
 N515 X8.8097 Y-5.0279
 U1.0384 V1.29
 N520 X9.0421 Y-5.2007
 U1.0211 V1.214
 N525 X9.2722 Y-5.3767
 U0.9944 V1.1314
 N530 X9.4997 Y-5.556 U0.9578
 V1.0427
 N535 X9.7247 Y-5.7384
 U0.9109 V0.9486
 N540 X9.9471 Y-5.9239
 U0.8534 V0.8495
 N545 X10.1669 Y-6.1126
 U0.7849 V0.7461
 N550 X10.5356 Y-6.4414
 U0.5464 V0.8084
 N555 X10.8964 Y-6.7789
 U0.3159 V0.8795
 N560 X11.249 Y-7.125 U0.0936
 V0.959
 N565 M01
 N570 X11.5007 Y-7.3824 U0.
 V0.893
 N575 G40 Y-9. U0. V0.
 N580 G90 G10 P16 R0.
 N585 G91 G10 P16 R0.005
 N590 G90
 N595 S07 H4.
 N600 G01 G41 Y-7.3824 U0.
 V0.893
 N605 X11.1779 Y-7.0539
 U0.1855 V0.8452
 N610 X10.8479 Y-6.7326
 U0.3783 V0.8047
 N615 X10.5109 Y-6.4188
 U0.5782 V0.7716
 N620 X10.1669 Y-6.1126
 U0.7849 V0.7461
 N625 X9.9471 Y-5.9239
 U0.8534 V0.8495
 N630 X9.7247 Y-5.7384
 U0.9109 V0.9486
 N635 X9.4997 Y-5.556 U0.9578
 V1.0427

N640 X9.2722 Y-5.3767
 U0.9944 V1.1314
 N645 X9.0421 Y-5.2007
 U1.0211 V1.214
 N650 X8.8097 Y-5.0279
 U1.0384 V1.29
 N655 X8.5748 Y-4.8584
 U1.0466 V1.3589
 N660 X8.287 Y-4.6574 U1.0621
 V1.4214
 N665 X7.9958 Y-4.4613
 U1.0716 V1.4787
 N670 X7.7014 Y-4.2701
 U1.0753 V1.5306
 N675 X7.4037 Y-4.084 U1.0735
 V1.5767
 N680 X7.1029 Y-3.903 U1.0667
 V1.6169
 N685 X6.7991 Y-3.7272
 U1.0549 V1.6508
 N690 X6.4924 Y-3.5565
 U1.0388 V1.6784
 N695 X6.1828 Y-3.391 U1.0184
 V1.6992
 N700 X5.9253 Y-3.2594
 U0.9714 V1.7235
 N705 X5.6653 Y-3.1328
 U0.9202 V1.739
 N710 X5.403 Y-3.0112 U0.8653
 V1.7454
 N715 X5.1383 Y-2.8948
 U0.8072 V1.7425
 N720 X4.8714 Y-2.7835
 U0.7467 V1.7302
 N725 X4.6025 Y-2.6774 U0.684
 V1.7082
 N730 X4.3315 Y-2.5765 U0.62
 V1.6765
 N735 X4.0586 Y-2.4809
 U0.5551 V1.6349
 N740 X3.668 Y-2.3542 U0.5334
 V1.5647
 N745 X3.2741 Y-2.2384 U0.515
 V1.5052
 N750 X2.8771 Y-2.1334
 U0.4997 V1.4567
 N755 X2.4774 Y-2.0394
 U0.4871 V1.4191
 N760 X2.0753 Y-1.9564 U0.477
 V1.3926
 N765 X1.671 Y-1.8845 U0.4689
 V1.3771
 N770 X1.2728 Y-1.8193
 U0.4901 V1.3636
 N775 X1.1235 Y-1.7871 U0.589
 V1.3409
 N780 X0.9783 Y-1.74 U0.6852
 V1.3085
 N785 X0.8385 Y-1.6787
 U0.7776 V1.2667
 N790 X0.7056 Y-1.6036
 U0.8655 V1.2159
 N795 X0.5809 Y-1.5155
 U0.9478 V1.1566
 N800 X0.4657 Y-1.4153
 U1.0238 V1.0894

N805 X0.3612 Y-1.3041
 U1.0928 V1.015
 N810 X0.2683 Y-1.1829 U1.154
 V0.9341
 N815 X0.1881 Y-1.0531
 U1.2069 V0.8476
 N820 X0.1213 Y-0.9158
 U1.2509 V0.7562
 N825 X0.0686 Y-0.7725
 U1.2855 V0.6608
 N830 X0.0306 Y-0.6246
 U1.3105 V0.5625
 N835 X0.0077 Y-0.4737
 U1.3257 V0.4622
 N840 X0. Y-0.3212 U1.3307
 V0.3609
 N845 Y0.12 U1.3307 V0.
 N850 Y0.5612 U1.3307 V-
 0.3609
 N855 X0.0077 Y0.7137 U1.3257
 V-0.4622
 N860 X0.0306 Y0.8646 U1.3105
 V-0.5625
 N865 X0.0686 Y1.0125 U1.2855
 V-0.6608
 N870 X0.1213 Y1.1558 U1.2509
 V-0.7562
 N875 X0.1881 Y1.2931 U1.2069
 V-0.8476
 N880 X0.2683 Y1.4229 U1.154
 V-0.9341
 N885 X0.3612 Y1.5441 U1.0928
 V-1.015
 N890 X0.4657 Y1.6553 U1.0238
 V-1.0894
 N895 X0.5809 Y1.7555 U0.9478
 V-1.1566
 N900 X0.7056 Y1.8436 U0.8655
 V-1.2159
 N905 X0.8385 Y1.9187 U0.7776
 V-1.2667
 N910 X0.9783 Y1.98 U0.6852
 V-1.3085
 N915 X1.1235 Y2.0271 U0.589
 V-1.3409
 N920 X1.2728 Y2.0593 U0.4901
 V-1.3636
 N925 X1.671 Y2.1245 U0.3371
 V-1.3952
 N930 X2.0753 Y2.1964 U0.3671
 V-1.4076
 N935 X2.4774 Y2.2794 U0.3992
 V-1.4312
 N940 X2.8771 Y2.3734 U0.4338
 V-1.4657
 N945 X3.2741 Y2.4784 U0.4711
 V-1.5113
 N950 X3.668 Y2.5942 U0.5114
 V-1.5677
 N955 X4.0586 Y2.7209 U0.5551
 V-1.6349
 N960 X4.3315 Y2.8165 U0.62
 V-1.6765
 N965 X4.6025 Y2.9174 U0.684
 V-1.7082

N970 X4.8714 Y3.0235 U0.7467
 V-1.7302
 N975 X5.1383 Y3.1348 U0.8072
 V-1.7425
 N980 X5.403 Y3.2512 U0.8653
 V-1.7454
 N985 X5.6653 Y3.3728 U0.9202
 V-1.739
 N990 X5.9253 Y3.4994 U0.9714
 V-1.7235
 N995 X6.1828 Y3.631 U1.0184
 V-1.6992
 N1000 X6.499 Y3.8001 U1.0321
 V-1.682
 N1005 X6.8122 Y3.9746
 U1.0418 V-1.6583
 N1010 X7.1224 Y4.1546
 U1.0472 V-1.6284
 N1015 X7.4294 Y4.3398
 U1.0478 V-1.5925
 N1020 X7.7332 Y4.5304
 U1.0435 V-1.5509
 N1025 X8.0336 Y4.7263
 U1.0338 V-1.5037
 N1030 X8.3305 Y4.9273
 U1.0186 V-1.4513
 N1035 X8.624 Y5.1334 U0.9975
 V-1.394
 N1040 X8.8626 Y5.3068
 U0.9855 V-1.3289
 N1045 X9.0986 Y5.4835
 U0.9647 V-1.2568
 N1050 X9.3322 Y5.6635
 U0.9344 V-1.1782
 N1055 X9.5632 Y5.8469
 U0.8943 V-1.0937
 N1060 X9.7915 Y6.0335
 U0.8441 V-1.0037
 N1065 X10.0171 Y6.2234
 U0.7834 V-0.909
 N1070 X10.24 Y6.4165 U0.7118
 V-0.81
 N1075 X10.5646 Y6.7079
 U0.5244 V-0.8207
 N1080 X10.8831 Y7.0061
 U0.3432 V-0.8382
 N1085 X11.1951 Y7.311
 U0.1683 V-0.8623
 N1090 X11.5007 Y7.6224 U0.
 V-0.893
 N1095 G40 Y9. U0. V0.
 N1100 G90 G10 P16 R0.
 N1105 S21 H4.
 N1110 G01 G42 Y7.6224 U0. V-
 0.893
 N1115 X11.1951 Y7.311
 U0.1683 V-0.8623
 N1120 X10.8831 Y7.0061
 U0.3432 V-0.8382
 N1125 X10.5646 Y6.7079
 U0.5244 V-0.8207
 N1130 X10.24 Y6.4165 U0.7118
 V-0.81
 N1135 X10.0171 Y6.2234
 U0.7834 V-0.909

N1140 X9.7915 Y6.0335
 U0.8441 V-1.0037
 N1145 X9.5632 Y5.8469
 U0.8943 V-1.0937
 N1150 X9.3322 Y5.6635
 U0.9344 V-1.1782
 N1155 X9.0986 Y5.4835
 U0.9647 V-1.2568
 N1160 X8.8626 Y5.3068
 U0.9855 V-1.3289
 N1165 X8.624 Y5.1334 U0.9975
 V-1.394
 N1170 X8.3305 Y4.9273
 U1.0186 V-1.4513
 N1175 X8.0336 Y4.7263
 U1.0338 V-1.5037
 N1180 X7.7332 Y4.5304
 U1.0435 V-1.5509
 N1185 X7.4294 Y4.3398
 U1.0478 V-1.5925
 N1190 X7.1224 Y4.1546
 U1.0472 V-1.6284
 N1195 X6.8122 Y3.9746
 U1.0418 V-1.6583
 N1200 X6.499 Y3.8001 U1.0321
 V-1.682
 N1205 X6.1828 Y3.631 U1.0184
 V-1.6992
 N1210 X5.9253 Y3.4994
 U0.9714 V-1.7235
 N1215 X5.6653 Y3.3728
 U0.9202 V-1.739
 N1220 X5.403 Y3.2512 U0.8653
 V-1.7454
 N1225 X5.1383 Y3.1348
 U0.8072 V-1.7425
 N1230 X4.8714 Y3.0235
 U0.7467 V-1.7302
 N1235 X4.6025 Y2.9174 U0.684
 V-1.7082
 N1240 X4.3315 Y2.8165 U0.62
 V-1.6765
 N1245 X4.0586 Y2.7209
 U0.5551 V-1.6349
 N1250 X3.668 Y2.5942 U0.5114
 V-1.5677
 N1255 X3.2741 Y2.4784
 U0.4711 V-1.5113
 N1260 X2.8771 Y2.3734
 U0.4338 V-1.4657
 N1265 X2.4774 Y2.2794
 U0.3992 V-1.4312
 N1270 X2.0753 Y2.1964
 U0.3671 V-1.4076
 N1275 X1.671 Y2.1245 U0.3371
 V-1.3952
 N1280 X1.2728 Y2.0593
 U0.4901 V-1.3636
 N1285 X1.1235 Y2.0271 U0.589
 V-1.3409
 N1290 X0.9783 Y1.98 U0.6852
 V-1.3085
 N1295 X0.8385 Y1.9187
 U0.7776 V-1.2667
 N1300 X0.7056 Y1.8436
 U0.8655 V-1.2159

N1305 X0.5809 Y1.7555
 U0.9478 V-1.1566
 N1310 X0.4657 Y1.6553
 U1.0238 V-1.0894
 N1315 X0.3612 Y1.5441
 U1.0928 V-1.015
 N1320 X0.2683 Y1.4229 U1.154
 V-0.9341
 N1325 X0.1881 Y1.2931
 U1.2069 V-0.8476
 N1330 X0.1213 Y1.1558
 U1.2509 V-0.7562
 N1335 X0.0686 Y1.0125
 U1.2855 V-0.6608
 N1340 X0.0306 Y0.8646
 U1.3105 V-0.5625
 N1345 X0.0077 Y0.7137
 U1.3257 V-0.4622
 N1350 X0. Y0.5612 U1.3307 V-
 0.3609
 N1355 Y0.12 U1.3307 V0.
 N1360 Y-0.3212 U1.3307
 V0.3609
 N1365 X0.0077 Y-0.4737
 U1.3257 V0.4622
 N1370 X0.0306 Y-0.6246
 U1.3105 V0.5625
 N1375 X0.0686 Y-0.7725
 U1.2855 V0.6608
 N1380 X0.1213 Y-0.9158
 U1.2509 V0.7562
 N1385 X0.1881 Y-1.0531
 U1.2069 V0.8476
 N1390 X0.2683 Y-1.1829
 U1.154 V0.9341
 N1395 X0.3612 Y-1.3041
 U1.0928 V1.015
 N1400 X0.4657 Y-1.4153
 U1.0238 V1.0894
 N1405 X0.5809 Y-1.5155
 U0.9478 V1.1566
 N1410 X0.7056 Y-1.6036
 U0.8655 V1.2159
 N1415 X0.8385 Y-1.6787
 U0.7776 V1.2667
 N1420 X0.9783 Y-1.74 U0.6852
 V1.3085
 N1425 X1.1235 Y-1.7871
 U0.589 V1.3409
 N1430 X1.2728 Y-1.8193
 U0.4901 V1.3636
 N1435 X1.671 Y-1.8845
 U0.4689 V1.3771
 N1440 X2.0753 Y-1.9564
 U0.477 V1.3926
 N1445 X2.4774 Y-2.0394
 U0.4871 V1.4191
 N1450 X2.8771 Y-2.1334
 U0.4997 V1.4567
 N1455 X3.2741 Y-2.2384
 U0.515 V1.5052
 N1460 X3.668 Y-2.3542
 U0.5334 V1.5647
 N1465 X4.0586 Y-2.4809
 U0.5551 V1.6349

N1470 X4.3315 Y-2.5765 U0.62
 V1.6765
 N1475 X4.6025 Y-2.6774
 U0.684 V1.7082
 N1480 X4.8714 Y-2.7835
 U0.7467 V1.7302
 N1485 X5.1383 Y-2.8948
 U0.8072 V1.7425
 N1490 X5.403 Y-3.0112
 U0.8653 V1.7454
 N1495 X5.6653 Y-3.1328
 U0.9202 V1.739
 N1500 X5.9253 Y-3.2594
 U0.9714 V1.7235
 N1505 X6.1828 Y-3.391
 U1.0184 V1.6992
 N1510 X6.4924 Y-3.5565
 U1.0388 V1.6784
 N1515 X6.7991 Y-3.7272
 U1.0549 V1.6508
 N1520 X7.1029 Y-3.903
 U1.0667 V1.6169
 N1525 X7.4037 Y-4.084
 U1.0735 V1.5767
 N1530 X7.7014 Y-4.2701
 U1.0753 V1.5306
 N1535 X7.9958 Y-4.4613
 U1.0716 V1.4787
 N1540 X8.287 Y-4.6574
 U1.0621 V1.4214
 N1545 X8.5748 Y-4.8584
 U1.0466 V1.3589
 N1550 X8.8097 Y-5.0279
 U1.0384 V1.29
 N1555 X9.0421 Y-5.2007
 U1.0211 V1.214
 N1560 X9.2722 Y-5.3767
 U0.9944 V1.1314
 N1565 X9.4997 Y-5.556
 U0.9578 V1.0427
 N1570 X9.7247 Y-5.7384
 U0.9109 V0.9486
 N1575 X9.9471 Y-5.9239
 U0.8534 V0.8495
 N1580 X10.1669 Y-6.1126
 U0.7849 V0.7461
 N1585 X10.5109 Y-6.4188
 U0.5782 V0.7716
 N1590 X10.8479 Y-6.7326
 U0.3783 V0.8047
 N1595 X11.1779 Y-7.0539
 U0.1855 V0.8452
 N1600 X11.5007 Y-7.3824 U0.
 V0.893
 N1605 G40 Y-9. U0. V0.
 N1610 M50
 N1615 M29
 N1620 M30
 %
 %
 O0900 (119 B)
 N5 G11 (TEC,LT25W)
 N10 G11 (WIR,LT25)
 N15 M24
 N20 M28
 N25 G90

N30 G92 X0. Y0.
 N35 G90 G10 P16 R0.
 N40 G91 G10 P16 R0.035
 N45 G90
 N50 M15 P0
 N55 G00 X18.4208 Y7.
 N60 S02 H12.
 N65 M60
 N70 G92 X18.4208 Y7. I12. J14.
 N75 G01 G42 X19.4208
 N80 G02 X15.5255 Y4.2808 I-
 5.101 J3.158
 N85 G01 X4.8196 Y2.0837
 N90 G02 X1. Y1.6959 I-3.82
 J18.612
 N95 G01 Y0.
 N100 X13.
 N105 G02 X16. Y-3. I0. J-3.
 N110 G01 Y-6.64
 N115 M01
 N120 Y-7.
 N125 G40 X15.
 N130 G90 G10 P16 R0.
 N135 G91 G10 P16 R0.005
 N140 G90
 N145 S07 H12.
 N150 G01 G41 X16.
 N155 Y-3.
 N160 G03 X13. Y0. I-3. J0.
 N165 G01 X1.
 N170 Y1.6959
 N175 G03 X4.8196 Y2.0837 I0.
 J19.
 N180 G01 X15.5255 Y4.2808
 N185 G03 X19.4208 Y7. I-1.206
 J5.878
 N190 G01 G40 X18.4208
 N195 G90 G10 P16 R0.
 N200 S21 H12.
 N205 G01 G42 X19.4208
 N210 G02 X15.5255 Y4.2808 I-
 5.101 J3.158
 N215 G01 X4.8196 Y2.0837
 N220 G02 X1. Y1.6959 I-3.82
 J18.612
 N225 G01 Y0.
 N230 X13.
 N235 G02 X16. Y-3. I0. J-3.
 N240 G01 Y-7.
 N245 G40 X15.
 N250 M50
 N255 M29
 N260 M30
 %
 %
 O0800 (119 B)
 N5 G11 (TEC,LT25W)
 N10 G11 (WIR,LT25)
 N15 M24
 N20 M28
 N25 G90
 N30 G92 X0. Y0.
 N35 G90 G10 P16 R0.
 N40 G91 G10 P16 R0.035
 N45 G90
 N50 M15 P11

N55 G00 X13.5 Y9.
 N60 S02 H4.
 N65 M60
 N70 G92 X13.5 Y9. I4. J10.
 N75 G01 G42 Y7.9292 U0. V-
 1.2317
 N80 X12.8193 Y7.4221 U0.0681
 V-1.1011
 N85 X12.1313 Y6.9249 U0.1429
 V-0.9795
 N90 X11.4362 Y6.4377 U0.2244
 V-0.8672
 N95 X10.7341 Y5.9606 U0.3123
 V-0.7642
 N100 X10.0251 Y5.4938
 U0.4066 V-0.6706
 N105 X9.6264 Y5.2412 U0.3977
 V-0.665
 N110 X9.2225 Y4.9972 U0.3938
 V-0.6675
 N115 X8.7651 Y4.7345 U0.3787
 V-0.6813
 N120 X8.3017 Y4.4826 U0.3621
 V-0.6927
 N125 X7.8324 Y4.2416 U0.3441
 V-0.7016
 N130 X7.3577 Y4.0118 U0.3249
 V-0.708
 N135 X6.8776 Y3.7932 U0.3046
 V-0.7118
 N140 X6.5275 Y3.6438 U0.2877
 V-0.715
 N145 X6.1738 Y3.503 U0.2715
 V-0.7195
 N150 X5.8167 Y3.371 U0.2557
 V-0.7252
 N155 X5.4565 Y3.2478 U0.2404
 V-0.7322
 N160 X5.0183 Y3.1112 U0.2151
 V-0.743
 N165 X4.5763 Y2.9876 U0.1893
 V-0.7524
 N170 X4.1309 Y2.8771 U0.163
 V-0.7603
 N175 X3.6823 Y2.78 U0.1364
 V-0.7667
 N180 X3.2311 Y2.6961 U0.1095
 V-0.7717
 N185 X2.7776 Y2.6257 U0.0823
 V-0.7751
 N190 X2.3222 Y2.5688 U0.055
 V-0.7771
 N195 X1.8653 Y2.5254 U0.0275
 V-0.7775
 N200 X1.4073 Y2.4956 U0. V-
 0.7764
 N205 X0.9754 Y2.48 U0.0144
 V-0.7773
 N210 X0.8515 Y2.4695 U0.111
 V-0.7695
 N215 X0.7298 Y2.4437 U0.2058
 V-0.7497
 N220 X0.6123 Y2.403 U0.2975
 V-0.7183
 N225 X0.5007 Y2.348 U0.3846
 V-0.6757

N230 X0.3969 Y2.2797 U0.4657
 V-0.6226
 N235 X0.3023 Y2.1989 U0.5395
 V-0.5598
 N240 X0.2185 Y2.1071 U0.605
 V-0.4883
 N245 X0.1467 Y2.0055 U0.661
 V-0.4093
 N250 X0.0881 Y1.8958 U0.7068
 V-0.3239
 N255 X0.0435 Y1.7797 U0.7416
 V-0.2334
 N260 X0.0137 Y1.659 U0.7649
 V-0.1393
 N265 X-0.0009 Y1.5355
 U0.7763 V-0.0431
 N270 Y1.4111 U0.7757 V0.0538
 N275 X0.0978 Y-0.0013
 U0.7775 V0.0269
 N280 Y-1.4829 U0.7775 V-
 0.0005
 N285 X0.1052 Y-1.5976
 U0.7712 V0.0988
 N290 X0.1271 Y-1.7106
 U0.7522 V0.1963
 N295 X0.1633 Y-1.8197 U0.721
 V0.2907
 N300 X0.2131 Y-1.9234 U0.678
 V0.3803
 N305 X0.2756 Y-2.0199
 U0.6239 V0.4638
 N310 X0.35 Y-2.1076 U0.5596
 V0.5396
 N315 X0.435 Y-2.1852 U0.4861
 V0.6066
 N320 X0.5292 Y-2.2512
 U0.4047 V0.6637
 N325 X0.631 Y-2.3047 U0.3167
 V0.7099
 N330 X0.7388 Y-2.3448
 U0.2235 V0.7446
 N335 X0.8508 Y-2.3708
 U0.1267 V0.7671
 N340 X0.9653 Y-2.3823
 U0.0278 V0.777
 N345 X1.4182 Y-2.4008
 U0.0512 V0.776
 N350 X1.8728 Y-2.4284 U0.035
 V0.7771
 N355 X2.3262 Y-2.47 U0.019
 V0.7798
 N360 X2.7782 Y-2.5254
 U0.0033 V0.7841
 N365 X3.2282 Y-2.5947 U-
 0.0122 V0.7901
 N370 X3.6759 Y-2.6778 U-
 0.0272 V0.7976
 N375 X4.1209 Y-2.7745 U-
 0.0418 V0.8067
 N380 X4.5627 Y-2.8849 U-
 0.0559 V0.8174
 N385 X5.0008 Y-3.0088 U-
 0.0693 V0.8296
 N390 X5.435 Y-3.146 U-0.082
 V0.8434

N395 X5.8648 Y-3.2965 U-0.094
 V0.8586
 N400 X6.2962 Y-3.4605 U-
 0.0339 V0.8485
 N405 X6.7239 Y-3.634 U0.0252
 V0.8351
 N410 X7.1476 Y-3.8168
 U0.0831 V0.8183
 N415 X7.5672 Y-4.009 U0.1398
 V0.7983
 N420 X7.9825 Y-4.2103
 U0.1951 V0.775
 N425 X8.3932 Y-4.4208
 U0.2488 V0.7485
 N430 X8.7992 Y-4.6403
 U0.3009 V0.719
 N435 X9.2003 Y-4.8687
 U0.3512 V0.6864
 N440 X9.5962 Y-5.1058
 U0.3997 V0.6508
 N445 X10.0702 Y-5.4058
 U0.4029 V0.6488
 N450 X10.5361 Y-5.7184
 U0.414 V0.6589
 N455 X10.9934 Y-6.0434
 U0.4334 V0.6809
 N460 X13.2094 Y-7.6633 U-
 0.0122 V1.169
 N465 M01
 N470 X13.5 Y-7.8758 U0.
 V1.1869
 N475 G40 Y-9. U0. V0.
 N480 G90 G10 P16 R0.
 N485 G91 G10 P16 R0.005
 N490 G90
 N495 S07 H4.
 N500 G01 G41 Y-7.8758 U0.
 V1.1869
 N505 X10.9934 Y-6.0434
 U0.4334 V0.6809
 N510 X10.5361 Y-5.7184
 U0.414 V0.6589
 N515 X10.0702 Y-5.4058
 U0.4029 V0.6488
 N520 X9.5962 Y-5.1058
 U0.3997 V0.6508
 N525 X9.2003 Y-4.8687
 U0.3512 V0.6864
 N530 X8.7992 Y-4.6403
 U0.3009 V0.719
 N535 X8.3932 Y-4.4208
 U0.2488 V0.7485
 N540 X7.9825 Y-4.2103
 U0.1951 V0.775
 N545 X7.5672 Y-4.009 U0.1398
 V0.7983
 N550 X7.1476 Y-3.8168
 U0.0831 V0.8183
 N555 X6.7239 Y-3.634 U0.0252
 V0.8351
 N560 X6.2962 Y-3.4605 U-
 0.0339 V0.8485
 N565 X5.8648 Y-3.2965 U-0.094
 V0.8586
 N570 X5.435 Y-3.146 U-0.082
 V0.8434

N575 X5.0008 Y-3.0088 U-0.0693 V0.8296
 N580 X4.5627 Y-2.8849 U-0.0559 V0.8174
 N585 X4.1209 Y-2.7745 U-0.0418 V0.8067
 N590 X3.6759 Y-2.6778 U-0.0272 V0.7976
 N595 X3.2282 Y-2.5947 U-0.0122 V0.7901
 N600 X2.7782 Y-2.5254 U0.0033 V0.7841
 N605 X2.3262 Y-2.47 U0.019 V0.7798
 N610 X1.8728 Y-2.4284 U0.035 V0.7771
 N615 X1.4182 Y-2.4008 U0.0512 V0.776
 N620 X0.9653 Y-2.3823 U0.0278 V0.777
 N625 X0.8508 Y-2.3708 U0.1267 V0.7671
 N630 X0.7388 Y-2.3448 U0.2235 V0.7446
 N635 X0.631 Y-2.3047 U0.3167 V0.7099
 N640 X0.5292 Y-2.2512 U0.4047 V0.6637
 N645 X0.435 Y-2.1852 U0.4861 V0.6066
 N650 X0.35 Y-2.1076 U0.5596 V0.5396
 N655 X0.2756 Y-2.0199 U0.6239 V0.4638
 N660 X0.2131 Y-1.9234 U0.678 V0.3803
 N665 X0.1633 Y-1.8197 U0.721 V0.2907
 N670 X0.1271 Y-1.7106 U0.7522 V0.1963
 N675 X0.1052 Y-1.5976 U0.7712 V0.0988
 N680 X0.0978 Y-1.4829 U0.7775 V-0.0005
 N685 Y-0.0013 U0.7775 V0.0269
 N690 X0. Y1.4111 U0.7757 V0.0538
 N695 Y1.5355 U0.7763 V-0.0431
 N700 X0.0137 Y1.659 U0.7649 V-0.1393
 N705 X0.0435 Y1.7797 U0.7416 V-0.2334
 N710 X0.0881 Y1.8958 U0.7068 V-0.3239
 N715 X0.1467 Y2.0055 U0.661 V-0.4093
 N720 X0.2185 Y2.1071 U0.605 V-0.4883
 N725 X0.3023 Y2.1989 U0.5395 V-0.5598
 N730 X0.3969 Y2.2797 U0.4657 V-0.6226
 N735 X0.5007 Y2.348 U0.3846 V-0.6757

N740 X0.6123 Y2.403 U0.2975 V-0.7183
 N745 X0.7298 Y2.4437 U0.2058 V-0.7497
 N750 X0.8515 Y2.4695 U0.111 V-0.7695
 N755 X0.9754 Y2.48 U0.0144 V-0.7773
 N760 X1.4073 Y2.4956 U0. V-0.7764
 N765 X1.8653 Y2.5254 U0.0275 V-0.7775
 N770 X2.3222 Y2.5688 U0.055 V-0.7771
 N775 X2.7776 Y2.6257 U0.0823 V-0.7751
 N780 X3.2311 Y2.6961 U0.1095 V-0.7717
 N785 X3.6823 Y2.78 U0.1364 V-0.7667
 N790 X4.1309 Y2.8771 U0.163 V-0.7603
 N795 X4.5763 Y2.9876 U0.1893 V-0.7524
 N800 X5.0183 Y3.1112 U0.2151 V-0.743
 N805 X5.4565 Y3.2478 U0.2404 V-0.7322
 N810 X5.8167 Y3.371 U0.2557 V-0.7252
 N815 X6.1738 Y3.503 U0.2715 V-0.7195
 N820 X6.5275 Y3.6438 U0.2877 V-0.715
 N825 X6.8776 Y3.7932 U0.3046 V-0.7118
 N830 X7.3577 Y4.0118 U0.3249 V-0.708
 N835 X7.8324 Y4.2416 U0.3441 V-0.7016
 N840 X8.3017 Y4.4826 U0.3621 V-0.6927
 N845 X8.7651 Y4.7345 U0.3787 V-0.6813
 N850 X9.2225 Y4.9972 U0.3938 V-0.6675
 N855 X9.6264 Y5.2412 U0.3977 V-0.665
 N860 X10.0251 Y5.4938 U0.4066 V-0.6706
 N865 X10.7341 Y5.9606 U0.3123 V-0.7642
 N870 X11.4362 Y6.4377 U0.2244 V-0.8672
 N875 X12.1313 Y6.9249 U0.1429 V-0.9795
 N880 X12.8193 Y7.4221 U0.0681 V-1.1011
 N885 X13.5 Y7.9292 U0. V-1.2317
 N890 G40 Y9. U0. V0.
 N895 G90 G10 P16 R0.
 N900 S21 H4.
 N905 G01 G42 Y7.9292 U0. V-1.2317

N910 X12.8193 Y7.4221 U0.0681 V-1.1011
 N915 X12.1313 Y6.9249 U0.1429 V-0.9795
 N920 X11.4362 Y6.4377 U0.2244 V-0.8672
 N925 X10.7341 Y5.9606 U0.3123 V-0.7642
 N930 X10.0251 Y5.4938 U0.4066 V-0.6706
 N935 X9.6264 Y5.2412 U0.3977 V-0.665
 N940 X9.2225 Y4.9972 U0.3938 V-0.6675
 N945 X8.7651 Y4.7345 U0.3787 V-0.6813
 N950 X8.3017 Y4.4826 U0.3621 V-0.6927
 N955 X7.8324 Y4.2416 U0.3441 V-0.7016
 N960 X7.3577 Y4.0118 U0.3249 V-0.708
 N965 X6.8776 Y3.7932 U0.3046 V-0.7118
 N970 X6.5275 Y3.6438 U0.2877 V-0.715
 N975 X6.1738 Y3.503 U0.2715 V-0.7195
 N980 X5.8167 Y3.371 U0.2557 V-0.7252
 N985 X5.4565 Y3.2478 U0.2404 V-0.7322
 N990 X5.0183 Y3.1112 U0.2151 V-0.743
 N995 X4.5763 Y2.9876 U0.1893 V-0.7524
 N1000 X4.1309 Y2.8771 U0.163 V-0.7603
 N1005 X3.6823 Y2.78 U0.1364 V-0.7667
 N1010 X3.2311 Y2.6961 U0.1095 V-0.7717
 N1015 X2.7776 Y2.6257 U0.0823 V-0.7751
 N1020 X2.3222 Y2.5688 U0.055 V-0.7771
 N1025 X1.8653 Y2.5254 U0.0275 V-0.7775
 N1030 X1.4073 Y2.4956 U0. V-0.7764
 N1035 X0.9754 Y2.48 U0.0144 V-0.7773
 N1040 X0.8515 Y2.4695 U0.111 V-0.7695
 N1045 X0.7298 Y2.4437 U0.2058 V-0.7497
 N1050 X0.6123 Y2.403 U0.2975 V-0.7183
 N1055 X0.5007 Y2.348 U0.3846 V-0.6757
 N1060 X0.3969 Y2.2797 U0.4657 V-0.6226
 N1065 X0.3023 Y2.1989 U0.5395 V-0.5598
 N1070 X0.2185 Y2.1071 U0.605 V-0.4883

N1075 X0.1467 Y2.0055 U0.661
 V-0.4093
 N1080 X0.0881 Y1.8958
 U0.7068 V-0.3239
 N1085 X0.0435 Y1.7797
 U0.7416 V-0.2334
 N1090 X0.0137 Y1.659 U0.7649
 V-0.1393
 N1095 X-0.0009 Y1.5355
 U0.7763 V-0.0431
 N1100 Y1.4111 U0.7757
 V0.0538
 N1105 X0.0978 Y-0.0013
 U0.7775 V0.0269
 N1110 Y-1.4829 U0.7775 V-
 0.0005
 N1115 X0.1052 Y-1.5976
 U0.7712 V0.0988
 N1120 X0.1271 Y-1.7106
 U0.7522 V0.1963
 N1125 X0.1633 Y-1.8197
 U0.721 V0.2907
 N1130 X0.2131 Y-1.9234
 U0.678 V0.3803
 N1135 X0.2756 Y-2.0199
 U0.6239 V0.4638
 N1140 X0.35 Y-2.1076 U0.5596
 V0.5396
 N1145 X0.435 Y-2.1852
 U0.4861 V0.6066
 N1150 X0.5292 Y-2.2512
 U0.4047 V0.6637

N1155 X0.631 Y-2.3047
 U0.3167 V0.7099
 N1160 X0.7388 Y-2.3448
 U0.2235 V0.7446
 N1165 X0.8508 Y-2.3708
 U0.1267 V0.7671
 N1170 X0.9653 Y-2.3823
 U0.0278 V0.777
 N1175 X1.4182 Y-2.4008
 U0.0512 V0.776
 N1180 X1.8728 Y-2.4284
 U0.035 V0.7771
 N1185 X2.3262 Y-2.47 U0.019
 V0.7798
 N1190 X2.7782 Y-2.5254
 U0.0033 V0.7841
 N1195 X3.2282 Y-2.5947 U-
 0.0122 V0.7901
 N1200 X3.6759 Y-2.6778 U-
 0.0272 V0.7976
 N1205 X4.1209 Y-2.7745 U-
 0.0418 V0.8067
 N1210 X4.5627 Y-2.8849 U-
 0.0559 V0.8174
 N1215 X5.0008 Y-3.0088 U-
 0.0693 V0.8296
 N1220 X5.435 Y-3.146 U-0.082
 V0.8434
 N1225 X5.8648 Y-3.2965 U-
 0.094 V0.8586
 N1230 X6.2962 Y-3.4605 U-
 0.0339 V0.8485

N1235 X6.7239 Y-3.634
 U0.0252 V0.8351
 N1240 X7.1476 Y-3.8168
 U0.0831 V0.8183
 N1245 X7.5672 Y-4.009
 U0.1398 V0.7983
 N1250 X7.9825 Y-4.2103
 U0.1951 V0.775
 N1255 X8.3932 Y-4.4208
 U0.2488 V0.7485
 N1260 X8.7992 Y-4.6403
 U0.3009 V0.719
 N1265 X9.2003 Y-4.8687
 U0.3512 V0.6864
 N1270 X9.5962 Y-5.1058
 U0.3997 V0.6508
 N1275 X10.0702 Y-5.4058
 U0.4029 V0.6488
 N1280 X10.5361 Y-5.7184
 U0.414 V0.6589
 N1285 X10.9934 Y-6.0434
 U0.4334 V0.6809
 N1290 X13.5 Y-7.8758 U0.
 V1.1869
 N1295 G40 Y-9. U0. V0.
 N1300 M50
 N1305 M29
 N1310 M30
 %

Ek2.Konkav-Konveks Kremayer Dişlinin Kaba İşleme Kodları

%	X15.987 Y-9.362	X20.918 Y16.443
O1111 (4 Modül kremayer 1.	X15.622 Y-5.72	X20.831 Y16.376
Diş kaba)	X15.613 Y-5.596	X20.746 Y16.306
G91G28Z0	X15.432 Y-1.996	X20.643 Y16.214
G49	X15.429 Y-1.894	X20.552 Y16.124
M06 T15 (4 DÜZ FREZE)	X15.407 Y0.505	X20.503 Y16.085 F982
G90 G80 G00 G17 G40 G54	Y0.587	X20.423 Y16.014
G43 H15 Z45. S3200 M03	X15.462 Y2.945	X20.345 Y15.941
G05 P10000	X15.467 Y3.047	X20.166 Y15.764
G00 X14.973 Y-18.744 Z45.	X15.697 Y6.646	X20.09 Y15.685
M08	X15.708 Y6.769	X20.016 Y15.602
Z18.15	X16.091 Y10.137	X19.947 Y15.516
G01 Z17.15 F800	X16.105 Y10.238	X19.904 Y15.461
Z15.45 F320	X16.164 Y10.62	X19.837 Y15.369 F957
X14.885 Y-18.92	X16.224 Y11.002 F800	X19.773 Y15.274 F956
X14.775 Y-19.099	X16.521 Y12.913	X19.714 Y15.176
X14.636 Y-19.258	X16.535 Y12.997	X19.659 Y15.075
X14.473 Y-19.416	X16.786 Y14.313	X19.609 Y14.973 F925
X13.492 Y-20.365	G00 Z35.	X19.564 Y14.868
X13.419 Y-20.432	X18.912 Y18.336	X19.524 Y14.761 F856
X13.344 Y-20.497 F957	Z18.15	X19.454 Y14.561 F761
G02 X12.159 Y-21.258 I-	G01 Z17.15 F800	X19.377 Y14.361
11.971 J17.326	Z15.45 F320	X19.337 Y14.248
X11.576 Y-20.462 I-0.225	X19.154 Y18.359	X19.303 Y14.134
J0.447 F320	X19.259 Y18.378	X19.284 Y14.064 F800
G01 X11.849 Y-20.185	X19.358 Y18.414	X19.259 Y13.969
X12.121 Y-19.907	X19.45 Y18.467	X19.239 Y13.873
X12.393 Y-19.63 F800	X19.539 Y18.528	X19.208 Y13.711 F609
X12.666 Y-19.352	G02 X20.824 Y19.207 I7.219	X18.984 Y12.488
X12.938 Y-19.075	J-12.103	X18.785 Y11.288
X13.211 Y-18.797	G01 X20.914 Y19.247 F800	X18.607 Y10.09
X13.483 Y-18.52	G02 X23.242 Y19.779 I3.548	X18.453 Y8.93
X13.755 Y-18.242	J-10.166	X18.359 Y8.116
X14.028 Y-17.965	X23.729 Y19.057 I0.035 J-	X18.314 Y7.73 F800
X14.3 Y-17.687	0.501 F320	X18.196 Y6.53
X14.573 Y-17.41	G01 X23.562 Y18.723	X18.129 Y5.714
X14.845 Y-17.132	X23.394 Y18.389	X18.098 Y5.327 F609
X15.117 Y-16.855	X23.227 Y18.055	X18.021 Y4.128
X15.39 Y-16.577	X23.06 Y17.721 F434	X17.999 Y3.683
X15.662 Y-16.3	G02 X22.52 Y17.116 I-0.828	X17.981 Y3.306 F800
X15.935 Y-16.022	J0.196	X17.961 Y2.887
X16.207 Y-15.745	G01 X22.482 Y17.111 F892	X17.925 Y1.728
X16.479 Y-15.467	X22.378 Y17.093	X17.906 Y0.488
X16.752 Y-15.19	X22.276 Y17.071	X17.907 Y0.198 F609
X16.804 Y-15.127	X22.174 Y17.045	X17.908 Y-0.712
X16.845 Y-15.057	X22.074 Y17.014	X17.93 Y-1.912
X16.874 Y-14.981	X21.975 Y16.979	X17.943 Y-2.298 F800
X16.891 Y-14.902 F929	X21.878 Y16.94	X17.971 Y-3.111
X16.894 Y-14.821 F856	X21.782 Y16.898 F925	X18.03 Y-4.27
X16.885 Y-14.74 F823	X21.668 Y16.84	X18.04 Y-4.436 F609
X16.839 Y-14.516 F800	X21.563 Y16.781	X18.113 Y-5.511
X16.771 Y-14.179 F513	X21.495 Y16.756 F956	X18.214 Y-6.71
X16.702 Y-13.842 F434	X21.394 Y16.715	X18.334 Y-7.91
X16.634 Y-13.506 F400	X21.294 Y16.669	X18.469 Y-9.069
X16.565 Y-13.169	X21.196 Y16.619	X18.579 Y-9.886
X16.543 Y-13.046	X21.101 Y16.564	X18.631 Y-10.272 F800
X16.003 Y-9.488	X21.008 Y16.506	X18.696 Y-10.699

X18.754 Y-11.085 F856	X20.542 Y-19.416	X20.59 Y5.126
X18.813 Y-11.47 F925	X20.727 Y-20.075	X20.684 Y6.285
X19.022 Y-12.712	X20.694 Y-20.189	X20.798 Y7.443
X19.246 Y-13.912	X20.668 Y-20.294	X20.932 Y8.602
X19.293 Y-14.144 F892	X20.648 Y-20.4	X21.085 Y9.761
X19.34 Y-14.375	X20.631 Y-20.506	X21.258 Y10.92
X19.364 Y-14.482	X20.62 Y-20.613	X21.322 Y11.306
X19.393 Y-14.587	X20.613 Y-20.721	X21.386 Y11.692 F800
X19.426 Y-14.69	X20.61 Y-20.829	X21.45 Y12.078
X19.464 Y-14.792	X20.613 Y-20.937	X21.521 Y12.465 F761
X19.506 Y-14.893 F856	X20.62 Y-21.044	X21.591 Y12.851
X19.552 Y-14.991 F820	X20.631 Y-21.151	X21.662 Y13.237 F874
X19.603 Y-15.088	X20.647 Y-21.258	X21.693 Y13.401 F910
X19.657 Y-15.182	X20.672 Y-21.378	X21.76 Y13.733
X19.716 Y-15.273	G03 X21.345 Y-21.724 I0.487	X21.828 Y14.064 F1018
X19.779 Y-15.362	J0.12 F320	X21.895 Y14.396
X19.845 Y-15.448 F762	G01 X21.708 Y-21.578	G03 X21.672 Y14.917 I-0.532
X19.916 Y-15.531	X22.07 Y-21.431	J0.081 F800
X19.989 Y-15.611 F800	X22.432 Y-21.285	G01 X21.334 Y15.131
X20.125 Y-15.752	X22.795 Y-21.138	X20.996 Y15.345
X20.217 Y-15.842 F610	X22.858 Y-21.107	X20.658 Y15.559
X20.313 Y-15.928 F553	X22.916 Y-21.068	X20.321 Y15.772
X20.421 Y-16.02 F475	X22.968 Y-21.02	X19.983 Y15.986
X20.519 Y-16.098	X23.013 Y-20.966	X19.645 Y16.2
X20.62 Y-16.171	X23.143 Y-20.786	X19.307 Y16.413
X20.734 Y-16.249	X23.238 Y-20.583 F493	X18.969 Y16.627
X20.819 Y-16.338	G03 X23.242 Y-19.777 I-	X18.632 Y16.841
X20.885 Y-16.402	1.208 J0.409	X18.294 Y17.054
X20.953 Y-16.463	G01 X23.08 Y-19.207 F863	X17.956 Y17.268
X21.069 Y-16.56	X22.852 Y-18.392	X17.618 Y17.482
X21.156 Y-16.626	X22.761 Y-18.049	X17.281 Y17.696
X21.246 Y-16.688 F421	X22.563 Y-17.276	X16.943 Y17.909
X21.327 Y-16.739 F400	X22.464 Y-16.89 F820	X16.605 Y18.123
X21.274 Y-16.811 F956	X22.372 Y-16.504 F787	X16.267 Y18.337
X21.194 Y-16.929	X22.28 Y-16.117 F800	X15.929 Y18.55
X21.134 Y-17.027	X22.187 Y-15.731	X15.592 Y18.764
X21.108 Y-17.054 F1006	X22.017 Y-14.959	X15.254 Y18.978
X21.038 Y-17.133 F989	X21.931 Y-14.572 F622	X14.916 Y19.191
X20.972 Y-17.215	X21.774 Y-13.8	X14.578 Y19.405
X20.909 Y-17.3	X21.696 Y-13.414 F800	X14.532 Y19.438 F854
X20.85 Y-17.388 F988	X21.48 Y-12.255	X14.491 Y19.475 F874
X20.795 Y-17.478	X21.285 Y-11.096	X14.334 Y19.634 F898
X20.743 Y-17.57	X21.226 Y-10.71 F609	G03 X12.294 Y21.242 I-7.799
X20.695 Y-17.664 F800	X21.109 Y-9.938	J-7.795
X20.652 Y-17.761	X20.952 Y-8.779	G01 X12.211 Y21.282 F982
X20.612 Y-17.859	X20.907 Y-8.393 F621	G03 X11.547 Y21.056 I-0.212
X20.577 Y-17.958	X20.817 Y-7.62	J-0.466 F320
X20.546 Y-18.059	X20.701 Y-6.461	G01 X11.379 Y20.722
X20.519 Y-18.161	X20.669 Y-6.075	X11.212 Y20.388
X20.497 Y-18.265	X20.637 Y-5.689 F609	X11.044 Y20.055
X20.479 Y-18.369	X20.604 Y-5.303 F800	X10.877 Y19.721
X20.465 Y-18.474	X20.527 Y-4.144	X10.845 Y19.64 F447
X20.456 Y-18.579	X20.468 Y-2.985	G03 X11.099 Y19.05 I0.501 J-
X20.451 Y-18.684	X20.429 Y-1.826	0.134
Y-18.79	X20.408 Y-0.668	G01 X11.11 Y19.045 F925
X20.455 Y-18.896	X20.406 Y0.491	X11.208 Y18.99
X20.464 Y-19.001	X20.424 Y1.65	X11.303 Y18.931
X20.477 Y-19.106	X20.436 Y2.036 F609	X11.395 Y18.868
X20.494 Y-19.21	X20.46 Y2.809	X11.623 Y18.705 F800
X20.516 Y-19.313	X20.516 Y3.967	X11.85 Y18.541

X11.932 Y18.48	X14.518 Y-14.893	X12.197 Y-13.919
X12.012 Y18.415	X14.33 Y-15.398	X12.217 Y-13.813
X12.088 Y18.347	X14.288 Y-15.506	X12.232 Y-13.706
X12.162 Y18.276	X14.24 Y-15.612	X12.242 Y-13.599
X13.057 Y17.38	X14.187 Y-15.715	X12.248 Y-13.491
X13.123 Y17.311	X14.13 Y-15.816	X12.249 Y-13.383 F800
X13.186 Y17.24	X14.068 Y-15.914	X12.245 Y-13.275
X13.247 Y17.167	X13.85 Y-16.241	X12.237 Y-13.167
X13.305 Y17.091	X13.633 Y-16.568 F962	X12.224 Y-13.06
X13.813 Y16.397	X13.416 Y-16.894 F957	X12.206 Y-12.954
X13.871 Y16.314	X13.356 Y-16.98 F925	X12.135 Y-12.574 F609
X13.926 Y16.23	X13.292 Y-17.064	X11.993 Y-11.815
X13.977 Y16.143	X13.225 Y-17.145	X11.803 Y-10.698
X14.239 Y15.675	X13.155 Y-17.223	X11.632 Y-9.58
X14.295 Y15.57	X13.081 Y-17.298 F892	X11.48 Y-8.459
X14.345 Y15.463	X12.807 Y-17.565 F856	X11.426 Y-8.018
X14.391 Y15.354	X11.986 Y-18.368	X11.347 Y-7.347
X14.431 Y15.243	X11.911 Y-18.438	X11.233 Y-6.229
X14.465 Y15.13	X11.834 Y-18.504	X11.139 Y-5.114
X14.64 Y14.511	X11.754 Y-18.568	X11.064 Y-3.997
X14.667 Y14.406 F949	X11.672 Y-18.628	X11.007 Y-2.879
X14.69 Y14.301 F914	X11.587 Y-18.685 F819	X10.995 Y-2.507 F800
X14.707 Y14.195 F891	X11.407 Y-18.8	X10.969 Y-1.761
X14.721 Y14.089	X11.227 Y-18.915 F761	X10.949 Y-0.644
X14.729 Y13.981	X11.142 Y-18.967 F817	Y-0.271
X14.734 Y13.874 F854	X11.085 Y-18.999	X10.948 Y0.102 F609
X14.739 Y13.552 F820	G02 X10.342 Y-18.591 I-	Y0.474
X14.744 Y13.231	0.241 J0.442 F320	X10.964 Y1.592
Y13.116	G01 X10.322 Y-18.241	X10.999 Y2.71
X14.738 Y13.001	X10.302 Y-17.891	X11.053 Y3.826
X14.726 Y12.887	X10.281 Y-17.54	X11.126 Y4.941
X14.71 Y12.774	X10.261 Y-17.19 F458	X11.218 Y6.057
X14.647 Y12.402 F819	G02 X10.411 Y-16.435 I0.815	X11.33 Y7.177
X14.585 Y12.03 F761	J0.231	X11.433 Y8.076
X14.084 Y9.058	G01 X10.433 Y-16.416 F819	X11.459 Y8.286
X13.708 Y5.82	X10.512 Y-16.341 F856	X11.608 Y9.41
X13.55 Y3.694	X10.587 Y-16.262	X11.72 Y10.156
X13.448 Y0.457	X10.746 Y-16.089 F892	X11.776 Y10.528 F800
X13.506 Y-2.773	X10.918 Y-15.92 F925	X11.838 Y10.901 F892
X13.723 Y-5.997	X11.106 Y-15.746 F956	X11.963 Y11.646
X14.022 Y-8.506	X11.169 Y-15.686	X12.169 Y12.764
X14.065 Y-8.864 F819	X11.26 Y-15.592	X12.211 Y12.976
X14.107 Y-9.222	X11.334 Y-15.509	X12.23 Y13.082
X14.172 Y-9.602	X11.405 Y-15.423	X12.245 Y13.189
X14.237 Y-9.982 F800	X11.472 Y-15.335	X12.254 Y13.296
X14.689 Y-12.641	X11.535 Y-15.243	X12.26 Y13.403
X14.705 Y-12.752	X11.593 Y-15.148	Y13.511 F856
X14.716 Y-12.864	X11.648 Y-15.051 F898	X12.256 Y13.618
X14.722 Y-12.975	X11.663 Y-15.021	X12.247 Y13.725
X14.741 Y-13.514	X11.695 Y-14.983	X12.234 Y13.832 F819
X14.742 Y-13.611	X11.761 Y-14.898	X12.216 Y13.938
X14.74 Y-13.708	X11.823 Y-14.809 F863	X12.194 Y14.043
X14.734 Y-13.805	X11.882 Y-14.719 F856	X12.167 Y14.147
X14.724 Y-13.902	X11.936 Y-14.625	X12.135 Y14.25
X14.71 Y-13.998	X11.986 Y-14.53 F819	X12.099 Y14.352 F761
X14.641 Y-14.424	X12.032 Y-14.432	X12.059 Y14.451
X14.624 Y-14.519	X12.074 Y-14.333	X12.015 Y14.549 F800
X14.603 Y-14.614	X12.112 Y-14.231 F761	X11.966 Y14.645
X14.578 Y-14.708	X12.145 Y-14.129	X11.914 Y14.739
X14.55 Y-14.801	X12.173 Y-14.024	X11.857 Y14.83

X11.797 Y14.919	X10.029 Y-13.928 Z15.665	X13.726 Y-14.572
X11.732 Y15.006	X10.172 Y-14.063 Z15.736	X13.999 Y-15.731
X11.665 Y15.089	X10.334 Y-14.174 Z15.808	X14.295 Y-16.89
X11.637 Y15.12	G00 Z35.	X14.374 Y-17.18 F800
X11.577 Y15.226	X15.436 Y21.812	X14.613 Y-18.049
X11.517 Y15.32	Z17.462	X14.741 Y-18.49
X11.454 Y15.411	G01 Z16.462 F800	X14.953 Y-19.207
X11.386 Y15.499	Z14.762 F320	X15.036 Y-19.481
X11.288 Y15.614	X15.308 Y21.635	X15.113 Y-19.776
X11.227 Y15.681	X15.244 Y21.561	X15.149 Y-20.07
X11.163 Y15.746	X15.17 Y21.498	X15.143 Y-20.366
X11.097 Y15.809	X15.087 Y21.447	X15.108 Y-20.606
X10.926 Y15.965	X14.996 Y21.409	X15.037 Y-20.867
X10.758 Y16.135	X14.901 Y21.386	X14.928 Y-21.126
X10.586 Y16.322 F761	X14.804 Y21.378	X14.862 Y-21.25
X10.492 Y16.419 F870	X14.782	X14.825 Y-21.311
X10.422 Y16.483	G02 X15.151 Y20.189 I-1.857	X14.781 Y-21.378
G03 X9.584 Y16.095 I-0.338	J-1.229	X14.803
J-0.369 F320	G01 X15.132 Y19.892	X14.882 Y-21.385 F1040
G01 X9.6 Y15.738	X15.072 Y19.6	X15.266 Y-21.446
X9.616 Y15.38	X14.985 Y19.315 F1005	X15.65 Y-21.507
X9.632 Y15.023	X14.899 Y19.031	X16.034 Y-21.569
X9.649 Y14.666 F609	X14.562 Y17.872	X16.418 Y-21.63
X9.665 Y14.309	X14.247 Y16.713	X16.802 Y-21.691
X9.681 Y13.952	X14.053 Y15.941	X17.186 Y-21.753
X9.697 Y13.594	X13.956 Y15.555 F830	X17.57 Y-21.814
X9.714 Y13.237	X13.866 Y15.168 F539	X17.954 Y-21.875 F320
X9.643 Y12.851	X13.776 Y14.782 F440	X18.338 Y-21.937
X9.5 Y12.078	X13.686 Y14.396 F400	X18.722 Y-21.998
X9.307 Y10.92	X13.438 Y13.237	X19.106 Y-22.059
X9.133 Y9.761	X13.212 Y12.078	X19.49 Y-22.121
X8.979 Y8.602	X13.007 Y10.92	G03 X20.003 Y-21.378 I0.077
X8.947 Y8.345	X12.824 Y9.761	J0.495
X8.844 Y7.443	X12.661 Y8.602	G01 X19.924 Y-21.242
X8.729 Y6.285	X12.519 Y7.443	X19.859 Y-21.12
X8.632 Y5.126	X12.424 Y6.546	X19.756 Y-20.871
X8.557 Y3.967	X12.398 Y6.285	X19.609 Y-20.366
X8.501 Y2.809	X12.298 Y5.126	X19.376 Y-19.534
X8.465 Y1.65	X12.218 Y3.967	X19.287 Y-19.207 F1005
X8.448 Y0.491	X12.158 Y2.809	X18.985 Y-18.049
X8.449 Y-0.668	X12.119 Y1.65	X18.703 Y-16.89
X8.47 Y-1.826	X12.1 Y0.491	X18.616 Y-16.504
X8.509 Y-2.985	X12.101 Y-0.668	X18.529 Y-16.117 F800
X8.568 Y-4.144	X12.123 Y-1.826	X18.442 Y-15.731
X8.646 Y-5.303	X12.165 Y-2.985	X18.367 Y-15.374
X8.744 Y-6.461	X12.228 Y-4.144	X18.292 Y-15.018 F540
X8.862 Y-7.62	X12.311 Y-5.303	X18.217 Y-14.661 F420
X8.947 Y-8.345	X12.415 Y-6.461	X18.2 Y-14.572
X9. Y-8.779	X12.539 Y-7.62	X18.125 Y-14.186 F400
X9.158 Y-9.938	X12.684 Y-8.779	X17.976 Y-13.414
X9.335 Y-11.096	X12.85 Y-9.938	X17.92 Y-13.094
X9.401 Y-11.482	X13.037 Y-11.096	X17.904 Y-13.035
X9.466 Y-11.869 F800	X13.106 Y-11.482	X17.878 Y-12.98
X9.532 Y-12.255 F761	X13.176 Y-11.869 F800	X17.843 Y-12.93
X9.604 Y-12.641 F857	X13.245 Y-12.255 F921	X17.8 Y-12.887
X9.677 Y-13.027 F893	X13.321 Y-12.641 F964	X17.75 Y-12.852
X9.749 Y-13.414	X13.398 Y-13.027 F969	X17.695 Y-12.826 F420
X9.815 Y-13.599 Z15.522	X13.475 Y-13.414 F998	X17.322 Y-12.69 F800
F800	X13.528 Y-13.664 F1015	X16.948 Y-12.555 F856
X9.909 Y-13.772 Z15.593	X13.582 Y-13.914 F1005	X16.575 Y-12.419

X16.202 Y-12.284 F825	X17.419 Y-9.938	X19.554 Y-21.212
X16.147 Y-12.258	X17.272 Y-8.779	X19.488 Y-21.081
X16.097 Y-12.223	X17.143 Y-7.62	X19.376 Y-20.784
X16.054 Y-12.18	X17.059 Y-6.755	X19.257 Y-20.366
X16.019 Y-12.13	X17.032 Y-6.461	X19.097 Y-19.787
X15.993 Y-12.074 F801	X16.94 Y-5.303	X19.017 Y-19.497 F1005
X15.977 Y-12.015	X16.865 Y-4.144	X18.937 Y-19.207
X15.917 Y-11.673 F800	X16.808 Y-2.985	X18.635 Y-18.049
X15.856 Y-11.33 F622	X16.772 Y-1.826	X18.356 Y-16.89
X15.811 Y-10.989 F609	X16.753 Y-0.668	X18.287 Y-16.587 F911
X15.765 Y-10.649	X16.751 Y0.491	X18.217 Y-16.283
X15.719 Y-10.308 F539	X16.768 Y1.65	X18.157 Y-16.007 F800
X15.535 Y-8.945	X16.802 Y2.809	X18.096 Y-15.731 F540
X15.196 Y-5.373	X16.855 Y3.967	X18.015 Y-15.345 F420
X15.009 Y-0.738	X16.926 Y5.126	X17.935 Y-14.959 F400
X15.058 Y2.834	X17.017 Y6.285	X17.855 Y-14.572
X15.189 Y5.289	X17.059 Y6.755	X17.632 Y-13.414
X15.334 Y6.834	X17.125 Y7.443	X17.428 Y-12.255
X15.37 Y7.22 F609	X17.252 Y8.602	X17.243 Y-11.096
X15.515 Y8.765	X17.396 Y9.761	X17.078 Y-9.938
X15.605 Y9.446	X17.559 Y10.92	X16.932 Y-8.779
X15.65 Y9.787 F539	X17.62 Y11.306	X16.803 Y-7.62
X15.695 Y10.127 F609	X17.681 Y11.692 F761	X16.693 Y-6.461
X15.83 Y11.149	X17.741 Y12.078 F892	X16.6 Y-5.303
X15.894 Y11.534	X17.809 Y12.465 F956	X16.526 Y-4.144
X15.958 Y11.919 F800	X17.876 Y12.851 F1005	X16.47 Y-2.985
X16.213 Y13.46	X17.943 Y13.237	X16.433 Y-1.826
X15.902 Y13.461	X18.164 Y14.396	X16.414 Y-0.668
X15.672 Y13.459	X18.217 Y14.661	X16.413 Y0.491
X15.285 Y13.453	X18.404 Y15.555	X16.43 Y1.65
X14.55 Y9.503	X18.663 Y16.713	X16.464 Y2.809
X14.038 Y4.99	X18.94 Y17.872	X16.516 Y3.967
X13.846 Y0.478	X19.04 Y18.258 F800	X16.587 Y5.126
X13.971 Y-4.042	X19.239 Y19.031	X16.677 Y6.285
X14.273 Y-7.419	X19.376 Y19.534	X16.785 Y7.443
X14.758 Y-10.81	X19.558 Y20.189	X16.911 Y8.602
X15.166 Y-12.969	X19.729 Y20.786	X17.059 Y9.786
X15.181 Y-13.023	X19.852 Y21.104	X17.218 Y10.92
X15.203 Y-13.073	X19.989 Y21.348	X17.398 Y12.078
X15.234 Y-13.119	X20.009 Y21.378	X17.465 Y12.465 F800
X15.271 Y-13.16	X19.938	X17.532 Y12.851 F868
X15.314 Y-13.194	X19.744 Y21.348 Z14.833	X17.599 Y13.237 F938
X15.362 Y-13.221	X19.556 Y21.287 Z14.905	X17.673 Y13.623 F1015
X15.414 Y-13.241	X19.381 Y21.197 Z14.976	X17.746 Y14.01 F1004
X15.468 Y-13.252	X19.222 Y21.082 Z15.048	X17.819 Y14.396 F1022
X17.533 Y-13.502	X19.083 Y20.943 Z15.12	X17.899 Y14.782
X17.592 Y-13.504	G00 Z35.	X17.978 Y15.168 F1005
X17.651 Y-13.496	X18.912 Y-21.757	X18.058 Y15.555
X17.708 Y-13.479	Z16.773	X18.217 Y16.283
X17.76 Y-13.452	G01 Z15.773 F800	X18.316 Y16.713
X17.808 Y-13.416	Z14.073 F320	X18.592 Y17.872
X17.849 Y-13.373	X19.197 Y-21.522	X18.79 Y18.645
X17.882 Y-13.324	X19.286 Y-21.46	X18.888 Y19.031 F800
X17.906 Y-13.27	X19.383 Y-21.415	X19.206 Y20.189
X17.92 Y-13.212 F979	X19.488 Y-21.388	X19.376 Y20.784
X17.925 Y-13.153 F968	X19.595 Y-21.378	X19.486 Y21.075
X17.92 Y-13.094	X19.626	X19.636 Y21.348
X17.87 Y-12.814 F819	X19.654	X19.656 Y21.378
X17.772 Y-12.255	X19.652 Y-21.372	X19.613
X17.585 Y-11.096	X19.6 Y-21.291	F1040

X19.242
 X18.872
 X18.501
 X18.13
 X17.759
 X17.389 F320
 X17.018
 X16.647
 X16.276
 X15.906
 X15.535
 X15.164
 X15.134
 G02 X15.503 Y20.189 I-1.862
 J-1.23
 G01 X15.484 Y19.892
 X15.424 Y19.6
 X15.337 Y19.315 F1005
 X15.25 Y19.031
 X15.165 Y18.741
 X15.081 Y18.451 F982
 X14.996 Y18.162
 X14.911 Y17.872 F860
 X14.741 Y17.252
 X14.595 Y16.713
 X14.497 Y16.327
 X14.399 Y15.941 F800
 X14.301 Y15.555 F440
 X14.224 Y15.225 F420
 X14.146 Y14.895 F411
 X14.069 Y14.565 F400
 X14.061 Y14.511
 Y14.457 F420
 X14.07 Y14.403 F475
 X14.087 Y14.351 F539
 X14.111 Y14.302 F609
 X14.143 Y14.258 F761
 X14.182 Y14.22 F880
 X14.425 Y14.01 F892
 X14.668 Y13.801
 X14.912 Y13.592 F925
 X15.155 Y13.383 F898
 X15.398 Y13.173
 X15.441 Y13.13
 X15.475 Y13.079
 X15.5 Y13.024
 X15.516 Y12.965
 X15.52 Y12.904 F874
 X15.514 Y12.844 F854
 X15.445 Y12.472 F775
 X15.375 Y12.101 F762
 X15.306 Y11.73 F800
 X14.889 Y9.501
 X14.375 Y4.99
 X14.182 Y0.478
 X14.307 Y-4.041
 X14.476 Y-5.917
 X14.51 Y-6.292 F761
 X14.611 Y-7.417
 X15.099 Y-10.809

X15.17 Y-11.182
 X15.241 Y-11.556 F800
 X15.525 Y-13.049
 X15.774 Y-14.097
 X16. Y-14.096
 X15.525 Y-11.399
 X15.195 Y-8.944
 X14.864 Y-5.468
 X14.725 Y-3.014
 X14.67 Y0.557
 X14.844 Y5.191
 X15.181 Y8.831
 X15.496 Y11.203
 X15.783 Y12.946
 X15.788 Y13.
 X15.784 Y13.054
 X15.772 Y13.106
 X15.753 Y13.156
 X15.725 Y13.203
 X14.698 Y14.685
 X14.661 Y14.729
 X14.618 Y14.767
 X14.569 Y14.797
 X14.515 Y14.819
 X14.459 Y14.832
 X14.402 Y14.835
 X14.344 Y14.829
 X14.289 Y14.813
 X14.237 Y14.789
 X14.189 Y14.757
 X14.148 Y14.717
 X14.113 Y14.671
 X14.087 Y14.62
 X14.069 Y14.565
 X14.03 Y14.396
 X13.947 Y14.01 F819
 X13.781 Y13.237
 X13.553 Y12.078
 X13.347 Y10.92
 X13.224 Y10.147
 X13.163 Y9.761 F761
 X13.108 Y9.375 F819
 X12.999 Y8.602
 X12.857 Y7.443
 X12.735 Y6.285
 X12.634 Y5.126
 X12.581 Y4.354
 X12.554 Y3.967 F761
 X12.494 Y2.809
 X12.455 Y1.65
 X12.436 Y0.491
 Y0.105 F819
 X12.437 Y-0.668
 X12.459 Y-1.826
 X12.502 Y-2.985
 X12.523 Y-3.371
 X12.544 Y-3.758 F761
 X12.565 Y-4.144 F819
 X12.648 Y-5.303
 X12.752 Y-6.461

X12.877 Y-7.62
 X13.023 Y-8.779
 X13.19 Y-9.938
 X13.378 Y-11.096
 X13.582 Y-12.23
 X13.641 Y-12.526 F956
 X13.7 Y-12.822 F982
 X13.759 Y-13.118
 X13.818 Y-13.414 F1005
 X14.071 Y-14.572
 X14.346 Y-15.731
 X14.643 Y-16.89
 X14.741 Y-17.252
 X14.963 Y-18.049
 X15.048 Y-18.338 F1022
 X15.219 Y-18.918
 X15.304 Y-19.207 F1033
 X15.391 Y-19.49
 G02 X15.389 Y-20.867 I-
 2.108 J-0.686
 G01 X15.285 Y-21.117 F1039
 X15.22 Y-21.24
 X15.179 Y-21.309
 X15.137 Y-21.373
 X15.414 Y-21.314 Z14.176
 F800
 G00 Z35.
 X15.436 Y-21.988
 Z16.085
 G01 Z15.085 F800
 Z13.385 F320
 X15.446 Y-21.683
 X15.455 Y-21.378
 X15.477
 X17.405
 X17.791 F800
 X18.947
 X19.333 F1010
 X19.254 Y-21.24 F1022
 X19.189 Y-21.116
 X19.088 Y-20.871
 X18.941 Y-20.366
 X18.861 Y-20.076 F1016
 X18.622 Y-19.207
 X18.522 Y-18.821 F1005
 X18.422 Y-18.435
 X18.323 Y-18.049 F878
 X18.217 Y-17.615
 X18.044 Y-16.89
 X17.958 Y-16.504 F539
 X17.872 Y-16.117 F475
 X17.785 Y-15.731 F400
 X17.545 Y-14.572
 X17.323 Y-13.414
 X17.12 Y-12.255
 X17.059 Y-11.875
 X16.936 Y-11.096
 X16.772 Y-9.938
 X16.626 Y-8.779
 X16.498 Y-7.62

X16.388 Y-6.461	X13.308 Y8.602	X18.656 Y-20.366 F1005
X16.296 Y-5.303	X13.164 Y7.443	X18.338 Y-19.207
X16.222 Y-4.144	X13.042 Y6.285	X18.217 Y-18.739
X16.166 Y-2.985	X12.941 Y5.126	X18.041 Y-18.049
X16.129 Y-1.826	X12.86 Y3.967	X17.949 Y-17.662
X16.111 Y-0.668	X12.8 Y2.809	X17.856 Y-17.276 F785
X16.109 Y0.491	X12.761 Y1.65	X17.764 Y-16.89 F539
X16.126 Y1.65	X12.742 Y0.491	X17.678 Y-16.504 F420
X16.16 Y2.809	X12.743 Y-0.668	X17.592 Y-16.117 F400
X16.212 Y3.967	X12.765 Y-1.826	X17.506 Y-15.731
X16.283 Y5.126	X12.808 Y-2.985	X17.266 Y-14.572
X16.372 Y6.285	X12.871 Y-4.144	X17.045 Y-13.414
X16.48 Y7.443	X12.955 Y-5.303	X16.843 Y-12.255
X16.605 Y8.602	X13.06 Y-6.461	X16.66 Y-11.096
X16.749 Y9.761	X13.185 Y-7.62	X16.496 Y-9.938
X16.911 Y10.92	X13.332 Y-8.779	X16.351 Y-8.779
X17.091 Y12.078	X13.388 Y-9.165 F475	X16.223 Y-7.62
X17.224 Y12.851	X13.5 Y-9.938	X16.113 Y-6.461
X17.29 Y13.237 F800	X13.582 Y-10.453	X16.022 Y-5.303
X17.363 Y13.623 F890	X13.689 Y-11.096	X15.948 Y-4.144
X17.436 Y14.01 F977	X13.899 Y-12.255	X15.9 Y-3.159
X17.509 Y14.396 F998	X13.976 Y-12.641 F539	X15.892 Y-2.985
X17.589 Y14.782 F1005	X14.054 Y-13.027	X15.856 Y-1.826
X17.747 Y15.555	X14.131 Y-13.414 F918	X15.837 Y-0.668
X18.004 Y16.713	X14.216 Y-13.8 F1000	X15.836 Y0.491
X18.217 Y17.615	X14.3 Y-14.186 F1005	X15.852 Y1.65
X18.28 Y17.872	X14.385 Y-14.572	X15.886 Y2.809
X18.378 Y18.258 F800	X14.661 Y-15.731	X15.9 Y3.159
X18.575 Y19.031	X14.741 Y-16.048	X15.938 Y3.967
X18.89 Y20.189	X14.96 Y-16.89	X16.008 Y5.126
X19.06 Y20.786	X15.04 Y-17.18 F982	X16.098 Y6.285
X19.17 Y21.076	X15.12 Y-17.469 F1005	X16.205 Y7.443
X19.32 Y21.348	X15.281 Y-18.049	X16.33 Y8.602
X19.34 Y21.378	X15.453 Y-18.628	X16.473 Y9.761
X15.456	X15.538 Y-18.918 F1033	X16.634 Y10.92
X15.475 Y21.348 F1033	X15.624 Y-19.207 F1039	X16.814 Y12.078
X15.624 Y21.08	X15.712 Y-19.49	X17.012 Y13.237
X15.734 Y20.793	G02 X15.704 Y-20.885 I-	X17.059 Y13.486
X15.801 Y20.495	2.107 J-0.686	X17.116 Y13.789 F800
X15.824 Y20.189	G01 X15.602 Y-21.127	X17.173 Y14.093 F891
X15.805 Y19.892	X15.539 Y-21.245	X17.231 Y14.396 F950
X15.745 Y19.6 F1022	X15.5 Y-21.309	X17.31 Y14.782 F1004
X15.657 Y19.315 F1005	X15.455 Y-21.378	X17.389 Y15.168 F1005
X15.57 Y19.031	X15.733 Y-21.323 Z13.488	X17.468 Y15.555
X15.315 Y18.162	F800	X17.723 Y16.713
X15.23 Y17.872 F982	G00 Z35.	X17.998 Y17.872
X15.15 Y17.582 F860	X15.668 Y-21.988	X18.217 Y18.739
X14.991 Y17.003	Z15.396	X18.292 Y19.031 F800
X14.912 Y16.713 F800	G01 Z14.396 F800	X18.606 Y20.189
X14.826 Y16.381	Z12.696 F320	X18.776 Y20.786
X14.741 Y16.048 F585	X15.708 Y-21.683	X18.879 Y21.063
X14.679 Y15.801 F475	X15.748 Y-21.378	X19.035 Y21.348
X14.616 Y15.555	X15.9	X19.055 Y21.378
X14.344 Y14.396	X17.474	X16.109
X14.093 Y13.237	X17.868 F800	X15.741
X13.864 Y12.078	X19.048	G02 X15.975 Y19.42 I-1.814
X13.657 Y10.92	X18.971 Y-21.243 F1028	J-1.209
X13.595 Y10.533	X18.907 Y-21.122 F1022	G01 X15.857 Y19.031 F1005
X13.534 Y10.147 F420	X18.807 Y-20.883	X15.515 Y17.872
X13.472 Y9.761	X18.732 Y-20.624	X15.435 Y17.582

X15.355 Y17.293 F910	X16.003	X18.806 Y21.378
X15.276 Y17.003 F774	X18.001	X15.991
X15.196 Y16.713 F765	X18.4 F800	X16.011 Y21.348 F1039
X15.097 Y16.327	X18.8	X16.159 Y21.08
X14.998 Y15.941 F609	X18.723 Y-21.244	X16.268 Y20.794
X14.899 Y15.555	X18.654 Y-21.113	X16.335 Y20.495 F1033
X14.741 Y14.892	X18.553 Y-20.867	X16.359 Y20.189
X14.625 Y14.396	X18.481 Y-20.617 F1022	X16.34 Y19.892
X14.373 Y13.237	X18.409 Y-20.366 F1016	X16.28 Y19.6
X14.143 Y12.078	X18.154 Y-19.439	X16.193 Y19.315 F1005
X13.935 Y10.92	X18.092 Y-19.207 F1005	X16.105 Y19.031
X13.749 Y9.761	X17.895 Y-18.435	X15.9 Y18.346
X13.639 Y8.988	X17.796 Y-18.049 F847	X15.831 Y18.109 F967
X13.584 Y8.602 F539	X17.704 Y-17.662 F539	X15.762 Y17.872
X13.44 Y7.443	X17.612 Y-17.276 F475	X15.682 Y17.582 F894
X13.317 Y6.285	X17.519 Y-16.89 F400	X15.602 Y17.293 F878
X13.215 Y5.126	X17.262 Y-15.731	X15.522 Y17.003 F803
X13.134 Y3.967	X17.059 Y-14.75	X15.442 Y16.713 F761
X13.074 Y2.809	X17.023 Y-14.572	X15.243 Y15.941
X13.035 Y1.65	X16.803 Y-13.414	X15.144 Y15.555 F800
X13.016 Y0.491	X16.601 Y-12.255	X14.869 Y14.396
X13.017 Y-0.668	X16.419 Y-11.096	X14.741 Y13.818
X13.039 Y-1.826	X16.256 Y-9.938	X14.616 Y13.237
X13.082 Y-2.985	X16.111 Y-8.779	X14.385 Y12.078
X13.146 Y-4.144	X15.983 Y-7.62	X14.176 Y10.92
X13.202 Y-4.916	X15.9 Y-6.75	X13.989 Y9.761
X13.23 Y-5.303 F551	X15.874 Y-6.461	X13.823 Y8.602
X13.265 Y-5.689 F610	X15.783 Y-5.303	X13.679 Y7.443
X13.3 Y-6.075 F609	X15.709 Y-4.144	X13.555 Y6.285
X13.335 Y-6.461	X15.654 Y-2.985	X13.453 Y5.126
X13.462 Y-7.62	X15.618 Y-1.826	X13.372 Y3.967
X13.582 Y-8.591	X15.599 Y-0.668	X13.312 Y2.809
X13.609 Y-8.779	X15.598 Y0.491	X13.272 Y1.65
X13.777 Y-9.938	X15.614 Y1.65	X13.253 Y0.491
X13.967 Y-11.096	X15.648 Y2.809	X13.255 Y-0.668
X14.178 Y-12.255	X15.7 Y3.967	X13.277 Y-1.826
X14.411 Y-13.414	X15.769 Y5.126	X13.32 Y-2.985
X14.496 Y-13.8 F982	X15.859 Y6.285	X13.384 Y-4.144
X14.581 Y-14.186 F1005	X15.9 Y6.75	X13.468 Y-5.303
X14.666 Y-14.572	X15.965 Y7.443	X13.574 Y-6.461
X14.741 Y-14.892	X16.09 Y8.602	X13.701 Y-7.62
X14.809 Y-15.172	X16.233 Y9.761	X13.848 Y-8.779
X14.876 Y-15.451 F1000	X16.394 Y10.92	X14.017 Y-9.938
X14.944 Y-15.731 F1005	X16.573 Y12.078	X14.081 Y-10.324
X15.144 Y-16.504	X16.77 Y13.237	X14.144 Y-10.71 F761
X15.244 Y-16.89 F800	X16.915 Y14.01	X14.208 Y-11.096
X15.566 Y-18.049	X16.988 Y14.396 F868	X14.42 Y-12.255
X15.9 Y-19.17	X17.059 Y14.75 F938	X14.654 Y-13.414
X15.999 Y-19.491	X17.114 Y15.018 F964	X14.741 Y-13.818
G02 X15.748 Y-21.378 I-	X17.169 Y15.286 F1005	X14.826 Y-14.195 F819
2.099 J-0.681	X17.224 Y15.555	X14.91 Y-14.572 F982
G01 X16.021 Y-21.304	X17.479 Y16.713	X15.003 Y-14.959 F1005
Z12.799	X17.753 Y17.872	X15.188 Y-15.731
G00 Z35.	X17.949 Y18.645	X15.389 Y-16.504
X15.9 Y-21.988	X18.046 Y19.031 F800	X15.49 Y-16.89 F800
Z14.708	X18.217 Y19.67	X15.814 Y-18.049
G01 Z13.708 F800	X18.359 Y20.189	X15.9 Y-18.346
Z12.008 F320	X18.527 Y20.786	X16.16 Y-19.207
X15.945 Y-21.683	X18.637 Y21.076	X16.242 Y-19.476
X15.991 Y-21.378	X18.787 Y21.348	X16.321 Y-19.776

G02 X15.991 Y-21.378 I-	X17.059 Y15.765 F976	X14.741 Y-12.826
2.157 J-0.391	X17.128 Y16.081 F1004	X14.863 Y-13.414
G01 X16.267 Y-21.318	X17.198 Y16.397 F1022	X15.035 Y-14.186
Z12.111	X17.268 Y16.713 F1005	X15.12 Y-14.572 F856
G00 Z35.	X17.541 Y17.872	X15.213 Y-14.959 F982
X16.132 Y-21.988	X17.834 Y19.031	X15.306 Y-15.345 F1005
Z14.019	X17.938 Y19.417	X15.4 Y-15.731
G01 Z13.019 F800	X18.041 Y19.803 F1022	X15.601 Y-16.504
Z11.319 F320	X18.145 Y20.189	X15.702 Y-16.89 F800
X16.173 Y-21.683	X18.217 Y20.447 F1033	X15.9 Y-17.612
X16.215 Y-21.378	X18.286 Y20.68	X16.027 Y-18.049
X16.222	X18.355 Y20.913 F1039	X16.375 Y-19.207
X17.802	X18.451 Y21.137	X16.464 Y-19.489
X18.197 F800	X18.572 Y21.348	G02 X16.36 Y-21.117 I-2.089
X18.592	X18.591 Y21.378 F1010	J-0.684
X18.549 Y-21.313	X16.21	G01 X16.295 Y-21.24
X18.513 Y-21.252	X16.229 Y21.348 F1039	X16.255 Y-21.307
X18.453 Y-21.14	X16.385 Y21.064	X16.214 Y-21.372
X18.355 Y-20.912	X16.486 Y20.794	X16.215 Y-21.378
X18.286 Y-20.68 F1022	X16.553 Y20.495 F1033	X16.413 Y-21.348 Z11.392
X18.217 Y-20.447 F1005	X16.577 Y20.189	G00 Z35.
X18.194 Y-20.366	X16.557 Y19.892	X16.363 Y-21.988
X17.958 Y-19.497	X16.497 Y19.599 F1022	Z13.331
X17.879 Y-19.207 F804	X16.408 Y19.315 F1005	G01 Z12.331 F800
X17.682 Y-18.435	X16.32 Y19.031	Z10.631 F320
X17.584 Y-18.049 F574	X16.147 Y18.451	X16.375 Y-21.683
X17.492 Y-17.662 F420	X16.061 Y18.162 F915	X16.388 Y-21.378
X17.4 Y-17.276 F400	X15.975 Y17.872 F868	X16.441
X17.308 Y-16.89	X15.9 Y17.612 F841	X18.415
X17.051 Y-15.731	X15.818 Y17.312 F819	X18.383 Y-21.33 F1005
X16.813 Y-14.572	X15.654 Y16.713	X18.356 Y-21.286
X16.593 Y-13.414	X15.355 Y15.555	X18.305 Y-21.196
X16.392 Y-12.255	X15.079 Y14.396	X18.217 Y-21.013
X16.211 Y-11.096	X14.825 Y13.237	X18.11 Y-20.692
X16.048 Y-9.938	X14.741 Y12.826	X18.017 Y-20.366
X15.903 Y-8.779	X14.594 Y12.078	X17.703 Y-19.207
X15.777 Y-7.62	X14.454 Y11.306	X17.605 Y-18.821 F765
X15.667 Y-6.461	X14.384 Y10.92 F761	X17.507 Y-18.435 F539
X15.576 Y-5.303	X14.196 Y9.761	X17.409 Y-18.049 F420
X15.503 Y-4.144	X14.03 Y8.602	X17.317 Y-17.662 F400
X15.448 Y-2.985	X13.885 Y7.443	X17.134 Y-16.89
X15.412 Y-1.826	X13.761 Y6.285	X17.059 Y-16.562
X15.393 Y-0.668	X13.659 Y5.126	X16.877 Y-15.731
X15.392 Y0.491	X13.577 Y3.967	X16.639 Y-14.572
X15.408 Y1.65	X13.516 Y2.809	X16.42 Y-13.414
X15.442 Y2.809	X13.477 Y1.65	X16.22 Y-12.255
X15.494 Y3.967	X13.457 Y0.491	X16.039 Y-11.096
X15.563 Y5.126	X13.459 Y-0.668	X15.9 Y-10.117
X15.652 Y6.285	X13.482 Y-1.826	X15.876 Y-9.938
X15.758 Y7.443	X13.525 Y-2.985	X15.732 Y-8.779
X15.883 Y8.602	X13.582 Y-4.05	X15.605 Y-7.62
X15.9 Y8.748	X13.674 Y-5.303	X15.497 Y-6.461
X16.025 Y9.761	X13.78 Y-6.461	X15.405 Y-5.303
X16.186 Y10.92	X13.822 Y-6.848	X15.332 Y-4.144
X16.364 Y12.078	X13.865 Y-7.234 F819	X15.278 Y-2.985
X16.561 Y13.237	X13.907 Y-7.62	X15.241 Y-1.826
X16.778 Y14.396	X14.055 Y-8.779	X15.223 Y-0.668
X16.856 Y14.782 F600	X14.225 Y-9.938	X15.221 Y0.491
X16.935 Y15.168 F868	X14.416 Y-11.096	X15.238 Y1.65
X17.013 Y15.555 F938	X14.629 Y-12.255	X15.272 Y2.809

X15.323 Y3.967
X15.392 Y5.126
X15.481 Y6.285
X15.587 Y7.443
X15.711 Y8.602
X15.854 Y9.761
X15.9 Y10.117
X16.014 Y10.92
X16.192 Y12.078
X16.388 Y13.237
X16.604 Y14.396
X16.761 Y15.168
X16.839 Y15.555 F834
X16.912 Y15.89 F921
X16.985 Y16.226 F976
X17.059 Y16.562 F1004
X17.093 Y16.713
X17.184 Y17.1 F1022
X17.275 Y17.486 F1005
X17.366 Y17.872
X17.658 Y19.031
X17.761 Y19.417
X17.865 Y19.803 F1022
X17.969 Y20.189
X18.027 Y20.397 F1033
X18.085 Y20.604
X18.144 Y20.811 F1039
X18.217 Y21.013
X18.299 Y21.185
X18.395 Y21.348
X18.414 Y21.378
X18.076 F983
X16.387
X16.406 Y21.348 F1033
X16.547 Y21.096
X16.663 Y20.794
X16.73 Y20.495
X16.754 Y20.189 F1022
X16.735 Y19.892
X16.675 Y19.6
X16.587 Y19.315 F1005
X16.5 Y19.031
X16.413 Y18.741
X16.327 Y18.451 F952
X16.241 Y18.162 F905
X16.154 Y17.872 F892
X16.069 Y17.57 F856
X15.9 Y16.965
X15.832 Y16.713
X15.532 Y15.555
X15.255 Y14.396
X15.001 Y13.237
X14.741 Y11.937
X14.559 Y10.92
X14.496 Y10.533
X14.433 Y10.147 F819
X14.37 Y9.761
X14.203 Y8.602
X14.058 Y7.443
X13.934 Y6.285

X13.831 Y5.126
X13.749 Y3.967
X13.688 Y2.809
X13.648 Y1.65
X13.629 Y0.491
X13.631 Y-0.668
X13.653 Y-1.826
X13.697 Y-2.985
X13.761 Y-4.144
X13.846 Y-5.303
X13.917 Y-6.075
X13.953 Y-6.461 F857
X13.995 Y-6.848 F856
X14.08 Y-7.62
X14.229 Y-8.779
X14.399 Y-9.938
X14.59 Y-11.096
X14.741 Y-11.937
X14.804 Y-12.255
X15.039 Y-13.414
X15.125 Y-13.8
X15.211 Y-14.186 F892
X15.297 Y-14.572
X15.39 Y-14.959
X15.483 Y-15.345 F956
X15.577 Y-15.731 F1005
X15.9 Y-16.965
X16.205 Y-18.049
X16.38 Y-18.628
X16.467 Y-18.918 F1033
X16.554 Y-19.207 F1039
X16.641 Y-19.49
X16.716 Y-19.776
X16.751 Y-20.07
X16.745 Y-20.366
X16.696 Y-20.67
X16.604 Y-20.964
X16.512 Y-21.167
X16.457 Y-21.266
X16.388 Y-21.378
X16.663 Y-21.315 Z10.734
F800
G00 Z35.
X16.363 Y-21.988
Z12.642
G01 Z11.642 F800
Z9.942 F320
X16.448 Y-21.683
X16.533 Y-21.378
X16.601
X18.27
X18.217 Y-21.294
X18.101 Y-21.075
X18.01 Y-20.843 F1033
X17.942 Y-20.605 F1016
X17.874 Y-20.366 F1005
X17.717 Y-19.787
X17.639 Y-19.497 F878
X17.561 Y-19.207 F800
X17.463 Y-18.821 F475

X17.365 Y-18.435 F420
X17.267 Y-18.049 F400
X17.059 Y-17.182
X16.992 Y-16.89
X16.736 Y-15.731
X16.498 Y-14.572
X16.28 Y-13.414
X16.08 Y-12.255
X15.9 Y-11.099
X15.737 Y-9.938
X15.593 Y-8.779
X15.466 Y-7.62
X15.358 Y-6.461
X15.267 Y-5.303
X15.194 Y-4.144
X15.139 Y-2.985
X15.103 Y-1.826
X15.084 Y-0.668
X15.083 Y0.491
X15.1 Y1.65
X15.133 Y2.809
X15.185 Y3.967
X15.254 Y5.126
X15.342 Y6.285
X15.448 Y7.443
X15.572 Y8.602
X15.714 Y9.761
X15.874 Y10.92
X15.9 Y11.099
X16.052 Y12.078
X16.248 Y13.237
X16.463 Y14.396
X16.62 Y15.168
X16.698 Y15.555 F800
X16.782 Y15.941 F890
X16.867 Y16.327 F938
X16.951 Y16.713 F1022
X17.005 Y16.947 F1004
X17.059 Y17.182 F1005
X17.224 Y17.872
X17.515 Y19.031
X17.722 Y19.803
X17.826 Y20.189 F1022
X17.905 Y20.472 F1033
X17.984 Y20.755 F1039
X18.082 Y21.033
X18.217 Y21.294
X18.271 Y21.378
X17.923 F1010
X16.532
X16.552 Y21.348 F1039
X16.7 Y21.08
X16.809 Y20.794
X16.876 Y20.495
X16.899 Y20.189 F1033
X16.88 Y19.892 F1022
X16.82 Y19.6
X16.733 Y19.315
X16.645 Y19.031 F1005
X16.559 Y18.741 F971

X16.472 Y18.451 F925
 X16.385 Y18.162
 X16.299 Y17.872 F892
 X15.975 Y16.713
 X15.9 Y16.435
 X15.675 Y15.555
 X15.398 Y14.396
 X15.143 Y13.237
 X14.91 Y12.078
 X14.797 Y11.46
 X14.741 Y11.151 F856
 X14.7 Y10.92
 X14.511 Y9.761
 X14.344 Y8.602
 X14.198 Y7.443
 X14.073 Y6.285
 X13.97 Y5.126
 X13.888 Y3.967
 X13.827 Y2.809
 X13.787 Y1.65
 X13.768 Y0.491
 X13.77 Y-0.668
 X13.792 Y-1.826
 X13.836 Y-2.985
 X13.9 Y-4.144
 X13.986 Y-5.303
 X14.092 Y-6.461
 X14.22 Y-7.62
 X14.269 Y-8.006 F892
 X14.369 Y-8.779
 X14.539 Y-9.938
 X14.731 Y-11.096
 X14.945 Y-12.255
 X15.181 Y-13.414
 X15.439 Y-14.572
 X15.533 Y-14.959 F926
 X15.626 Y-15.345 F925
 X15.72 Y-15.731
 X15.81 Y-16.083 F1005
 X15.9 Y-16.435
 X16.023 Y-16.89
 X16.35 Y-18.049
 X16.437 Y-18.338 F1022
 X16.612 Y-18.918
 X16.7 Y-19.207 F1033
 X16.787 Y-19.49 F1039
 X16.861 Y-19.776
 X16.897 Y-20.07
 X16.891 Y-20.366
 X16.849 Y-20.64
 X16.772 Y-20.906
 X16.672 Y-21.137
 X16.611 Y-21.252
 X16.533 Y-21.378
 X16.809 Y-21.314 Z10.045
 F800
 G00 Z35.
 X16.595 Y-21.988
 Z11.954
 G01 Z10.954 F800

Z9.254 F320
 X16.618 Y-21.683
 X16.64 Y-21.378
 X16.652
 X18.157
 X18.079 Y-21.241
 X18.013 Y-21.115
 X17.912 Y-20.87
 X17.84 Y-20.618 F949
 X17.767 Y-20.366
 X17.611 Y-19.787
 X17.533 Y-19.497 F800
 X17.455 Y-19.207 F539
 X17.357 Y-18.821 F420
 X17.259 Y-18.435 F400
 X17.161 Y-18.049
 X17.059 Y-17.627
 X16.887 Y-16.89
 X16.631 Y-15.731
 X16.394 Y-14.572
 X16.175 Y-13.414
 X15.976 Y-12.255
 X15.9 Y-11.773
 X15.796 Y-11.096
 X15.634 Y-9.938
 X15.49 Y-8.779
 X15.363 Y-7.62
 X15.255 Y-6.461
 X15.164 Y-5.303
 X15.091 Y-4.144
 X15.037 Y-2.985
 X15.001 Y-1.826
 X14.982 Y-0.668
 X14.981 Y0.491
 X14.997 Y1.65
 X15.031 Y2.809
 X15.082 Y3.967
 X15.151 Y5.126
 X15.239 Y6.285
 X15.345 Y7.443
 X15.469 Y8.602
 X15.611 Y9.761
 X15.77 Y10.92
 X15.9 Y11.773
 X15.948 Y12.078
 X16.144 Y13.237
 X16.358 Y14.396
 X16.593 Y15.555
 X16.677 Y15.941 F600
 X16.762 Y16.327 F868
 X16.846 Y16.713 F938
 X16.917 Y17.018 F976
 X16.988 Y17.322 F1005
 X17.059 Y17.627
 X17.118 Y17.872
 X17.215 Y18.258 F800
 X17.409 Y19.031
 X17.719 Y20.189
 X17.886 Y20.786
 X17.994 Y21.076

X18.144 Y21.348 F1039
 X18.164 Y21.378
 X17.783 F1010
 X16.641
 X16.66 Y21.348 F1033
 X16.809 Y21.08
 X16.917 Y20.794
 X16.984 Y20.495
 X17.007 Y20.189 F1022
 X16.988 Y19.892
 X16.928 Y19.6
 X16.841 Y19.315 F1005
 X16.753 Y19.031 F978
 X16.666 Y18.741
 X16.579 Y18.451 F973
 X16.493 Y18.162 F925
 X16.406 Y17.872
 X16.082 Y16.713
 X15.9 Y16.024
 X15.781 Y15.555
 X15.503 Y14.396
 X15.333 Y13.623
 X15.248 Y13.237 F892
 X15.015 Y12.078
 X14.804 Y10.92
 X14.741 Y10.547
 X14.615 Y9.761
 X14.448 Y8.602
 X14.301 Y7.443
 X14.177 Y6.285
 X14.073 Y5.126
 X13.991 Y3.967
 X13.93 Y2.809
 X13.89 Y1.65
 X13.871 Y0.491
 X13.873 Y-0.668
 X13.895 Y-1.826
 X13.939 Y-2.985
 X14.003 Y-4.144
 X14.089 Y-5.303
 X14.196 Y-6.461
 X14.323 Y-7.62
 X14.473 Y-8.779
 X14.643 Y-9.938
 X14.692 Y-10.242 F925
 X14.741 Y-10.547
 X14.836 Y-11.096
 X15.05 Y-12.255
 X15.286 Y-13.414
 X15.545 Y-14.572
 X15.732 Y-15.345
 X15.826 Y-15.731 F956
 X15.9 Y-16.024
 X15.976 Y-16.312 F1005
 X16.13 Y-16.89
 X16.457 Y-18.049
 X16.632 Y-18.628
 X16.72 Y-18.918 F1033
 X16.808 Y-19.207 F1039
 X16.895 Y-19.49

X16.969 Y-19.776
 G02 X16.64 Y-21.378 I-2.161
 J-0.391
 G01 X16.918 Y-21.323
 Z9.357 F800
 G00 Z35.
 X16.595 Y-21.988
 Z11.265
 G01 Z10.265 F800
 Z8.565 F320
 X16.654 Y-21.683
 X16.714 Y-21.378
 X16.748
 X18.081
 X18.003 Y-21.241
 X17.937 Y-21.115
 X17.837 Y-20.87
 X17.764 Y-20.618 F810
 X17.692 Y-20.366
 X17.613 Y-20.076
 X17.535 Y-19.787 F609
 X17.457 Y-19.497 F475
 X17.379 Y-19.207 F420
 X17.281 Y-18.821 F400
 X17.086 Y-18.049
 X16.812 Y-16.89
 X16.556 Y-15.731
 X16.319 Y-14.572
 X16.101 Y-13.414
 X15.9 Y-12.242
 X15.722 Y-11.096
 X15.56 Y-9.938
 X15.416 Y-8.779
 X15.29 Y-7.62
 X15.181 Y-6.461
 X15.091 Y-5.303
 X15.018 Y-4.144
 X14.964 Y-2.985
 X14.927 Y-1.826
 X14.909 Y-0.668
 X14.908 Y0.491
 X14.924 Y1.65
 X14.958 Y2.809
 X15.009 Y3.967
 X15.078 Y5.126
 X15.166 Y6.285
 X15.272 Y7.443
 X15.395 Y8.602
 X15.537 Y9.761
 X15.697 Y10.92
 X15.874 Y12.078
 X15.9 Y12.242
 X16.07 Y13.237
 X16.284 Y14.396
 X16.518 Y15.555
 X16.603 Y15.941
 X16.687 Y16.327 F800
 X16.771 Y16.713 F890
 X16.862 Y17.1 F976
 X16.952 Y17.486 F1005

X17.059 Y17.936
 X17.242 Y18.666
 X17.334 Y19.031 F1022
 X17.437 Y19.417 F1005
 X17.54 Y19.803 F1022
 X17.644 Y20.189
 X17.727 Y20.488 F1033
 X17.81 Y20.786 F1039
 X17.919 Y21.076
 X18.068 Y21.348
 X18.087 Y21.378
 X17.744 F1010
 X16.714
 G02 X16.955 Y19.447 I-1.828
 J-1.209
 G01 X16.891 Y19.239 F1005
 X16.826 Y19.031
 X16.739 Y18.741 F1000
 X16.653 Y18.451 F956
 X16.479 Y17.872
 X16.155 Y16.713
 X16.07 Y16.388
 X15.985 Y16.063 F926
 X15.9 Y15.738 F925
 X15.854 Y15.555
 X15.575 Y14.396
 X15.32 Y13.237
 X15.087 Y12.078
 X14.875 Y10.92
 X14.741 Y10.104
 X14.686 Y9.761
 X14.518 Y8.602
 X14.47 Y8.216 F892
 X14.372 Y7.443
 X14.247 Y6.285
 X14.144 Y5.126
 X14.061 Y3.967
 X14. Y2.809
 X13.96 Y1.65
 X13.941 Y0.491
 X13.943 Y-0.668
 X13.965 Y-1.826
 X14.009 Y-2.985
 X14.074 Y-4.144
 X14.102 Y-4.53
 X14.131 Y-4.916 F925
 X14.159 Y-5.303
 X14.266 Y-6.461
 X14.394 Y-7.62
 X14.543 Y-8.779
 X14.714 Y-9.938
 X14.741 Y-10.104
 X14.907 Y-11.096
 X15.121 Y-12.255
 X15.2 Y-12.641 F956
 X15.358 Y-13.414
 X15.617 Y-14.572
 X15.898 Y-15.731
 X16. Y-16.117 F983
 X16.101 Y-16.504 F982

X16.203 Y-16.89 F1005
 X16.53 Y-18.049
 X16.618 Y-18.338
 X16.706 Y-18.628 F1022
 X16.793 Y-18.918 F1028
 X16.881 Y-19.207 F1033
 X16.983 Y-19.535
 G02 X16.714 Y-21.378 I-2.07
 J-0.639
 G01 X16.991 Y-21.321
 Z8.668 F800
 G00 Z35.
 X16.595 Y-21.988
 Z10.577
 G01 Z9.577 F800
 Z7.877 F320
 X16.677 Y-21.683
 X16.759 Y-21.378
 X16.795
 X18.04
 X17.962 Y-21.241
 X17.896 Y-21.115
 X17.796 Y-20.87 F847
 X17.651 Y-20.366
 X17.573 Y-20.076 F800
 X17.495 Y-19.787 F539
 X17.417 Y-19.497 F421
 X17.338 Y-19.207 F400
 X17.059 Y-18.103
 X16.771 Y-16.89
 X16.516 Y-15.731
 X16.279 Y-14.572
 X16.061 Y-13.414
 X15.9 Y-12.482
 X15.862 Y-12.255
 X15.682 Y-11.096
 X15.52 Y-9.938
 X15.376 Y-8.779
 X15.25 Y-7.62
 X15.142 Y-6.461
 X15.051 Y-5.303
 X14.978 Y-4.144
 X14.924 Y-2.985
 X14.888 Y-1.826
 X14.869 Y-0.668
 X14.868 Y0.491
 X14.884 Y1.65
 X14.918 Y2.809
 X14.97 Y3.967
 X15.038 Y5.126
 X15.126 Y6.285
 X15.232 Y7.443
 X15.356 Y8.602
 X15.497 Y9.761
 X15.657 Y10.92
 X15.834 Y12.078
 X15.9 Y12.482
 X16.03 Y13.237
 X16.244 Y14.396
 X16.478 Y15.555

X16.647 Y16.327
 X16.731 Y16.713 F800
 X16.821 Y17.1 F890
 X16.912 Y17.486 F938
 X17.002 Y17.872 F1004
 X17.059 Y18.103 F1005
 X17.293 Y19.031
 X17.499 Y19.803
 X17.603 Y20.189 F1022
 X17.685 Y20.484 F1033
 X17.767 Y20.779 F1039
 X17.876 Y21.073
 X18.027 Y21.348
 X18.047 Y21.378
 X17.725 F1010
 X16.758
 G02 X17.059 Y19.645 I-1.816
 J-1.207
 G01 X16.965 Y19.338 F995
 X16.871 Y19.031 F982
 X16.784 Y18.741
 X16.697 Y18.451 F957
 X16.61 Y18.162 F956
 X16.523 Y17.872
 X16.199 Y16.713
 X15.897 Y15.555
 X15.805 Y15.168
 X15.712 Y14.782 F925
 X15.619 Y14.396
 X15.363 Y13.237
 X15.13 Y12.078
 X14.919 Y10.92
 X14.729 Y9.761
 X14.561 Y8.602
 X14.415 Y7.443
 X14.29 Y6.285
 X14.186 Y5.126
 X14.159 Y4.74 F892
 X14.104 Y3.967
 X14.043 Y2.809
 X14.003 Y1.65
 X13.984 Y0.491
 X13.985 Y-0.668
 X13.993 Y-1.054 F925
 X14.008 Y-1.826
 X14.052 Y-2.985
 X14.116 Y-4.144
 X14.202 Y-5.303
 X14.309 Y-6.461
 X14.437 Y-7.62
 X14.586 Y-8.779
 X14.741 Y-9.835
 X14.757 Y-9.938 F956
 X14.822 Y-10.324
 X14.886 Y-10.71 F926
 X14.95 Y-11.096 F956
 X15.165 Y-12.255
 X15.401 Y-13.414
 X15.66 Y-14.572
 X15.9 Y-15.564

X15.942 Y-15.731
 X16.145 Y-16.504
 X16.247 Y-16.89 F1005
 X16.574 Y-18.049
 X16.671 Y-18.368 F1022
 X16.768 Y-18.687
 X16.865 Y-19.007 F1033
 X16.962 Y-19.326
 X17.059 Y-19.645
 G02 X16.759 Y-21.378 I-
 2.099 J-0.53
 G01 X17.035 Y-21.317 Z7.98
 F800
 G00 Z35.
 X16.827 Y-21.988
 Z9.888
 G01 Z8.888 F800
 Z7.188 F320
 X16.868 Y-21.683
 X16.909 Y-21.378
 X17.059
 X17.902
 X17.826 Y-21.247
 X17.762 Y-21.129
 X17.663 Y-20.898
 X17.586 Y-20.632
 X17.509 Y-20.366 F800
 X17.431 Y-20.076 F515
 X17.353 Y-19.787 F403
 X17.275 Y-19.497 F400
 X17.197 Y-19.207
 X17.059 Y-18.671
 X16.903 Y-18.049
 X16.629 Y-16.89
 X16.374 Y-15.731
 X16.137 Y-14.572
 X15.92 Y-13.414
 X15.9 Y-13.299
 X15.723 Y-12.255
 X15.543 Y-11.096
 X15.381 Y-9.938
 X15.238 Y-8.779
 X15.112 Y-7.62
 X15.004 Y-6.461
 X14.914 Y-5.303
 X14.842 Y-4.144
 X14.787 Y-2.985
 X14.749 Y-1.826
 X14.73 Y-0.668
 X14.729 Y0.491
 X14.746 Y1.65
 X14.781 Y2.809
 X14.833 Y3.967
 X14.902 Y5.126
 X14.989 Y6.285
 X15.094 Y7.443
 X15.217 Y8.602
 X15.357 Y9.761
 X15.516 Y10.92
 X15.693 Y12.078

X15.9 Y13.299
 X16.104 Y14.396
 X16.338 Y15.555
 X16.59 Y16.713
 X16.68 Y17.1 F834
 X16.77 Y17.486 F907
 X16.861 Y17.872 F964
 X16.927 Y18.138 F981
 X16.993 Y18.405 F986
 X17.059 Y18.671
 X17.151 Y19.031 F998
 X17.254 Y19.417
 X17.357 Y19.803 F1004
 X17.46 Y20.189 F1022
 X17.543 Y20.488 F1033
 X17.625 Y20.787 F1010
 X17.729 Y21.061
 X17.888 Y21.348
 X17.908 Y21.378
 X16.903
 X16.922 Y21.348 F1039
 X17.059 Y21.108
 X17.15 Y20.888
 X17.216 Y20.66 F1033
 X17.257 Y20.427
 X17.271 Y20.189
 X17.256 Y19.931
 X17.21 Y19.675 F999
 X17.134 Y19.428
 X17.059 Y19.18 F982
 X17.011 Y19.031
 X16.664 Y17.872
 X16.338 Y16.713
 X16.036 Y15.555
 X15.9 Y14.998
 X15.758 Y14.396
 X15.501 Y13.237
 X15.423 Y12.851 F956
 X15.268 Y12.078
 X15.057 Y10.92
 X14.866 Y9.761
 X14.741 Y8.913
 X14.699 Y8.602
 X14.552 Y7.443
 X14.427 Y6.285
 X14.324 Y5.126
 X14.241 Y3.967
 X14.18 Y2.809
 X14.14 Y1.65
 X14.12 Y0.491
 X14.122 Y-0.668
 X14.145 Y-1.826
 X14.187 Y-2.985
 X14.253 Y-4.144
 X14.338 Y-5.303
 X14.445 Y-6.461
 X14.574 Y-7.62
 X14.741 Y-8.913
 X14.792 Y-9.255 F982
 X14.894 Y-9.938

X15.088 Y-11.096
X15.302 Y-12.255
X15.539 Y-13.414
X15.799 Y-14.572
X15.9 Y-14.998
X15.99 Y-15.365
X16.08 Y-15.731 F1005
X16.285 Y-16.504
X16.387 Y-16.89 F800

X16.715 Y-18.049
X17.059 Y-19.18
X17.156 Y-19.489
G02 X16.909 Y-21.378 I-
2.081 J-0.688
G01 X17.182 Y-21.305
Z7.291
G00 Z45.
G05 P0

G91G28Z0
G49
M30
%

Ek3. Konkav-konveks Kremayer Dişlinin Modül Parmak Freze İle Son Paso

İşlem Kodları

% O3998	G02 X205.687 Y19.329	Z35.
G49 M06 T17 (Tel Erezyon	I72.096 J19.419	Z7.632
U+V Kesimi İle Yapılan	G01 X205.945 Y20.295	G01 Z6.632 F150
Bıçak)	G00 Z35.	X154.939 Y19.457
G90 G80 G00 G17 G40	X192.895 Y20.424 Z65. M08	G03 X154.99 Y-19.451
G43 H17 Z65. S3300 M03	Z35.	I72.63 J-19.359
G05 P10000	Z7.632	G01 X155.25 Y-20.417
G00 X230.595 Y20.424 Z65.	G01 Z6.632 F150	G00 Z35.
M08	X192.638 Y19.457	X155.733 Y-20.287 M08
Z35.	G03 X192.689 Y-19.451	Z7.632
Z7.632	I72.63 J-19.359	G01 Z6.632 F150
G01 Z6.632 F150	G01 X192.949 Y-20.417	X155.472 Y-19.321
X230.337 Y19.457	G00 Z35.	G02 X155.422 Y19.329
G03 X230.388 Y-19.451	X193.432 Y-20.287 M08	I72.096 J19.419
I72.63 J-19.359	Z7.632	G01 X155.679 Y20.295
G01 X230.648 Y-20.417	G01 Z6.632 F150	G00 Z35.
G00 Z35.	X193.172 Y-19.321	X142.63 Y20.424 Z65. M08
X231.131 Y-20.287 M08	G02 X193.121 Y19.329	Z35.
Z7.632	I72.096 J19.419	Z7.632
G01 Z6.632 F150	G01 X193.379 Y20.295	G01 Z6.632 F150
X230.871 Y-19.321	G00 Z35.	X142.372 Y19.457
G02 X230.82 Y19.329	X180.329 Y20.424 Z65. M08	G03 X142.423 Y-19.451
I72.096 J19.419	Z35.	I72.63 J-19.359
G01 X231.078 Y20.295	Z7.632	G01 X142.683 Y-20.417
G00 Z35.	G01 Z6.632 F150	G00 Z35.
X218.028 Y20.424 Z65. M08	X180.071 Y19.457	X143.166 Y-20.287 M08
Z35.	G03 X180.122 Y-19.451	Z7.632
Z7.632	I72.63 J-19.359	G01 Z6.632 F150
G01 Z6.632 F150	G01 X180.383 Y-20.417	X142.906 Y-19.321
X217.771 Y19.457	G00 Z35.	G02 X142.855 Y19.329
G03 X217.822 Y-19.451	X180.865 Y-20.287 M08	I72.096 J19.419
I72.63 J-19.359	Z7.632	G01 X143.113 Y20.295
G01 X218.082 Y-20.417	G01 Z6.632 F150	G00 Z35.
G00 Z35.	X180.605 Y-19.321	X130.063 Y20.424 Z65. M08
X218.564 Y-20.287 M08	G02 X180.555 Y19.329	Z35.
Z7.632	I72.096 J19.419	Z7.632
G01 Z6.632 F150	G01 X180.812 Y20.295	G01 Z6.632 F150
X218.304 Y-19.321	G00 Z35.	X129.806 Y19.457
G02 X218.254 Y19.329	X167.763 Y20.424 Z65. M08	G03 X129.857 Y-19.451
I72.096	Z35.	I72.63 J-19.359
J19.419	Z7.632	G01 X130.117 Y-20.417
G01 X218.511 Y20.295	G01 Z6.632 F150	G00 Z35.
G00 Z35.	X167.505 Y19.457	X130.6 Y-20.287 M08
X205.462 Y20.424 Z65. M08	G03 X167.556 Y-19.451	Z7.632
Z35.	I72.63 J-19.359	G01 Z6.632 F150
Z7.632	G01 X167.816 Y-20.417	X130.34 Y-19.321
G01 Z6.632 F150	G00 Z35.	G02 X130.289 Y19.329
X205.204 Y19.457	X168.299 Y-20.287 M08	I72.096 J19.419
G03 X205.255 Y-19.451	Z7.632	G01 X130.547 Y20.295
I72.63 J-19.359	G01 Z6.632 F150	G00 Z35.
G01 X205.515 Y-20.417	X168.039 Y-19.321	X117.497 Y20.424 Z65. M08
G00 Z35.	G02 X167.988 Y19.329	Z35.
X205.998 Y-20.287 M08	I72.096 J19.419	Z7.632
Z7.632	G01 X168.246 Y20.295	G01 Z6.632 F150
G01 Z6.632 F150	G00 Z35.	X117.239 Y19.457
X205.738 Y-19.321	X155.196 Y20.424 Z65. M08	G03 X117.29 Y-19.451

I72.63 J-19.359
 G01 X117.55 Y-20.417
 G00 Z35.
 X118.033 Y-20.287 M08
 Z7.632
 G01 Z6.632 F150
 X117.773 Y-19.321
 G02 X117.723 Y19.329
 I72.096 J19.419
 G01 X117.98 Y20.295
 G00 Z35.
 X104.931 Y20.424 Z65. M08
 Z35.
 Z7.632
 G01 Z6.632 F150
 X104.673 Y19.457
 G03 X104.724 Y-19.451
 I72.63 J-19.359
 G01 X104.984 Y-20.417
 G00 Z35.
 X105.467 Y-20.287 M08
 Z7.632
 G01 Z6.632 F150
 X105.207 Y-19.321
 G02 X105.156 Y19.329
 I72.096 J19.419
 G01 X105.414 Y20.295
 G00 Z35.
 X92.364 Y20.424 Z65. M08
 Z35.
 Z7.632
 G01 Z6.632 F150
 X92.107 Y19.457
 G03 X92.158 Y-19.451
 I72.63 J-19.359
 G01 X92.418 Y-20.417
 G00 Z35.
 X92.901 Y-20.287 M08
 Z7.632
 G01 Z6.632 F150
 X92.64 Y-19.321
 G02 X92.59 Y19.329 I72.096
 J19.419
 G01 X92.847 Y20.295
 G00 Z35.
 X79.798 Y20.424 Z65. M08
 Z35.
 Z7.632
 G01 Z6.632 F150
 X79.54 Y19.457
 G03 X79.591 Y-19.451
 I72.63 J-19.359
 G01 X79.851 Y-20.417
 G00 Z35.
 X80.334 Y-20.287 M08
 Z7.632
 G01 Z6.632 F150
 X80.074 Y-19.321
 G02 X80.023 Y19.329

I72.096 J19.419
 G01 X80.281 Y20.295
 G00 Z35.
 X67.231 Y20.424 Z65. M08
 Z35.
 Z7.632
 G01 Z6.632 F150
 X66.974 Y19.457
 G03 X67.025 Y-19.451
 I72.63 J-19.359
 G01 X67.285 Y-20.417
 G00 Z35.
 X67.768 Y-20.287 M08
 Z7.632
 G01 Z6.632 F150
 X67.508 Y-19.321
 G02 X67.457 Y19.329
 I72.096 J19.419
 G01 X67.715 Y20.295
 G00 Z35.
 X54.665 Y20.424 Z65. M08
 Z35.
 Z7.632
 G01 Z6.632 F150
 X54.407 Y19.457
 G03 X54.458 Y-19.451
 I72.63 J-19.359
 G01 X54.719 Y-20.417
 G00 Z35.
 X55.201 Y-20.287 M08
 Z7.632
 G01 Z6.632 F150
 X54.941 Y-19.321
 G02 X54.891 Y19.329
 I72.096 J19.419
 G01 X55.148 Y20.295
 G00 Z35.
 X42.099 Y20.424 Z65. M08
 Z35.
 Z7.632
 G01 Z6.632 F150
 X41.841 Y19.457
 G03 X41.892 Y-19.451
 I72.63 J-19.359
 G01 X42.152 Y-20.417
 G00 Z35.
 X42.635 Y-20.287 M08
 Z7.632
 G01 Z6.632 F150
 X42.375 Y-19.321
 G02 X42.324 Y19.329
 I72.096 J19.419
 G01 X42.582 Y20.295
 G00 Z35.
 X29.532 Y20.424 Z65. M08
 Z35.
 Z7.632
 G01 Z6.632 F150
 X29.275 Y19.457

G03 X29.326 Y-19.451
 I72.63 J-19.359
 G01 X29.586 Y-20.417
 G00 Z35.
 X30.069 Y-20.287 M08
 Z7.632
 G01 Z6.632 F150
 X29.808 Y-19.321
 G02 X29.758 Y19.329
 I72.096 J19.419
 G01 X30.015 Y20.295
 G00 Z35.
 X16.966 Y20.424 Z65. M08
 Z35.
 Z7.632
 G01 Z6.632 F150
 X16.708 Y19.457
 G03 X16.759 Y-19.451
 I72.63 J-19.359
 G01 X17.019 Y-20.417
 G00 Z35.
 X17.502 Y-20.287 M08
 Z7.632
 G01 Z6.632 F150
 X17.242 Y-19.321
 G02 X17.191 Y19.329
 I72.096 J19.419
 G01 X17.449 Y20.295
 G00 Z35.
 X4.399 Y20.424 Z65. M08
 Z35.
 Z7.632
 G01 Z6.632 F150
 X4.142 Y19.457
 G03 X4.193 Y-19.451 I72.63
 J-19.359
 G01 X4.453 Y-20.417
 G00 Z35.
 X4.936 Y-20.287 M08
 Z7.632
 G01 Z6.632 F150
 X4.676 Y-19.321
 G02 X4.625 Y19.329 I72.096
 J19.419
 G01 X4.883 Y20.295
 G00 Z35.
 G05 P0
 G91G28Z0
 G49
 M30 %

Ek4. Konkav-konveks Dişlinin Kaba ve Son Paso İşleme Kodları

%	G01 X-21.039 Y-4.04	X4.74 Y1.805
O3997	X-20.863 Y-3.983	X3.893 Y1.858
G49	X-18.203 Y-3.199	X3.049 Y1.898
M06 T16	X-16.38 Y-2.729	X2.201 Y1.928
G90 G80 G00 G17 G40	X-14.615 Y-2.325	X1.356 Y1.952
G43 H16 Z75. S4200 M03	X-12.833 Y-1.964	X0.512 Y1.96
G05 P10000	X-10.129 Y-1.508	X-0.336 Y1.962
G00 X22.449 Y-1.811 Z75.	X-8.339 Y-1.268	X-1.181 Y1.954
M08	X-5.669 Y-0.997	X-2.027 Y1.933
Z56.8	X-3.019 Y-0.829	X-2.874 Y1.906
G01 Z54.8 F350	X-1.235 Y-0.775	X-3.718 Y1.866
Z53. F175	X0.53 Y-0.766	X-4.566 Y1.817
X22.318 Y-1.995	X3.178 Y-0.837	X-5.411 Y1.761
X22.187 Y-2.18	X4.97 Y-0.942	X-5.827 Y1.726
X22.056 Y-2.364	X6.752 Y-1.094	X-7.105 Y1.611
X21.989 Y-2.442	X8.532 Y-1.292	X-7.948 Y1.523
X21.91 Y-2.508	X10.328 Y-1.538	X-8.795 Y1.422
X21.821 Y-2.56	X12.097 Y-1.829	X-9.641 Y1.315
X21.724 Y-2.595	X13.879 Y-2.17	X-10.485 Y1.194
X21.622 Y-2.614	X15.713 Y-2.571	X-11.334 Y1.064
X21.519	X18.378 Y-3.247	X-12.178 Y0.927
X21.418 Y-2.597	X20.13 Y-3.754	X-13.022 Y0.774
X21.32 Y-2.572	X21.309 Y-4.139	X-13.871 Y0.613
X21.225 Y-2.539	G03 X21.624 Y-3.921 I0.072	X-14.715 Y0.443
X20.744 Y-2.348	J0.232	X-15.561 Y0.259
X19.916 Y-2.1	G01 X21.635 Y-3.633	X-16.408 Y0.068
X19.641 Y-2.017 F350	X21.705 Y-1.908	X-17.252 Y-0.136
X16.304 Y-1.142	X21.717 Y-1.62	X-18.1 Y-0.352
X13.812 Y-0.599	G03 X21.567 Y-1.388 I-0.257	X-18.946 Y-0.575
X11.315 Y-0.149	J-0.001	X-19.79 Y-0.812
X8.818 Y0.21	G01 X21.353 Y-1.301	X-20.638 Y-1.061
X6.323 Y0.479	X21.138 Y-1.214	X-21.014 Y-1.175
X3.828 Y0.66	X20.812 Y-1.114	G03 X-21.183 Y-1.375 I0.092
X1.334 Y0.752	X19.965 Y-0.862	J-0.248
X-1.157 Y0.754	X19.121 Y-0.624	G01 X-21.22 Y-1.664
X-4.49 Y0.619	X18.273 Y-0.397	X-21.514 Y-3.983
X-7.819 Y0.33	X17.428 Y-0.178	X-21.551 Y-4.273 F175
X-10.314 Y0.007	X16.584 Y0.025	X-21.625 Y-4.852
X-11.975 Y-0.256	X15.735 Y0.221	X-21.662 Y-5.142
X-13.635 Y-0.564	X14.891 Y0.407	G03 X-21.35 Y-5.401 I0.24 J-
X-16.131 Y-1.1	X14.046 Y0.578	0.028
X-19.467 Y-1.968	X13.198 Y0.742	G01 X-21.206 Y-5.355
X-20.948 Y-2.409	X12.354 Y0.895	X-21.063 Y-5.308
G03 X-21.107 Y-2.563 I0.112	X11.507 Y1.036	X-20.49 Y-5.123
J-0.275	X10.661 Y1.169	X-19.6 Y-4.848
G01 X-21.189 Y-2.809	X9.816 Y1.29	X-19.313 Y-4.764
X-21.435 Y-3.548	X8.968 Y1.401	X-19.026 Y-4.68 F350
X-21.518 Y-3.794	X8.123 Y1.505	X-18.74 Y-4.595
G03 X-21.215 Y-4.098 I0.229	X7.279 Y1.593	X-17.864 Y-4.35
J-0.074	X6.431 Y1.675	X-16.989 Y-4.118
	X5.586 Y1.747	X-16.112 Y-3.899

X-15.225 Y-3.689	X21.643 Y-0.113	X-21.575 Y-5.241
X-14.346 Y-3.494	X21.401 Y-0.039	X-21.573 Y-5.533 F175
X-13.471 Y-3.312	X21.159 Y0.035	X-21.569 Y-6.116
X-12.596 Y-3.141	X20.299 Y0.291	X-21.567 Y-6.408
X-11.721 Y-2.981	X19.439 Y0.533	G03 X-21.29 Y-6.644 I0.241
X-10.861 Y-2.836	X18.579 Y0.764	J0.003
X-9.969 Y-2.697	X17.719 Y0.986	G01 X-21.25 Y-6.634
X-9.093 Y-2.574	X16.836 Y1.199	X-20.981 Y-6.543
X-8.218 Y-2.462	X15.999 Y1.391	X-20.121 Y-6.265
X-7.358 Y-2.363	X15.139 Y1.581	X-19.261 Y-5.999
X-6.483 Y-2.274	X14.279 Y1.755	X-18.974 Y-5.915 F350
X-5.592 Y-2.195	X13.419 Y1.922	X-18.401 Y-5.746
X-4.717 Y-2.128	X12.559 Y2.078	X-17.541 Y-5.506
X-3.857 Y-2.073	X11.699 Y2.22	X-16.681 Y-5.278
X-2.982 Y-2.028	X10.839 Y2.356	X-15.821 Y-5.063
X-2.105 Y-1.996	X9.979 Y2.479	X-14.794 Y-4.821
X-1.229 Y-1.975	X9.119 Y2.591	X-14.101 Y-4.669
X-0.354 Y-1.965	X8.259 Y2.697	X-13.241 Y-4.489
X0.536 Y-1.966	X7.399 Y2.787	X-12.381 Y-4.321
X1.411 Y-1.979	X6.539 Y2.87	X-11.521 Y-4.164
X2.271 Y-2.002	X5.679 Y2.943	X-10.661 Y-4.019
X3.146 Y-2.036	X4.819 Y3.003	X-9.801 Y-3.885
X4.021 Y-2.082	X3.959 Y3.056	X-8.941 Y-3.764
X4.899 Y-2.14	X3.099 Y3.097	X-8.081 Y-3.654
X5.774 Y-2.209	X2.239 Y3.128	X-7.221 Y-3.555
X6.649 Y-2.29	X1.379 Y3.152	X-6.361 Y-3.468
X7.524 Y-2.382	X0.519 Y3.16	X-5.501 Y-3.391
X8.4 Y-2.485	X-0.341 Y3.162	X-4.641 Y-3.325
X9.275 Y-2.599	X-1.201 Y3.154	X-3.781 Y-3.271
X10.165 Y-2.727	X-2.061 Y3.133	X-2.921 Y-3.227
X11.042 Y-2.865	X-2.921 Y3.105	X-2.061 Y-3.195
X11.902 Y-3.013	X-3.781 Y3.065	X-1.201 Y-3.175
X12.777 Y-3.174	X-4.641 Y3.015	X-0.341 Y-3.165
X13.653 Y-3.348	X-5.501 Y2.958	X0.232 Y-3.166
X14.537 Y-3.536	X-6.361 Y2.885	X0.519
X14.979 Y-3.633	X-7.221 Y2.806	X1.379 Y-3.178
X15.419 Y-3.735	X-8.081 Y2.716	X2.239 Y-3.201
X16.293 Y-3.944	X-8.941 Y2.613	X3.099 Y-3.235
X17.153 Y-4.162	X-9.801 Y2.504	X3.959 Y-3.28
X18.044 Y-4.4	X-10.661 Y2.382	X4.819 Y-3.337
X18.92 Y-4.647	X-11.521 Y2.249	X5.679 Y-3.406
X19.797 Y-4.907	X-12.381 Y2.11	X6.539 Y-3.485
X20.671 Y-5.18	X-13.241 Y1.954	X7.399 Y-3.575
X21.245 Y-5.367	X-14.101 Y1.791	X8.259 Y-3.676
G03 X21.559 Y-5.152 I0.074	X-14.961 Y1.618	X9.119 Y-3.789
J0.229	X-15.821 Y1.431	X9.979 Y-3.912
G01 X21.574 Y-4.87	X-16.681 Y1.236	X10.839 Y-4.047
X21.797 Y-0.637	X-17.541 Y1.029	X11.699 Y-4.195
X21.812 Y-0.355	X-18.401 Y0.81	X12.559 Y-4.354
X21.811 Y-0.316	X-19.261 Y0.583	X13.419 Y-4.525
X21.803 Y-0.277	X-20.129 Y0.339	X14.279 Y-4.707
X21.789 Y-0.239	X-20.981 Y0.089	X14.794 Y-4.821
X21.769 Y-0.205	X-21.438 Y-0.049	X15.139 Y-4.901
X21.744 Y-0.175	G03 X-21.608 Y-0.281 I0.072	X15.999 Y-5.107
X21.714 Y-0.149	J-0.232	X16.859 Y-5.325
X21.68 Y-0.128	G01 X-21.606 Y-0.572	X17.719 Y-5.555

X18.579 Y-5.797	X1.379 Y-3.563	X11.699 Y2.609
X19.439 Y-6.052	X2.239 Y-3.587	X10.839 Y2.744
X20.299 Y-6.32	X3.099 Y-3.621	X9.979 Y2.867
X20.975 Y-6.541	X3.959 Y-3.666	X9.597 Y2.919
X21.266 Y-6.638	X4.819 Y-3.723	X8.259 Y3.083
X21.36 Y-6.654 Z53.034	X5.679 Y-3.791	X7.399 Y3.173
X21.454 Y-6.656 Z53.069	X6.539 Y-3.871	X6.539 Y3.255
X21.547 Y-6.642 Z53.103	X7.399 Y-3.962	X5.679 Y3.328
X21.638 Y-6.615 Z53.137	X8.259 Y-4.064	X4.819 Y3.387
X21.722 Y-6.573 Z53.172	X9.119 Y-4.177	X3.959 Y3.44
G00 Z75.	X9.979 Y-4.302	X3.099 Y3.481
X-21.841 Y-6.111	X10.839 Y-4.437	X2.239 Y3.512
Z57.356	X11.699 Y-4.585	X1.379 Y3.536
G01 Z55.356 F350	X12.559 Y-4.744	X0.519 Y3.544
Z53.556 F175	X13.419 Y-4.916	X-0.341 Y3.546
X-21.693 Y-6.326	X14.279 Y-5.099	X-1.201 Y3.537
X-21.545 Y-6.541	X15.139 Y-5.294	X-2.061 Y3.517
X-21.397 Y-6.756	X15.999 Y-5.502	X-2.921 Y3.49
X-21.331 Y-6.835	X16.696 Y-5.681	X-3.781 Y3.449
X-21.252 Y-6.903	X16.859 Y-5.724	X-4.641 Y3.399
X-21.163 Y-6.956	X17.719 Y-5.964	X-5.501 Y3.342
X-21.067 Y-6.992	X18.579 Y-6.222	X-6.361 Y3.27
X-20.965 Y-7.012	X19.439 Y-6.502	X-7.221 Y3.191
X-20.861 Y-7.014	X19.551 Y-6.541	X-8.081 Y3.102
X-20.759 Y-6.998	X20.299 Y-6.815	X-8.941 Y3.
X-20.661 Y-6.964	X20.652 Y-6.96	X-9.597 Y2.919
X-20.555 Y-6.917	X20.744 Y-6.981 Z53.59	X-9.801 Y2.892
X-20.121 Y-6.747	X20.839 Y-6.988 Z53.624	X-10.661 Y2.769
X-19.551 Y-6.541	X20.933 Y-6.981 Z53.659	X-11.521 Y2.638
X-19.261 Y-6.442	X21.024 Y-6.958 Z53.693	X-12.381 Y2.498
X-18.831 Y-6.304	X21.112 Y-6.922 Z53.728	X-13.241 Y2.344
X-18.616 Y-6.235 F350	G00 Z75.	X-14.101 Y2.182
X-18.401 Y-6.166	X22.019 Y-0.521	X-14.961 Y2.009
X-17.541 Y-5.913	Z57.356	X-15.821 Y1.824
X-16.696 Y-5.681	G01 Z55.356 F350	X-16.681 Y1.631
X-15.821 Y-5.457	Z53.556 F175	X-17.541 Y1.424
X-14.961 Y-5.253	X21.849 Y-0.321	X-18.401 Y1.207
X-14.101 Y-5.06	X21.509 Y0.08	X-19.261 Y0.982
X-13.241 Y-4.88	X21.339 Y0.28	X-20.121 Y0.74
X-12.95 Y-4.821	X21.278 Y0.342	X-21.075 Y0.461
X-12.381 Y-4.711	X21.209 Y0.395	X-21.16 Y0.42 Z53.59
X-11.521 Y-4.554	X21.133 Y0.437	X-21.237 Y0.367 Z53.624
X-10.661 Y-4.408	X21.051 Y0.468	X-21.305 Y0.301 Z53.659
X-9.801 Y-4.274	X20.801 Y0.542	X-21.363 Y0.226 Z53.693
X-8.941 Y-4.151	X20.55 Y0.616	X-21.407 Y0.143 Z53.728
X-8.081 Y-4.041	X20.299 Y0.69	G00 Z75.
X-7.221 Y-3.942	X19.726 Y0.851	X22.019 Y-0.091
X-6.361 Y-3.854	X19.439 Y0.932 F350	Z57.456
X-5.501 Y-3.777	X18.579 Y1.16	G01 Z55.456 F350
X-4.641 Y-3.711	X17.719 Y1.381	Z53.656 F175
X-3.781 Y-3.656	X16.859 Y1.588	X21.797 Y0.055 F350
X-2.921 Y-3.612	X15.999 Y1.784	X21.352 Y0.346
X-2.061 Y-3.58	X15.139 Y1.973	X21.13 Y0.491
X-1.201 Y-3.559	X14.279 Y2.146	X21.053 Y0.534
X-0.341 Y-3.55	X13.419 Y2.311	X20.971 Y0.565
X0.519 Y-3.551	X12.559 Y2.468	X20.747 Y0.631

X20.523 Y0.697	G00 Z75.	X6.731 Y-3.961
X20.299 Y0.763 F175	X-17.541 Y-9.981	X7.399 Y-4.033
X19.439 Y1.005	Z57.456	X8.259 Y-4.135
X18.709 Y1.199	G01 Z55.456 F350	X9.119 Y-4.248
X17.719 Y1.453	Z53.656 F175	X9.979 Y-4.373
X17.146 Y1.592	X-17.698 Y-9.792 F350	X10.839 Y-4.509
X16.859 Y1.661 F350	X-18.011 Y-9.414	X11.699 Y-4.657
X15.999 Y1.857	X-18.167 Y-9.226	X12.571 Y-4.821
X15.139 Y2.045	X-18.235 Y-9.156	X13.419 Y-4.994
X14.279 Y2.218	X-18.313 Y-9.099 F175	X14.279 Y-5.182
X13.419 Y2.383	X-18.399 Y-9.055	X15.139 Y-5.387
X12.559 Y2.539	X-18.491 Y-9.025	X15.999 Y-5.608
X11.699 Y2.681	X-18.586 Y-9.01	X16.267 Y-5.681
X10.839 Y2.815	X-18.648 Y-9.006	X16.859 Y-5.85
X9.979 Y2.938	X-18.889 Y-8.948	X17.719 Y-6.118
X9.119 Y3.049	X-19.261 Y-8.75	X18.152 Y-6.267
X8.259 Y3.154	X-19.481 Y-8.53	X18.579 Y-6.432
X7.399 Y3.244	X-19.639 Y-8.261	X18.826 Y-6.541
X6.539 Y3.326	X-19.735 Y-7.835	X18.996 Y-6.629
X5.679 Y3.399	X-19.675 Y-7.401	X19.156 Y-6.728
X4.819 Y3.458	X-19.516 Y-7.082	X19.306 Y-6.845
X3.959 Y3.511	X-19.398 Y-6.935	X19.439 Y-6.98
X3.099 Y3.552	X-19.261 Y-6.806	X19.577 Y-7.179
X2.239 Y3.582	X-19.051 Y-6.661 F350	X19.675 Y-7.401
X1.379 Y3.606	X-18.826 Y-6.541	X19.735 Y-7.835
X0.519 Y3.614	X-18.401 Y-6.36	X19.639 Y-8.261
X-0.341 Y3.616	X-17.973 Y-6.204	X19.439 Y-8.582
X-1.201 Y3.608	X-17.541 Y-6.059	X19.068 Y-8.873
X-2.061 Y3.587	X-16.681 Y-5.798	X18.822 Y-8.969
X-2.921 Y3.56	X-16.267 Y-5.681	X18.609 Y-9.009
X-3.781 Y3.519	X-15.821 Y-5.561	X18.58 Y-9.019 Z53.667
X-4.641 Y3.47	X-14.961 Y-5.343	X18.552 Y-9.034 Z53.679
X-5.501 Y3.413	X-14.101 Y-5.142	X18.527 Y-9.053 Z53.69
X-6.361 Y3.341	X-13.241 Y-4.956	X18.506 Y-9.076 Z53.702
X-7.221 Y3.262	X-12.571 Y-4.821	X18.488 Y-9.102 Z53.713
X-8.081 Y3.172	X-11.521 Y-4.626	G00 Z75.
X-8.941 Y3.071	X-10.661 Y-4.48	X22.449 Y-2.241
X-10.096 Y2.919	X-9.801 Y-4.346	Z56.
X-10.661 Y2.836	X-8.941 Y-4.223	G01 Z54. F350
X-11.521 Y2.704	X-8.081 Y-4.112	Z52.2 F175
X-12.381 Y2.561	X-7.221 Y-4.013	G02 X22.037 Y-3.069 I-1.475
X-13.241 Y2.409	X-6.361 Y-3.925	J0.217
X-14.101 Y2.245	X-5.501 Y-3.848	G01 X21.948 Y-3.117
X-15.018 Y2.059	X-4.641 Y-3.782	X21.853 Y-3.149
X-15.821 Y1.886	X-3.781 Y-3.727	X21.753 Y-3.165
X-16.681 Y1.692	X-2.921 Y-3.683	X21.652 Y-3.164
X-17.541 Y1.488	X-2.061 Y-3.651	X21.553 Y-3.146
X-18.401 Y1.273	X-1.201 Y-3.63	X21.391 Y-3.102
X-19.261 Y1.045	X-0.341 Y-3.621	X21.23 Y-3.059
X-20.121 Y0.807	X0.519 Y-3.622	X20.907 Y-2.971
X-20.954 Y0.566	X1.379 Y-3.635	X20.763 Y-2.922
X-20.983 Y0.552 Z53.667	X2.239 Y-3.658	X20.43 Y-2.785
X-21.009 Y0.535 Z53.679	X3.099 Y-3.692	X20.158 Y-2.706
X-21.032 Y0.513 Z53.69	X3.959 Y-3.737	X19.887 Y-2.627 F350
X-21.051 Y0.488 Z53.702	X4.819 Y-3.794	X18.801 Y-2.31
X-21.066 Y0.461 Z53.713	X5.679 Y-3.862	X16.304 Y-1.666

X13.808 Y-1.119
 X11.315 Y-0.665
 X7.982 Y-0.2
 X5.492 Y0.038
 X2.998 Y0.189
 X0.504 Y0.25
 X-1.993 Y0.224
 X-4.489 Y0.108
 X-6.984 Y-0.096
 X-9.476 Y-0.389
 X-11.972 Y-0.773
 X-14.464 Y-1.251
 X-17.375 Y-1.931
 X-20.424 Y-2.776
 X-20.518 Y-2.798
 X-21.049 Y-2.901
 X-21.139 Y-2.914
 G00 Z75.
 X-22.271 Y-4.391
 Z56.
 G01 Z54. F350
 Z52.2 F175
 G02 X-21.216 Y-3.581 I2.056
 J-1.587
 G01 X-21.023 Y-3.521
 X-19.37 Y-3.006
 X-19.094 Y-2.92 F350
 X-17.252 Y-2.422
 X-15.501 Y-1.999
 X-13.72 Y-1.618
 X-11.057 Y-1.137
 X-9.227 Y-0.867
 X-6.572 Y-0.566
 X-3.909 Y-0.365
 X-2.107 Y-0.286
 X-0.141 Y-0.257
 X2.289 Y-0.293
 X4.108 Y-0.375
 X5.89 Y-0.505
 X7.651 Y-0.677
 X9.435 Y-0.896
 X11.234 Y-1.165
 X13.037 Y-1.485
 X15.709 Y-2.048
 X18.358 Y-2.714
 X20.154 Y-3.231
 X21.302 Y-3.593
 G03 X21.607 Y-3.418 I0.069
 J0.234
 G01 X21.663 Y-3.178
 X21.831 Y-2.457
 X21.887 Y-2.216
 G03 X21.707 Y-1.928 I-0.24
 J0.051
 G01 X21.515 Y-1.885
 X21.324 Y-1.841

X21.22 Y-1.813
 X21.12 Y-1.775
 X20.827 Y-1.651
 X19.963 Y-1.391
 X19.119 Y-1.153
 X18.271 Y-0.923
 X17.426 Y-0.703
 X16.582 Y-0.499
 X15.734 Y-0.301
 X14.889 Y-0.115
 X14.044 Y0.058
 X13.197 Y0.224
 X12.352 Y0.377
 X11.505 Y0.52
 X10.66 Y0.655
 X9.815 Y0.775
 X8.967 Y0.888
 X8.123 Y0.992
 X7.278 Y1.081
 X6.43 Y1.163
 X5.586 Y1.235
 X4.739 Y1.295
 X3.893 Y1.348
 X3.049 Y1.388
 X2.2 Y1.418
 X1.356 Y1.442
 X0.512 Y1.45
 X-0.336 Y1.452
 X-1.181 Y1.444
 X-2.027 Y1.423
 X-2.873 Y1.396
 X-3.717 Y1.356
 X-4.566 Y1.306
 X-5.41 Y1.25
 X-6.254 Y1.178
 X-7.103 Y1.099
 X-7.946 Y1.011
 X-9.22 Y0.855
 X-9.638 Y0.801
 X-10.484 Y0.68
 X-11.332 Y0.548
 X-12.177 Y0.409
 X-13.021 Y0.256
 X-13.869 Y0.093
 X-14.714 Y-0.077
 X-15.558 Y-0.262
 X-16.407 Y-0.456
 X-17.252 Y-0.66
 X-17.672 Y-0.768
 X-18.096 Y-0.877
 X-18.944 Y-1.104
 X-19.788 Y-1.341
 X-20.64 Y-1.594
 X-20.745 Y-1.62
 X-21.175 Y-1.706
 G03 X-21.366 Y-1.916 I0.06 J-

0.247
 G01 X-21.395 Y-2.185
 X-21.542 Y-3.532
 X-21.571 Y-3.802 F175
 X-21.63 Y-4.341
 X-21.659 Y-4.61
 G03 X-21.347 Y-4.865 I0.241
 J-0.024
 G01 X-21.202 Y-4.818
 X-21.056 Y-4.772
 X-20.474 Y-4.585
 X-19.609 Y-4.321
 X-19.391 Y-4.257
 X-19.173 Y-4.193 F350
 X-18.737 Y-4.066
 X-17.861 Y-3.823
 X-16.971 Y-3.589
 X-16.095 Y-3.371
 X-15.22 Y-3.166
 X-14.358 Y-2.976
 X-13.469 Y-2.792
 X-12.594 Y-2.623
 X-11.734 Y-2.468
 X-10.844 Y-2.318
 X-9.969 Y-2.184
 X-9.092 Y-2.06
 X-8.216 Y-1.949
 X-7.341 Y-1.85
 X-6.481 Y-1.763
 X-5.592 Y-1.684
 X-4.717 Y-1.618
 X-3.857 Y-1.564
 X-2.965 Y-1.518
 X-2.089 Y-1.486
 X-1.214 Y-1.466
 X-0.354 Y-1.456
 X0.536 Y-1.458
 X1.396 Y-1.47
 X2.271 Y-1.493
 X3.146 Y-1.527
 X4.021 Y-1.572
 X4.898 Y-1.63
 X5.773 Y-1.699
 X6.648 Y-1.779
 X7.534 Y-1.871
 X7.972 Y-1.921
 X8.402 Y-1.972
 X9.288 Y-2.087
 X10.148 Y-2.21
 X11.024 Y-2.347
 X11.901 Y-2.496
 X12.791 Y-2.66
 X13.651 Y-2.829
 X14.54 Y-3.016
 X15.416 Y-3.212
 X16.291 Y-3.419

X17.151 Y-3.635
 X18.027 Y-3.867
 X18.903 Y-4.113
 X19.793 Y-4.375
 X20.653 Y-4.641
 X21.247 Y-4.833
 G03 X21.561 Y-4.62 I0.073
 J0.23
 G01 X21.579 Y-4.333
 X21.779 Y-1.174
 X21.797 Y-0.887
 X21.796 Y-0.847
 X21.789 Y-0.808
 X21.775 Y-0.77
 X21.755 Y-0.736
 X21.73 Y-0.705
 X21.7 Y-0.679
 X21.666 Y-0.658
 X21.629 Y-0.643
 X21.433 Y-0.582
 X21.238 Y-0.521
 X20.299 Y-0.238
 X19.439 Y0.004
 X18.579 Y0.237
 X17.719 Y0.461
 X16.859 Y0.669
 X15.999 Y0.869
 X15.139 Y1.059
 X14.279 Y1.235
 X13.419 Y1.403
 X12.559 Y1.56
 X11.699 Y1.704
 X10.839 Y1.841
 X9.979 Y1.964
 X9.272 Y2.059
 X8.259 Y2.184
 X7.399 Y2.274
 X6.539 Y2.358
 X5.679 Y2.432
 X4.819 Y2.492
 X3.959 Y2.546
 X3.099 Y2.587
 X2.239 Y2.618
 X1.379 Y2.642
 X0.519 Y2.65
 X-0.341 Y2.652
 X-1.201 Y2.644
 X-2.061 Y2.623
 X-2.921 Y2.595
 X-3.781 Y2.555
 X-4.641 Y2.504
 X-5.501 Y2.447
 X-6.361 Y2.373
 X-7.221 Y2.293
 X-8.081 Y2.203
 X-9.272 Y2.059

X-9.801 Y1.99
 X-10.661 Y1.867
 X-11.521 Y1.733
 X-12.381 Y1.592
 X-13.241 Y1.436
 X-14.101 Y1.271
 X-14.961 Y1.098
 X-15.821 Y0.909
 X-16.681 Y0.712
 X-17.541 Y0.505
 X-18.401 Y0.283
 X-19.261 Y0.054
 X-20.121 Y-0.188
 X-20.981 Y-0.443
 X-21.427 Y-0.579
 G03 X-21.596 Y-0.801 I0.073
 J-0.231
 G01 X-21.605 Y-1.086
 X-21.728 Y-5.071
 X-21.736 Y-5.356 F175
 X-21.745 Y-5.641
 X-21.754 Y-5.925
 G03 X-21.475 Y-6.17 I0.241 J-0.006
 G01 X-21.438 Y-6.16
 X-21.209 Y-6.084
 X-20.981 Y-6.007
 X-20.121 Y-5.732
 X-19.261 Y-5.469
 X-18.974 Y-5.385 F350
 X-18.401 Y-5.218
 X-17.541 Y-4.979
 X-16.681 Y-4.753
 X-15.821 Y-4.539
 X-14.961 Y-4.337
 X-14.101 Y-4.148
 X-13.197 Y-3.961
 X-12.381 Y-3.803
 X-11.521 Y-3.648
 X-10.661 Y-3.504
 X-9.801 Y-3.372
 X-8.941 Y-3.25
 X-8.081 Y-3.141
 X-7.738 Y-3.101
 X-7.221 Y-3.043
 X-6.361 Y-2.957
 X-5.501 Y-2.881
 X-4.641 Y-2.816
 X-3.781 Y-2.761
 X-2.921 Y-2.718
 X-2.061 Y-2.686
 X-1.201 Y-2.666
 X-0.341 Y-2.656
 X0.519 Y-2.658
 X1.379 Y-2.67
 X2.239 Y-2.692

X3.099 Y-2.726
 X3.959 Y-2.77
 X4.819 Y-2.827
 X5.679 Y-2.895
 X6.539 Y-2.974
 X7.399 Y-3.063
 X7.738 Y-3.101
 X8.259 Y-3.164
 X9.119 Y-3.275
 X9.979 Y-3.398
 X10.839 Y-3.532
 X11.699 Y-3.679
 X12.559 Y-3.837
 X13.197 Y-3.961
 X13.419 Y-4.006
 X14.279 Y-4.187
 X15.139 Y-4.379
 X15.999 Y-4.583
 X16.859 Y-4.799
 X17.719 Y-5.027
 X18.579 Y-5.268
 X19.439 Y-5.521
 X20.299 Y-5.787
 X21.159 Y-6.066
 X21.643 Y-6.23
 X21.736 Y-6.246 Z52.234
 X21.83 Y-6.247 Z52.269
 X21.924 Y-6.233 Z52.303
 X22.014 Y-6.205 Z52.337
 X22.099 Y-6.163 Z52.372
 G00 Z75.
 X22.449 Y-3.101
 Z55.2
 G01 Z53.2 F350
 Z51.4 F175
 G03 X21.537 Y-2.374 I-1.231
 J-0.608
 G01 X21.356 Y-2.338
 X21.233 Y-2.307
 X21.114 Y-2.263
 X20.747 Y-2.105
 X19.962 Y-1.868
 X19.68 Y-1.788 F350
 X19.117 Y-1.628
 X18.269 Y-1.396
 X17.426 Y-1.176
 X16.153 Y-0.866
 X15.735 Y-0.771
 X14.888 Y-0.584
 X14.041 Y-0.408
 X13.195 Y-0.241
 X12.349 Y-0.088
 X11.93 Y-0.015
 X10.658 Y0.192
 X9.815 Y0.313
 X8.966 Y0.426

X8.122 Y0.53	X-13.467 Y-2.325	X21.159 Y-0.976
X7.277 Y0.62	X-12.607 Y-2.16	X20.299 Y-0.716
X6.429 Y0.703	X-11.733 Y-2.003	X19.439 Y-0.472
X5.585 Y0.775	X-11.294 Y-1.928	X18.579 Y-0.237
X4.738 Y0.836	X-10.851 Y-1.857	X17.719 Y-0.012
X3.893 Y0.889	X-9.968 Y-1.722	X16.273 Y0.339
X3.049 Y0.929	X-9.108 Y-1.601	X15.139 Y0.59
X2.2 Y0.96	X-8.232 Y-1.49	X14.279 Y0.768
X1.356 Y0.984	X-7.355 Y-1.391	X13.419 Y0.938
X0.512 Y0.992	X-6.466 Y-1.302	X12.559 Y1.094
X-0.336 Y0.994	X-5.606 Y-1.227	X11.951 Y1.199
X-1.18 Y0.986	X-4.731 Y-1.161	X10.839 Y1.379
X-2.027 Y0.965	X-3.856 Y-1.106	X9.979 Y1.501
X-2.873 Y0.937	X-2.981 Y-1.062	X9.119 Y1.616
X-3.718 Y0.897	X-2.105 Y-1.029	X8.259 Y1.722
X-4.138 Y0.874	X-1.229 Y-1.009	X7.399 Y1.814
X-5.411 Y0.79	X-0.354 Y-0.999	X6.539 Y1.898
X-6.254 Y0.718	X0.536 Y-1.001	X5.679 Y1.972
X-7.102 Y0.638	X1.41 Y-1.013	X4.819 Y2.033
X-7.946 Y0.55	X2.27 Y-1.035	X3.959 Y2.087
X-8.792 Y0.448	X3.145 Y-1.069	X3.099 Y2.128
X-9.639 Y0.338	X4.021 Y-1.114	X2.239 Y2.159
X-10.483 Y0.217	X4.898 Y-1.172	X1.379 Y2.184
X-11.33 Y0.084	X5.787 Y-1.242	X0.519 Y2.192
X-12.176 Y-0.056	X6.662 Y-1.321	X-0.341 Y2.194
X-13.02 Y-0.21	X7.522 Y-1.41	X-1.201 Y2.186
X-13.868 Y-0.374	X8.397 Y-1.511	X-2.061 Y2.165
X-14.712 Y-0.545	X9.287 Y-1.625	X-2.921 Y2.137
X-15.981 Y-0.825	X10.164 Y-1.75	X-3.781 Y2.096
X-17.249 Y-1.131	X11.039 Y-1.886	X-4.426 Y2.059
X-18.094 Y-1.35	X11.914 Y-2.035	X-5.501 Y1.987
X-18.942 Y-1.579	X12.789 Y-2.194	X-6.361 Y1.914
X-19.786 Y-1.817	X13.664 Y-2.365	X-7.221 Y1.832
X-20.724 Y-2.099	X14.539 Y-2.548	X-8.081 Y1.743
X-21.101 Y-2.216	X15.399 Y-2.738	X-8.941 Y1.638
G03 X-21.261 Y-2.38 I0.108 J-	X16.289 Y-2.948	X-9.801 Y1.527
0.266	X17.166 Y-3.166	X-10.661 Y1.404
G01 X-21.331 Y-2.629	X18.04 Y-3.398	X-11.521 Y1.269
X-21.471 Y-3.127	X18.914 Y-3.641	X-11.951 Y1.199
X-21.541 Y-3.376 F175	X19.778 Y-3.894	X-12.381 Y1.126
X-21.681 Y-3.874	X20.476 Y-4.108	X-13.241 Y0.97
X-21.752 Y-4.123	X21.174 Y-4.33	X-14.101 Y0.804
G03 X-21.448 Y-4.417 I0.233	G03 X21.486 Y-4.13 I0.072	X-14.961 Y0.63
J-0.063	J0.23	X-16.273 Y0.339
G01 X-21.284 Y-4.364	G01 X21.518 Y-3.855	X-17.541 Y0.034
X-21.12 Y-4.312	X21.777 Y-1.659	X-18.401 Y-0.19
X-20.463 Y-4.103	X21.809 Y-1.385	X-19.261 Y-0.422
X-19.595 Y-3.839	X21.81 Y-1.343	X-20.121 Y-0.664
X-19.376 Y-3.776	X21.805 Y-1.302	X-20.981 Y-0.922
X-19.157 Y-3.713 F350	X21.792 Y-1.263	X-21.438 Y-1.063
X-18.719 Y-3.586	X21.772 Y-1.226	G03 X-21.607 Y-1.285 I0.074
X-17.844 Y-3.346	X21.747 Y-1.193	J-0.231
X-16.984 Y-3.121	X21.716 Y-1.166	G01 X-21.616 Y-1.582
X-16.109 Y-2.904	X21.681 Y-1.143	X-21.709 Y-4.546
X-15.234 Y-2.7	X21.643 Y-1.128	X-21.719 Y-4.843 F175
X-14.357 Y-2.508	X21.401 Y-1.052	X-21.728 Y-5.139

X-21.737 Y-5.436
 G03 X-21.463 Y-5.681 I0.241
 J-0.006
 G01 X-21.422 Y-5.671
 X-21.202 Y-5.599
 X-20.981 Y-5.526
 X-20.121 Y-5.253
 X-19.261 Y-4.992
 X-19.067 Y-4.935 F350
 X-18.678 Y-4.821
 X-18.401 Y-4.743
 X-17.541 Y-4.507
 X-16.681 Y-4.282
 X-15.821 Y-4.069
 X-14.961 Y-3.868
 X-14.101 Y-3.68
 X-13.241 Y-3.504
 X-12.381 Y-3.338
 X-11.521 Y-3.184
 X-11.035 Y-3.101
 X-10.661 Y-3.042
 X-9.801 Y-2.91
 X-8.941 Y-2.789
 X-8.081 Y-2.68
 X-7.221 Y-2.583
 X-6.361 Y-2.497
 X-5.501 Y-2.422
 X-4.641 Y-2.357
 X-3.781 Y-2.304
 X-2.921 Y-2.26
 X-2.061 Y-2.228
 X-1.201 Y-2.208
 X-0.341 Y-2.199
 X0.232 Y-2.2
 X0.519
 X1.379 Y-2.212
 X2.239 Y-2.235
 X3.099 Y-2.268
 X3.959 Y-2.313
 X4.819 Y-2.369
 X5.679 Y-2.437
 X6.539 Y-2.515
 X7.399 Y-2.603
 X8.259 Y-2.703
 X9.119 Y-2.813
 X9.979 Y-2.935
 X11.035 Y-3.101
 X11.699 Y-3.215
 X12.559 Y-3.372
 X13.419 Y-3.54
 X14.279 Y-3.719
 X15.139 Y-3.91
 X15.359 Y-3.961
 X15.999 Y-4.112
 X16.859 Y-4.326
 X17.719 Y-4.554

X18.579 Y-4.793
 X19.439 Y-5.045
 X20.299 Y-5.308
 X21.159 Y-5.585
 X21.629 Y-5.741
 X21.722 Y-5.757 Z51.434
 X21.817 Y-5.758 Z51.469
 X21.91 Y-5.745 Z51.503
 X22. Y-5.717 Z51.537
 X22.085 Y-5.675 Z51.572
 G00 Z75.
 X22.449 Y-1.811
 Z54.4
 G01 Z52.4 F350
 Z50.6 F175
 G02 X22.237 Y-2.687 I-1.136
 J-0.189
 G01 X22.161 Y-2.746
 X22.076 Y-2.792
 X21.986 Y-2.823
 X21.891 Y-2.84
 X21.795 Y-2.841
 X21.7 Y-2.827
 X21.51 Y-2.784
 X21.32 Y-2.74
 X21.229 Y-2.715
 X21.139 Y-2.683
 X20.76 Y-2.53
 X19.961 Y-2.289
 X19.678 Y-2.208 F350
 X19.114 Y-2.046
 X18.267 Y-1.812
 X17.424 Y-1.592
 X16.577 Y-1.383
 X15.731 Y-1.183
 X14.887 Y-0.996
 X14.039 Y-0.819
 X13.194 Y-0.651
 X12.35 Y-0.498
 X11.502 Y-0.352
 X10.659 Y-0.216
 X9.386 Y-0.036
 X8.966 Y0.02
 X8.121 Y0.124
 X7.276 Y0.215
 X6.429 Y0.299
 X5.585 Y0.371
 X4.738 Y0.432
 X3.892 Y0.486
 X3.049 Y0.526
 X2.2 Y0.557
 X1.356 Y0.581
 X0.512 Y0.589
 X-0.336 Y0.591
 X-1.18 Y0.583
 X-2.026 Y0.562

X-2.873 Y0.534
 X-3.717 Y0.494
 X-4.564 Y0.443
 X-5.409 Y0.386
 X-6.253 Y0.314
 X-7.102 Y0.233
 X-7.946 Y0.145
 X-8.79 Y0.042
 X-9.638 Y-0.069
 X-10.482 Y-0.19
 X-11.328 Y-0.324
 X-12.175 Y-0.466
 X-13.019 Y-0.619
 X-13.867 Y-0.785
 X-14.71 Y-0.957
 X-15.555 Y-1.144
 X-16.404 Y-1.342
 X-17.248 Y-1.546
 X-18.092 Y-1.767
 X-18.94 Y-1.998
 X-19.784 Y-2.236
 X-20.751 Y-2.528
 X-21.114 Y-2.642
 G03 X-21.262 Y-2.775 I0.161
 J-0.328
 G01 X-21.355 Y-2.989 F175
 X-21.542 Y-3.417
 X-21.635 Y-3.631
 G03 X-21.342 Y-3.956 I0.221
 J-0.095
 G01 X-21.199 Y-3.91
 X-21.056 Y-3.865
 X-20.482 Y-3.684
 X-19.607 Y-3.421
 X-19.384 Y-3.357
 X-19.162 Y-3.293 F350
 X-18.717 Y-3.165
 X-17.857 Y-2.93
 X-17.419 Y-2.814
 X-16.967 Y-2.699
 X-16.107 Y-2.488
 X-15.233 Y-2.284
 X-14.356 Y-2.093
 X-13.465 Y-1.912
 X-12.605 Y-1.748
 X-11.731 Y-1.592
 X-10.856 Y-1.448
 X-9.981 Y-1.315
 X-9.107 Y-1.193
 X-8.232 Y-1.082
 X-7.354 Y-0.983
 X-6.48 Y-0.896
 X-5.59 Y-0.819
 X-4.73 Y-0.755
 X-3.856 Y-0.7
 X-2.981 Y-0.656

X-2.105 Y-0.624
 X-1.229 Y-0.604
 X-0.339 Y-0.594
 X0.536 Y-0.596
 X1.396 Y-0.607
 X2.27 Y-0.63
 X3.145 Y-0.663
 X4.021 Y-0.709
 X4.897 Y-0.766
 X5.772 Y-0.834
 X6.647 Y-0.913
 X7.532 Y-1.003
 X7.97 Y-1.052
 X8.4 Y-1.103
 X9.287 Y-1.216
 X10.147 Y-1.338
 X11.023 Y-1.474
 X11.912 Y-1.623
 X12.787 Y-1.782
 X13.663 Y-1.951
 X14.536 Y-2.133
 X15.397 Y-2.322
 X16.289 Y-2.53
 X17.149 Y-2.744
 X17.591 Y-2.859
 X18.038 Y-2.978
 X18.898 Y-3.216
 X19.774 Y-3.47
 X20.664 Y-3.741
 X21.237 Y-3.924
 G03 X21.548 Y-3.727 I0.072
 J0.23
 G01 X21.585 Y-3.454
 X21.771 Y-2.085
 X21.808 Y-1.811
 G03 X21.677 Y-1.564 I-0.241
 J0.031
 G01 X21.643 Y-1.55
 X21.401 Y-1.473
 X21.159 Y-1.397
 X20.299 Y-1.137
 X19.439 Y-0.891
 X18.579 Y-0.653
 X17.719 Y-0.429
 X16.859 Y-0.217
 X15.999 Y-0.013
 X15.139 Y0.177
 X14.366 Y0.339
 X13.419 Y0.528
 X12.559 Y0.684
 X11.699 Y0.832
 X10.839 Y0.971
 X9.979 Y1.094
 X9.209 Y1.199
 X8.259 Y1.316
 X7.399 Y1.409

X6.539 Y1.494
 X5.679 Y1.567
 X4.819 Y1.629
 X3.959 Y1.684
 X3.099 Y1.725
 X2.239 Y1.756
 X1.379 Y1.781
 X0.519 Y1.789
 X-0.341 Y1.791
 X-1.201 Y1.783
 X-2.061 Y1.761
 X-2.921 Y1.733
 X-3.781 Y1.692
 X-4.641 Y1.641
 X-5.501 Y1.582
 X-6.361 Y1.509
 X-7.221 Y1.427
 X-8.081 Y1.337
 X-9.209 Y1.199
 X-9.801 Y1.12
 X-10.661 Y0.997
 X-11.521 Y0.86
 X-12.381 Y0.717
 X-13.241 Y0.56
 X-14.101 Y0.392
 X-14.961 Y0.217
 X-15.821 Y0.027
 X-16.681 Y-0.174
 X-17.541 Y-0.382
 X-18.401 Y-0.607
 X-19.261 Y-0.841
 X-20.121 Y-1.083
 X-21.107 Y-1.381
 X-21.428 Y-1.482
 G03 X-21.596 Y-1.7 I0.075 J-0.232
 G01 X-21.609 Y-1.976
 X-21.714 Y-4.183
 X-21.727 Y-4.459 F175
 X-21.74 Y-4.735
 X-21.753 Y-5.011
 G03 X-21.475 Y-5.259 I0.241
 J-0.01
 G01 X-21.438 Y-5.25
 X-21.209 Y-5.175
 X-20.981 Y-5.099
 X-20.098 Y-4.821
 X-19.261 Y-4.569
 X-18.974 Y-4.487 F350
 X-18.401 Y-4.322
 X-17.541 Y-4.087
 X-17.063 Y-3.961
 X-16.681 Y-3.864
 X-15.821 Y-3.653
 X-14.961 Y-3.453
 X-14.101 Y-3.266

X-13.241 Y-3.09
 X-12.381 Y-2.926
 X-11.521 Y-2.773
 X-10.661 Y-2.632
 X-9.801 Y-2.501
 X-8.941 Y-2.381
 X-8.081 Y-2.272
 X-7.221 Y-2.176
 X-6.361 Y-2.09
 X-5.501 Y-2.016
 X-4.641 Y-1.951
 X-3.781 Y-1.898
 X-2.921 Y-1.855
 X-2.061 Y-1.823
 X-1.201 Y-1.803
 X-0.341 Y-1.794
 X0.232 Y-1.795
 X0.519
 X1.379 Y-1.807
 X2.239 Y-1.83
 X3.099 Y-1.862
 X3.959 Y-1.907
 X4.819 Y-1.963
 X5.679 Y-2.03
 X6.539 Y-2.108
 X7.399 Y-2.196
 X7.805 Y-2.241
 X8.259 Y-2.295
 X9.119 Y-2.404
 X9.979 Y-2.526
 X10.839 Y-2.66
 X11.699 Y-2.804
 X12.559 Y-2.96
 X13.294 Y-3.101
 X14.279 Y-3.304
 X15.139 Y-3.494
 X15.999 Y-3.695
 X16.859 Y-3.909
 X17.063 Y-3.961
 X17.719 Y-4.135
 X18.579 Y-4.372
 X19.439 Y-4.622
 X20.098 Y-4.821
 X20.299 Y-4.884
 X21.159 Y-5.158
 X21.643 Y-5.319
 X21.736 Y-5.335 Z50.634
 X21.83 Y-5.336 Z50.669
 X21.924 Y-5.321 Z50.703
 X22.014 Y-5.293 Z50.737
 X22.098 Y-5.251 Z50.772
 G00 Z75.
 X22.019 Y-3.961
 Z53.6
 G01 Z51.6 F350
 Z49.8 F175

X21.77 Y-3.931
X20.776 Y-3.809
X20.528 Y-3.779
X20.432 Y-3.759
X20.34 Y-3.724
X20.256 Y-3.674
X20.18 Y-3.612
X20.116 Y-3.538 F350
X20.065 Y-3.454
X20.028 Y-3.363
X20.006 Y-3.268
X20.001 Y-3.17
X20.002 Y-3.086
X20.003 Y-2.673
X19.536 Y-2.533
X18.266 Y-2.178
X17.423 Y-1.958
X16.575 Y-1.747
X15.73 Y-1.545
X14.886 Y-1.359
X14.038 Y-1.18
X13.193 Y-1.011
X12.35 Y-0.857
X11.501 Y-0.711
X10.657 Y-0.574
X9.812 Y-0.452
X8.965 Y-0.337
X8.121 Y-0.233
X7.275 Y-0.141
X6.428 Y-0.057
X5.585 Y0.015
X4.737 Y0.077
X3.892 Y0.131
X3.048 Y0.171
X2.2 Y0.202
X1.356 Y0.226
X0.512 Y0.235
X-0.336 Y0.237
X-1.18 Y0.229
X-2.026 Y0.207
X-2.873 Y0.179
X-3.717 Y0.139
X-4.564 Y0.088
X-5.409 Y0.03
X-6.253 Y-0.042
X-7.101 Y-0.123
X-7.945 Y-0.211
X-8.789 Y-0.315
X-9.638 Y-0.427
X-10.481 Y-0.548
X-11.327 Y-0.683
X-12.174 Y-0.825
X-13.018 Y-0.979
X-13.864 Y-1.145
X-14.711 Y-1.32
X-15.554 Y-1.506

X-16.401 Y-1.705
X-17.247 Y-1.912
X-18.091 Y-2.132
X-18.939 Y-2.365
X-19.506 Y-2.525
X-19.701 Y-2.594
X-19.816 Y-2.64
X-19.827 Y-3.118
X-19.591 Y-3.047
X-18.731 Y-2.802
X-17.842 Y-2.561
X-16.966 Y-2.335
X-16.092 Y-2.121
X-15.216 Y-1.919
X-14.339 Y-1.728
X-13.479 Y-1.554
X-12.604 Y-1.388
X-11.729 Y-1.233
X-10.855 Y-1.09
X-9.98 Y-0.958
X-9.106 Y-0.836
X-8.231 Y-0.726
X-7.354 Y-0.628
X-6.479 Y-0.541
X-6.034 Y-0.503
X-5.59 Y-0.465
X-4.73 Y-0.401
X-3.855 Y-0.346
X-2.981 Y-0.303
X-2.105 Y-0.27
X-1.214 Y-0.25
X-0.296 Y-0.241
X0.535 Y-0.242
X1.395 Y-0.254
X2.285 Y-0.277
X3.161 Y-0.31
X4.037 Y-0.356
X4.911 Y-0.413
X5.786 Y-0.481
X6.646 Y-0.558
X7.535 Y-0.648
X8.41 Y-0.748
X9.27 Y-0.857
X10.16 Y-0.983
X11.037 Y-1.119
X11.911 Y-1.265
X12.786 Y-1.422
X13.646 Y-1.588
X14.09 Y-1.679
X14.535 Y-1.771
X15.395 Y-1.959
X16.272 Y-2.164
X16.717 Y-2.273
X17.163 Y-2.384
X18.023 Y-2.609
X18.912 Y-2.853

X19.772 Y-3.101
X20.001 Y-3.17
G03 X20.182 Y-3.152 I0.067
J0.247
G01 X20.432 Y-3.021
X21.432 Y-2.494
X21.682 Y-2.362
G03 X21.68 Y-1.937 I-0.113
J0.212
G01 X21.643 Y-1.921
X21.401 Y-1.844
X21.159 Y-1.767
X20.299 Y-1.507
X19.873 Y-1.381
X18.579 Y-1.019
X17.719 Y-0.795
X16.859 Y-0.581
X15.999 Y-0.375
X15.139 Y-0.185
X14.279 Y-0.005
X13.419 Y0.168
X12.478 Y0.339
X11.699 Y0.473
X10.839 Y0.612
X9.979 Y0.736
X9.119 Y0.853
X8.259 Y0.959
X7.399 Y1.052
X6.539 Y1.138
X5.679 Y1.212
X4.819 Y1.274
X3.959 Y1.329
X3.099 Y1.37
X2.239 Y1.402
X1.379 Y1.426
X0.519 Y1.435
X-0.341 Y1.437
X-1.201 Y1.428
X-2.061 Y1.407
X-2.921 Y1.378
X-3.781 Y1.338
X-4.641 Y1.286
X-5.501 Y1.227
X-6.361 Y1.153
X-7.221 Y1.071
X-8.081 Y0.981
X-8.941 Y0.875
X-9.801 Y0.762
X-10.661 Y0.639
X-11.521 Y0.502
X-12.381 Y0.357
X-13.241 Y0.2
X-14.101 Y0.031
X-14.961 Y-0.146
X-15.821 Y-0.336
X-16.61 Y-0.521

X-17.541 Y-0.749	X10.45 Y-2.241	X-2.921 Y-1.198
X-18.401 Y-0.973	X10.839 Y-2.302	X-2.061 Y-1.167
X-19.261 Y-1.209	X11.699 Y-2.446	X-1.201 Y-1.148
X-19.873 Y-1.381	X12.559 Y-2.6	X-0.341 Y-1.138
X-20.121 Y-1.453	X13.419 Y-2.766	X0.519 Y-1.14
X-20.981 Y-1.713	X14.279 Y-2.943	X1.379 Y-1.151
X-21.438 Y-1.857	X15.139 Y-3.131	X2.239 Y-1.174
G03 X-21.605 Y-2.071 I0.076	X15.999 Y-3.332	X3.099 Y-1.207
J-0.232	X16.859 Y-3.545	X3.959 Y-1.25
G01 X-21.622 Y-2.357	X17.719 Y-3.769	X4.819 Y-1.305
X-21.708 Y-3.782	X18.42 Y-3.961	X5.801 Y-1.381
X-21.725 Y-4.068 F175	X19.439 Y-4.254	X6.539 Y-1.449
X-21.742 Y-4.353	X20.299 Y-4.514	X7.399 Y-1.536
X-21.759 Y-4.638	X21.159 Y-4.786	X8.259 Y-1.635
G03 X-21.483 Y-4.889 I0.241	X21.642 Y-4.946	X9.119 Y-1.744
J-0.013	X21.735 Y-4.961 Z49.834	X9.979 Y-1.864
G01 X-21.445 Y-4.88	X21.829 Y-4.962 Z49.869	X10.839 Y-1.995
X-21.265 Y-4.821	X21.923 Y-4.948 Z49.903	X11.699 Y-2.137
X-20.981 Y-4.728	X22.013 Y-4.919 Z49.937	X12.559 Y-2.291
X-20.121 Y-4.458	X22.097 Y-4.877 Z49.972	X13.419 Y-2.457
X-19.261 Y-4.201	G00 Z75.	X14.279 Y-2.634
X-18.981 Y-4.121 F350	X-22.271 Y-3.531	X15.139 Y-2.822
X-18.42 Y-3.961	Z52.8	X15.999 Y-3.022
X-17.541 Y-3.722	G01 Z50.8 F350	X16.331 Y-3.101
X-16.681 Y-3.5	Z49. F175	X16.859 Y-3.233
X-15.821 Y-3.29	X-22.246 Y-3.789 F350	X17.719 Y-3.456
X-15.005 Y-3.101	X-22.222 Y-4.047	X18.579 Y-3.691
X-14.101 Y-2.904	X-22.205 Y-4.143 F175	X19.439 Y-3.938
X-13.241 Y-2.73	G03 X-21.533 Y-4.583 I0.582	X20.299 Y-4.196
X-12.381 Y-2.567	J0.156	X21.159 Y-4.467
X-11.521 Y-2.415	G01 X-21.438 Y-4.561	X21.643 Y-4.627
X-10.45 Y-2.241	X-21.209 Y-4.486	G03 X21.957 Y-4.381 I0.075
X-9.801 Y-2.144	X-20.981 Y-4.411	J0.229
X-8.941 Y-2.025	X-20.121 Y-4.142	G01 X21.937 Y-4.106
X-8.081 Y-1.916	X-19.261 Y-3.884	X21.916 Y-3.83
X-7.221 Y-1.82	X-18.974 Y-3.803 F350	X21.896 Y-3.554 F175
X-6.361 Y-1.736	X-18.401 Y-3.64	X21.834 Y-2.727
X-5.501 Y-1.661	X-17.541 Y-3.408	X21.814 Y-2.452
X-4.641 Y-1.597	X-16.681 Y-3.188	X21.808 Y-2.412
X-3.781 Y-1.544	X-16.331 Y-3.101	X21.794 Y-2.373
X-2.921 Y-1.501	X-15.821 Y-2.98	X21.775 Y-2.337
X-2.061 Y-1.47	X-14.961 Y-2.782	X21.75 Y-2.306
X-1.201 Y-1.45	X-14.101 Y-2.597	X21.72 Y-2.278
X-0.341 Y-1.441	X-13.241 Y-2.422	X21.685 Y-2.257
X0.519 Y-1.442	X-12.381 Y-2.259	X21.648 Y-2.241
X1.379 Y-1.454	X-11.521 Y-2.107	X21.404 Y-2.162
X2.239 Y-1.476	X-10.661 Y-1.966	X21.159 Y-2.084
X3.099 Y-1.509	X-9.801 Y-1.837	X20.299 Y-1.824
X3.959 Y-1.553	X-8.941 Y-1.72	X20.012 Y-1.741
X4.819 Y-1.609	X-8.081 Y-1.613	X19.726 Y-1.658 F350
X5.679 Y-1.676	X-7.221 Y-1.517	X19.439 Y-1.575
X6.539 Y-1.753	X-6.361 Y-1.432	X18.579 Y-1.333
X7.399 Y-1.84	X-5.801 Y-1.381	X17.719 Y-1.109
X8.259 Y-1.939	X-5.501 Y-1.358	X16.859 Y-0.894
X9.119 Y-2.048	X-4.641 Y-1.294	X15.999 Y-0.686
X9.979 Y-2.169	X-3.781 Y-1.241	X15.139 Y-0.497

X14.279 Y-0.315	X-22.369 Y-3.846 F175	X15.139 Y-2.564
X13.419 Y-0.142	X-22.203 Y-4.003	X15.999 Y-2.763
X12.559 Y0.016	X-22.037 Y-4.161	X16.859 Y-2.973
X11.699 Y0.165	X-21.965 Y-4.219	X17.363 Y-3.101
X10.839 Y0.304	X-21.886 Y-4.265	X17.719 Y-3.195
X10.612 Y0.339	X-21.8 Y-4.299	X18.579 Y-3.429
X9.979 Y0.429	X-21.711 Y-4.319	X19.439 Y-3.674
X9.119 Y0.547	X-21.619 Y-4.325	X20.299 Y-3.932
X8.259 Y0.653	X-21.527 Y-4.317	X21.159 Y-4.203
X7.399 Y0.747	X-21.438 Y-4.296	X21.643 Y-4.362
X6.539 Y0.833	X-21.209 Y-4.221	G03 X21.957 Y-4.109 I0.074
X5.679 Y0.907	X-20.981 Y-4.147	J0.229
X4.819 Y0.97	X-20.391 Y-3.961	G01 X21.927 Y-3.828 F175
X3.959 Y1.025	X-20.121 Y-3.878	X21.838 Y-2.986
X3.099 Y1.066	X-19.261 Y-3.622	X21.808 Y-2.705
X2.239 Y1.098	X-18.974 Y-3.541 F350	X21.8 Y-2.667
X1.379 Y1.122	X-18.401 Y-3.378	X21.787 Y-2.629
X0.519 Y1.131	X-17.541 Y-3.147	X21.767 Y-2.595
X-0.341 Y1.133	X-16.681 Y-2.928	X21.742 Y-2.565
X-1.201 Y1.125	X-15.821 Y-2.72	X21.713 Y-2.538
X-2.061 Y1.103	X-14.961 Y-2.524	X21.679 Y-2.517
X-2.921 Y1.074	X-14.101 Y-2.339	X21.643 Y-2.502
X-3.781 Y1.034	X-13.629 Y-2.241	X21.401 Y-2.424
X-4.641 Y0.981	X-13.241 Y-2.166	X21.159 Y-2.346
X-5.501 Y0.922	X-12.381 Y-2.003	X20.299 Y-2.086
X-6.361 Y0.849	X-11.521 Y-1.852	X20.012 Y-2.002
X-7.221 Y0.766	X-10.661 Y-1.712	X19.726 Y-1.918 F350
X-8.081 Y0.675	X-9.801 Y-1.583	X19.439 Y-1.835
X-8.941 Y0.569	X-8.941 Y-1.465	X18.579 Y-1.593
X-9.801 Y0.455	X-8.081 Y-1.359	X17.719 Y-1.368
X-10.661 Y0.332	X-7.221 Y-1.264	X16.859 Y-1.151
X-11.521 Y0.194	X-6.361 Y-1.179	X15.999 Y-0.944
X-12.381 Y0.048	X-5.501 Y-1.105	X15.139 Y-0.753
X-13.241 Y-0.108	X-4.641 Y-1.041	X14.279 Y-0.57
X-14.101 Y-0.279	X-3.781 Y-0.988	X13.419 Y-0.397
X-14.961 Y-0.457	X-2.921 Y-0.946	X12.559 Y-0.239
X-15.821 Y-0.647	X-2.061 Y-0.915	X11.699 Y-0.089
X-16.681 Y-0.851	X-1.201 Y-0.895	X10.839 Y0.051
X-17.541 Y-1.062	X-0.341 Y-0.886	X9.979 Y0.177
X-18.401 Y-1.287	X0.519 Y-0.888	X9.119 Y0.295
X-18.751 Y-1.381	X1.379 Y-0.899	X8.259 Y0.401
X-19.261 Y-1.524	X2.239 Y-0.922	X7.399 Y0.495
X-20.121 Y-1.771	X3.099 Y-0.954	X6.539 Y0.582
X-20.981 Y-2.03	X3.959 Y-0.998	X5.679 Y0.656
X-21.44 Y-2.175	X4.819 Y-1.053	X4.819 Y0.719
X-21.524 Y-2.217 Z49.034	X5.679 Y-1.119	X3.959 Y0.775
X-21.601 Y-2.272 Z49.069	X6.539 Y-1.195	X3.099 Y0.815
X-21.668 Y-2.338 Z49.103	X7.399 Y-1.283	X2.239 Y0.848
X-21.724 Y-2.414 Z49.137	X8.259 Y-1.381	X1.379 Y0.872
X-21.768 Y-2.498 Z49.172	X9.119 Y-1.49	X0.519 Y0.881
G00 Z75.	X9.979 Y-1.609	X-0.341 Y0.883
X-22.701 Y-3.531	X10.839 Y-1.74	X-1.201 Y0.874
Z52.	X11.699 Y-1.881	X-2.061 Y0.853
G01 Z50. F350	X12.559 Y-2.035	X-2.921 Y0.824
Z48.2 F175	X13.629 Y-2.241	X-3.781 Y0.783
X-22.535 Y-3.688 F350	X14.279 Y-2.376	X-4.641 Y0.731

X-5.501 Y0.671	X7.399 Y0.288	X-12.381 Y-1.796
X-6.361 Y0.597	X6.906 Y0.339	X-11.521 Y-1.645
X-7.221 Y0.514	X6.539 Y0.375	X-10.661 Y-1.505
X-8.081 Y0.423	X5.679 Y0.448	X-9.801 Y-1.376
X-8.941 Y0.317	X4.819 Y0.512	X-8.941 Y-1.259
X-9.801 Y0.202	X3.959 Y0.568	X-8.081 Y-1.153
X-10.661 Y0.079	X3.099 Y0.608	X-7.221 Y-1.058
X-11.521 Y-0.06	X2.239 Y0.641	X-6.361 Y-0.974
X-12.381 Y-0.206	X1.379 Y0.665	X-5.501 Y-0.9
X-13.241 Y-0.363	X0.519 Y0.674	X-4.641 Y-0.836
X-14.101 Y-0.534	X-0.341 Y0.676	X-3.781 Y-0.784
X-14.961 Y-0.713	X-1.201 Y0.668	X-2.921 Y-0.741
X-15.821 Y-0.903	X-2.061 Y0.646	X-2.061 Y-0.711
X-16.681 Y-1.108	X-2.921 Y0.617	X-1.201 Y-0.691
X-17.541 Y-1.321	X-3.781 Y0.576	X-0.341 Y-0.682
X-18.401 Y-1.546	X-4.641 Y0.523	X-0.054
X-19.261 Y-1.784	X-5.501 Y0.463	X0.519 Y-0.683
X-20.121 Y-2.032	X-6.361 Y0.39	X1.379 Y-0.695
X-20.981 Y-2.292	X-6.906 Y0.339	X2.239 Y-0.717
X-21.438 Y-2.437	X-8.081 Y0.215	X3.099 Y-0.75
X-21.522 Y-2.48 Z48.234	X-8.941 Y0.109	X3.959 Y-0.793
X-21.599 Y-2.535 Z48.269	X-9.801 Y-0.007	X4.819 Y-0.848
X-21.666 Y-2.601 Z48.303	X-10.661 Y-0.13	X5.679 Y-0.914
X-21.722 Y-2.678 Z48.337	X-11.521 Y-0.269	X6.539 Y-0.99
X-21.765 Y-2.762 Z48.372	X-12.381 Y-0.417	X7.399 Y-1.077
G00 Z75.	X-13.241 Y-0.573	X8.259 Y-1.175
X22.879 Y-3.961	X-14.101 Y-0.745	X9.119 Y-1.283
Z51.2	X-14.961 Y-0.925	X9.835 Y-1.381
G01 Z49.2 F350	X-15.821 Y-1.115	X10.839 Y-1.533
Z47.4 F175	X-16.931 Y-1.381	X11.699 Y-1.674
X22.684 Y-3.746	X-17.541 Y-1.535	X12.559 Y-1.828
X22.098 Y-3.102	X-18.401 Y-1.759	X13.419 Y-1.992
X21.903 Y-2.887	X-19.261 Y-1.999	X14.63 Y-2.241
X21.826 Y-2.816	X-20.098 Y-2.241	X15.139 Y-2.355
X21.739 Y-2.76	X-20.981 Y-2.508	X15.999 Y-2.553
X21.643 Y-2.719	X-21.438 Y-2.654	X16.859 Y-2.762
X21.401 Y-2.641	G03 X-21.602 Y-2.848 I0.077	X17.719 Y-2.984
X21.159 Y-2.563	J-0.232	X18.156 Y-3.101
X20.098 Y-2.241	G01 X-21.638 Y-3.09 F175	X18.579 Y-3.216
X19.878 Y-2.177	X-21.709 Y-3.574	X19.439 Y-3.461
X19.659 Y-2.113 F350	X-21.744 Y-3.816	X20.299 Y-3.718
X19.439 Y-2.049	G03 X-21.472 Y-4.088 I0.238	X21.159 Y-3.988
X18.579 Y-1.807	J-0.034	X21.643 Y-4.147
X17.719 Y-1.581	G01 X-21.432 Y-4.079	X21.736 Y-4.162 Z47.434
X16.931 Y-1.381	X-21.252 Y-4.02	X21.83 Y-4.163 Z47.469
X15.999 Y-1.156	X-21.072 Y-3.961	X21.924 Y-4.148 Z47.503
X15.139 Y-0.964	X-20.121 Y-3.665	X22.014 Y-4.119 Z47.537
X14.279 Y-0.781	X-19.261 Y-3.41	X22.098 Y-4.077 Z47.572
X13.419 Y-0.608	X-18.974 Y-3.329 F350	G00 Z75.
X12.956 Y-0.521	X-18.401 Y-3.167	X-22.701 Y-3.531
X12.559 Y-0.449	X-17.541 Y-2.936	Z50.4
X11.699 Y-0.298	X-16.681 Y-2.717	G01 Z48.4 F350
X10.839 Y-0.159	X-15.821 Y-2.51	Z46.6 F175
X9.979 Y-0.032	X-14.63 Y-2.241	X-22.491 Y-3.621 F350
X9.119 Y0.087	X-14.101 Y-2.131	X-22.282 Y-3.711 F175
X8.259 Y0.193	X-13.241 Y-1.958	X-22.072 Y-3.802

X-21.862 Y-3.892	X19.439 Y-3.292	X-20.981 Y-2.675
X-21.781 Y-3.92	X20.299 Y-3.552	X-21.438 Y-2.822
X-21.696 Y-3.936	X21.159 Y-3.821	X-21.522 Y-2.865 Z46.634
X-21.61 Y-3.94	X22.019 Y-4.099	X-21.599 Y-2.92 Z46.669
X-21.525 Y-3.932	X22.609 Y-4.302	X-21.666 Y-2.987 Z46.703
X-21.441 Y-3.912	Y-3.207	X-21.721 Y-3.063 Z46.737
X-21.211 Y-3.837	X22.301 Y-3.101	X-21.765 Y-3.147 Z46.772
X-20.981 Y-3.763	X21.159 Y-2.732	G00 Z75.
X-20.121 Y-3.498	X20.299 Y-2.47	X-22.271 Y-3.961
X-19.261 Y-3.242	X19.528 Y-2.241	Z49.6
X-18.974 Y-3.161 F350	X18.579 Y-1.974	G01 Z47.6 F350
X-18.401 Y-3.	X17.719 Y-1.747	Z45.8 F175
X-17.541 Y-2.771	X16.859 Y-1.529	X-22.002 Y-3.887
X-16.681 Y-2.551	X15.999 Y-1.322	X-21.732 Y-3.812
X-15.821 Y-2.344	X15.139 Y-1.129	X-21.463 Y-3.738
X-15.371 Y-2.241	X14.279 Y-0.945	X-21.438 Y-3.731
X-14.961 Y-2.15	X13.419 Y-0.772	X-21.209 Y-3.657
X-14.101 Y-1.965	X12.057 Y-0.521	X-20.981 Y-3.583
X-13.241 Y-1.792	X11.699 Y-0.461	X-20.121 Y-3.319
X-12.381 Y-1.633	X10.839 Y-0.321	X-19.391 Y-3.101
X-11.521 Y-1.481	X9.979 Y-0.194	X-19.144 Y-3.031 F350
X-10.661 Y-1.342	X9.119 Y-0.075	X-18.401 Y-2.822
X-9.801 Y-1.215	X8.259 Y0.031	X-17.541 Y-2.594
X-8.941 Y-1.097	X7.399 Y0.126	X-16.681 Y-2.375
X-8.081 Y-0.991	X6.539 Y0.214	X-15.821 Y-2.168
X-7.221 Y-0.897	X5.679 Y0.287	X-14.961 Y-1.975
X-6.361 Y-0.811	X4.994 Y0.339	X-14.101 Y-1.791
X-5.501 Y-0.737	X3.959 Y0.407	X-13.241 Y-1.618
X-4.641 Y-0.676	X3.099 Y0.448	X-11.953 Y-1.381
X-3.781 Y-0.622	X2.239 Y0.48	X-11.521 Y-1.308
X-2.921 Y-0.581	X1.379 Y0.505	X-10.661 Y-1.168
X-2.061 Y-0.551	X0.519 Y0.514	X-9.801 Y-1.042
X-1.201 Y-0.529	X-0.341 Y0.515	X-8.941 Y-0.925
X-0.341 Y-0.521	X-1.201 Y0.507	X-8.081 Y-0.818
X0.376	X-2.061 Y0.485	X-7.221 Y-0.725
X1.379 Y-0.532	X-2.921 Y0.456	X-6.361 Y-0.639
X2.239 Y-0.556	X-3.781 Y0.415	X-5.501 Y-0.566
X3.099 Y-0.589	X-4.994 Y0.339	X-4.894 Y-0.521
X3.959 Y-0.631	X-5.501 Y0.302	X-3.781 Y-0.45
X4.819 Y-0.688	X-6.361 Y0.229	X-2.921 Y-0.41
X5.679 Y-0.753	X-7.221 Y0.145	X-2.061 Y-0.38
X6.539 Y-0.826	X-8.081 Y0.053	X-1.201 Y-0.358
X7.399 Y-0.915	X-8.941 Y-0.053	X-0.341 Y-0.35
X8.259 Y-1.013	X-9.801 Y-0.169	X0.519 Y-0.351
X9.119 Y-1.119	X-10.661 Y-0.292	X1.379 Y-0.361
X9.979 Y-1.241	X-11.521 Y-0.432	X2.239 Y-0.385
X10.839 Y-1.371	X-12.057 Y-0.521	X3.099 Y-0.418
X11.699 Y-1.51	X-13.241 Y-0.736	X3.959 Y-0.459
X12.559 Y-1.665	X-14.101 Y-0.909	X4.894 Y-0.521
X13.419 Y-1.828	X-14.961 Y-1.09	X5.679 Y-0.581
X14.279 Y-2.001	X-15.821 Y-1.28	X6.539 Y-0.654
X15.371 Y-2.241	X-16.681 Y-1.486	X7.399 Y-0.743
X15.999 Y-2.387	X-17.541 Y-1.701	X8.259 Y-0.84
X16.859 Y-2.594	X-18.401 Y-1.925	X9.119 Y-0.947
X17.719 Y-2.818	X-19.528 Y-2.241	X9.979 Y-1.068
X18.579 Y-3.05	X-20.121 Y-2.416	X10.839 Y-1.197

X11.699 Y-1.337
X11.953 Y-1.381
X12.559 Y-1.491
X13.419 Y-1.654
X14.279 Y-1.827
X15.139 Y-2.015
X15.999 Y-2.211
X16.859 Y-2.418
X17.719 Y-2.641
X18.579 Y-2.872
X19.439 Y-3.114
X20.299 Y-3.373
X21.159 Y-3.641
X22.019 Y-3.918
X22.609 Y-4.12
Y-3.384
X21.756 Y-3.101
X21.159 Y-2.911
X20.299 Y-2.646
X19.439 Y-2.392
X18.91 Y-2.241
X17.719 Y-1.921
X16.859 Y-1.703
X15.999 Y-1.496
X15.496 Y-1.381
X15.139 Y-1.3
X14.279 Y-1.116
X13.419 Y-0.944
X12.559 Y-0.783
X11.699 Y-0.633
X11.015 Y-0.521
X9.979 Y-0.365
X9.119 Y-0.247
X8.259 Y-0.14
X7.399 Y-0.043
X6.539 Y0.043
X5.679 Y0.118
X4.819 Y0.183
X3.959 Y0.236
X3.099 Y0.279
X2.239 Y0.311
X1.379 Y0.333
X1.097 Y0.339
X0.519 Y0.345
X-0.341 Y0.346
X-1.094 Y0.339
X-2.061 Y0.317
X-2.921 Y0.287
X-3.781 Y0.246
X-4.641 Y0.194
X-5.501 Y0.132
X-6.361 Y0.059
X-7.221 Y-0.025
X-8.081 Y-0.119
X-8.941 Y-0.224
X-9.801 Y-0.339

X-10.661 Y-0.465
X-11.015 Y-0.521
X-11.521 Y-0.602
X-12.381 Y-0.75
X-13.241 Y-0.91
X-14.101 Y-1.08
X-14.961 Y-1.262
X-15.821 Y-1.455
X-16.681 Y-1.66
X-17.541 Y-1.875
X-18.401 Y-2.103
X-18.91 Y-2.241
X-20.121 Y-2.592
X-20.981 Y-2.854
X-21.441 Y-3.001
X-21.526 Y-3.043 Z45.834
X-21.602 Y-3.098 Z45.869
X-21.67 Y-3.165 Z45.903
X-21.726 Y-3.241 Z45.937
X-21.769 Y-3.325 Z45.972
G00 Z75.
G05 P0
G91G28Z0
G49
M06 T18 (4 MODÜL
PİNYON PROFİL FREZESİ)
G90 G80 G00 G17 G40
G43 H18 Z75. S3400 M03
G05 P10000
X23.366 Y-3.965 M08
Z65.
Z45.992
G01 Z44.992 F150
X22.898 Y-3.801
X22.428 Y-3.64
X21.958 Y-3.483
X21.486 Y-3.329
X21.014 Y-3.179
X20.54 Y-3.031
X20.065 Y-2.887
X19.588 Y-2.747
X19.112 Y-2.61
X18.634 Y-2.476
X18.155 Y-2.345
X17.674 Y-2.218
X17.194 Y-2.095
X16.713 Y-1.974
X16.23 Y-1.858
X15.747 Y-1.744
X15.263 Y-1.634
X14.779 Y-1.528
X14.293 Y-1.425
X13.806 Y-1.325
X13.32 Y-1.229
X12.832 Y-1.136
X12.344 Y-1.047

X11.854 Y-0.961
X11.365 Y-0.879
X10.876 Y-0.8
X10.385 Y-0.725
X9.893 Y-0.653
X9.402 Y-0.584
X8.91 Y-0.519
X8.417 Y-0.458
X7.924 Y-0.4
X7.431 Y-0.346
X6.938 Y-0.295
X6.443 Y-0.247
X5.949 Y-0.203
X5.454 Y-0.163
X4.959 Y-0.126
X4.464 Y-0.092
X3.968 Y-0.063
X3.473 Y-0.036
X2.977 Y-0.013
X2.481 Y0.006
X1.985 Y0.022
X1.489 Y0.034
X0.993 Y0.043
X0.496 Y0.048
X0.0 Y0.05
X-0.496 Y0.048
X-0.993 Y0.043
X-1.489 Y0.034
X-1.985 Y0.022
X-2.481 Y0.006
X-2.977 Y-0.013
X-3.473 Y-0.036
X-3.968 Y-0.063
X-4.464 Y-0.092
X-4.959 Y-0.126
X-5.454 Y-0.163
X-5.949 Y-0.203
X-6.443 Y-0.247
X-6.938 Y-0.295
X-7.431 Y-0.346
X-7.924 Y-0.4
X-8.417 Y-0.458
X-8.91 Y-0.519
X-9.402 Y-0.584
X-9.893 Y-0.653
X-10.385 Y-0.725
X-10.876 Y-0.8
X-11.365 Y-0.879
X-11.854 Y-0.961
X-12.344 Y-1.047
X-12.832 Y-1.136
X-13.32 Y-1.229
X-13.806 Y-1.325
X-14.293 Y-1.425
X-14.779 Y-1.528
X-15.263 Y-1.634

X-15.747 Y-1.744	X-7.431 Y-0.446	X18.634 Y-2.576
X-16.23 Y-1.858	X-6.938 Y-0.395	X19.112 Y-2.71
X-16.713 Y-1.974	X-6.443 Y-0.347	X19.588 Y-2.847
X-17.194 Y-2.095	X-5.949 Y-0.303	X20.065 Y-2.987
X-17.674 Y-2.218	X-5.454 Y-0.263	X20.54 Y-3.131
X-18.155 Y-2.345	X-4.959 Y-0.226	X21.014 Y-3.279
X-18.634 Y-2.476	X-4.464 Y-0.192	X21.486 Y-3.429
X-19.112 Y-2.61	X-3.968 Y-0.163	X21.959 Y-3.583
X-19.588 Y-2.747	X-3.473 Y-0.136	X22.43 Y-3.741
X-20.065 Y-2.887	X-2.977 Y-0.113	X22.899 Y-3.901
X-20.54 Y-3.031	X-2.481 Y-0.094	X23.351 Y-4.06
X-21.014 Y-3.179	X-1.985 Y-0.078	G00 Z65.
X-21.486 Y-3.329	X-1.489 Y-0.066	G05 P0
X-21.959 Y-3.483	X-0.993 Y-0.057	G91G28Z0
X-22.43 Y-3.641	X-0.496 Y-0.052	G49
X-22.899 Y-3.801	X0.0 Y-0.05	G91G10L2P0B14.400
X-23.366 Y-3.965	X0.496 Y-0.052	G90G58
G00 Z65.	X0.993 Y-0.057	M99
X-23.351 Y-4.06 M08	X1.489 Y-0.066	%
Z45.992	X1.985 Y-0.078	
G01 Z44.992 F150	X2.481 Y-0.094	
X-22.898 Y-3.901	X2.977 Y-0.113	
X-22.428 Y-3.74	X3.473 Y-0.136	
X-21.958 Y-3.583	X3.968 Y-0.163	
X-21.486 Y-3.429	X4.464 Y-0.192	
X-21.014 Y-3.279	X4.959 Y-0.226	
X-20.54 Y-3.131	X5.454 Y-0.263	
X-20.065 Y-2.987	X5.949 Y-0.303	
X-19.588 Y-2.847	X6.443 Y-0.347	
X-19.112 Y-2.71	X6.938 Y-0.395	
X-18.634 Y-2.576	X7.431 Y-0.446	
X-18.155 Y-2.445	X7.924 Y-0.5	
X-17.674 Y-2.318	X8.417 Y-0.558	
X-17.194 Y-2.195	X8.91 Y-0.619	
X-16.713 Y-2.074	X9.402 Y-0.684	
X-16.23 Y-1.958	X9.893 Y-0.753	
X-15.747 Y-1.844	X10.385 Y-0.825	
X-15.263 Y-1.734	X10.876 Y-0.9	
X-14.779 Y-1.628	X11.365 Y-0.979	
X-14.293 Y-1.525	X11.854 Y-1.061	
X-13.806 Y-1.425	X12.344 Y-1.147	
X-13.32 Y-1.329	X12.832 Y-1.236	
X-12.832 Y-1.236	X13.32 Y-1.329	
X-12.344 Y-1.147	X13.806 Y-1.425	
X-11.854 Y-1.061	X14.293 Y-1.525	
X-11.365 Y-0.979	X14.779 Y-1.628	
X-10.876 Y-0.9	X15.263 Y-1.734	
X-10.385 Y-0.825	X15.747 Y-1.844	
X-9.893 Y-0.753	X16.23 Y-1.958	
X-9.402 Y-0.684	X16.713 Y-2.074	
X-8.91 Y-0.619	X17.194 Y-2.195	
X-8.417 Y-0.558	X17.674 Y-2.318	
X-7.924 Y-0.5	X18.155 Y-2.445	

8. KAYNAKLAR

- [1] Kurbanoglu C.,2006, ‘Makine Elemanları’, Nobel Yayın Dağıtım,Ankara.
- [2] İleri H.,1963, ‘Makina Elemanları Hesabı’, İstanbul Teknik Üniversitesi Kütüphanesi,sayı:721,pp.793-795.
- [3] Laurantia A., Gabriel A., Epureanu A., Oancea N., Walton D.,2002, ‘NumericalSimulationandGeneration of CurvedFaceWidthGears’, International Journal of Machine Tools andManufacture ,42,1-6.
- [4] Laurantia A., Gabriel A., Alexandru E., Iulian G.B., 2005, ‘SynthesisandAnalysıs of PlasticCurvedFacewidthSpurGears’, TheAnnals of Universty of GalatiFascicle VIII, ISSN1221-4590,TRIBOLOGY.
- [5] Bryan N.V., Douglas W., Laurentia A., Gabriel A.,2002, ‘Non-StandardCylindricalGears’, International Conference on Gears,Germany, VDI report1665,Vol.1,pp.311-326.
- [6] Laurantia A., Douglas W., Epureanu A., Gabriel A.,2003, ‘ExperimentalAssessment of PlasticCurvedFaceWidthSpurGearsBehaviour’, TheAnnals of Universty of GalatiFascicle VIII, ISSN1221-4590,TRIBOLOGY.
- [7] Laurantia A., Douglas W., Gabriel A., Elena M., 2004, ‘Influence of Non-StandardGeometry of Plastic Gear on SlidingVelocities’, TheAnnals of Universty of GalatiFascicle VIII, ISSN1221-4590,TRIBOLOGY.
- [8] Laurantia A., Gabriel A., Douglas W., 2006, ‘Optimisation of TheToothFlankGeometryforNon-StandardSpur Gear’, TheAnnals of Universty of GalatiFascicle VIII, ISSN1221-4590,TRIBOLOGY.
- [9] http://www.guven-kutay.ch/disililer/12_05_disililerin_uretimi.pdf, Ağustos 2010
- [10] Özel C., İnan A., Özler L.,2005 ‘An Investigation On Manufacturing Of The Straight Bevel Gear Using End Mill By CNC Milling Machine’ Journal of Manufacturing Science and Engineering, Transaction of the ASME.127:503-511.
- [11] Özel C., 2011, ‘Resarch of Production Times and Cutting of the Spur Gears by End Mill in CNC Milling Machine’ Int. J AdvManufTechnol DOI 10.1007/s00170-010-2943-5.

- [12] Talon JLH., Ortega JCC., Gomez CL., Sancho ER., and Olmos EF.,2010, 'Manufacture Of A Spur Tooth Gear In Ti-6Al-4V Alloy By Electrical Discharge' Computer-Aided Design, 42:221-230.
- [13] Das AK., 1999, 'Technological Heredity in Spur Gear Manufacturing' J Mate Process Technol 91:66-74
- [14] Chang SL., Tsay CB., Nagata S., 1997, 'A General Mathematical Model For Gear Generated By CNC Hobbing Machine' Trans ASME J MechDesh 119:108-113
- [15] Abler J., Felten K., Kobialka C., Lierse T., Mundt A., Promp J., Sulzer G.,2004, 'Gear Cutting Technology, Practice Hand Book' Liebherr GmbH, Kempten.
- [16] Bashkirov VN., Serova AA., 1984, 'Computer Aided Calculation of the Chip Section in Spur Gear Hobbing' Soviet Engineering Research 6:69-71
- [17] Bossi O., Miletto A.,1988, 'Gear Shaving Center for FMS' Robotics & Computer Integrated Manufacturing 4(1/2):149-154
- [18] Klocke F., Schroeder T., 2003, 'Gear Shaving-Simulation and Technological Studies' Processing of the Design Engineering Technical Conferences, Chicago, USA.
- [19] Litvin LF., Fan Q., Vecchiato D., Degemnego A., Handschuh FR., Sep MT., 2001, 'Computerized Genetation and Simulation of Meshing of Modified Spur and Helical Gears Manufactured by Shaving' Computer methods in applied mechanics and engineering 190:5037-5055
- [20] Kawasaki K., Shinma K., 2009, 'Accuracy Measurement and Evaluation of Straight Bevel Gear Manufactured by End Mill Using CNC Milling Machine' Trans ASME J Mech Des 131:011001-011008
- [21] Kawasaki K., Shinma K., 2007, 'Accuracy of Straight Bevel Gear by End Mill Using CNC Milling Machine' ASME int des eng tech conf/computinfengconf 7:767-774, 2008
- [22] Kawasaki K., Shinma K., 2008, 'Design and Manufacture of Straight Bevel Gear for Precision Forging Die by Direct Milling' Mach scitechnol 12:170-182
- [23] Kawasaki K., Shinma K., 2006, 'Direct Milling of Straight Bevel Gear for Precision Forging Die' Of 8th international conference on progress of machining technology proceedings. Pp 325-328
- [24] Fetvacı C., 2005, "Sınıflandırma ve İmal Metotları", İstanbul Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümü, İstanbul.

- [25] Tsay CB., Liu WY., Yi-Chen C., 2000 ‘Spur Gear Generation by Shaper Cutter’ J Matter Process Technol 104:271-279
- [26] Hefeng B., Savage M., Knorr RJ., 1985, ‘Computer Modelling of Rack- Generated Spur Gears’ Mech Mach Theory 20(4):351-360
- [27] Kim JD, Kim DS.,1997, ‘Development of Software for the Design a Pinion Cutter’, j matter process technol 68:76-82
- [28] Özdemir A., Tekiner T., Turgut M., 2006, ‘CATIA V5R15 ile Modelleme ‘ Ankara’
- [29] Utanır İ.,2007, ‘CATIA Ortamında Makine Elemanları ile Tasarımda Otomasyon’ Gazi Üniversitesi, Doktora Tezi, Ankara.
- [30] http://gtrebaol.free.fr/doc/catia/spur_gear.html
- [31] <http://www.edstechnologies.com/training/DESIGNING-GEAR-IN-CATIA-V5.pdf>
- [32] Ozel C., 2003, ‘DüzKonikDişlilerinBilgisayarDestekliSayısalDenetimliFrezeTezgahlarındaİmalatOlanaklarınınİncelenmesi’ MalzemeBilimiveÜretimYöntemleriSempozyumu.
- [33] Vijayakar SM., Sarkar DR., Hauser DR., 1988, ‘Gear Tooth Profile Determination from Arbitrary Rack Geometry’ Gear Technol 5(6):18-30
- [34] Chang SL 1996 ‘Gear HobbingSimilation of CNC Gear Hobbing Machines, Dissertation for Doctoral Degree, National Chaio Tung University, Hsinchu, Taiwan’
- [35] Sandeep M., Snaka VB., Hauser 1988 ‘Tooth Profile Determination From Arbitrary Rack Geometry’ Gear Technol 18-30.
- [36] Huston RL., Mavriplis D., Oswald FB.,1989, ‘Computer Aided Design of Spur Gear Teeth’ 5th ASME International Power Transmission and Gearing Conference, 539-545
- [37] Juvinall RC., Marshek KM., 1991, ‘Fundamentals of Machine Component Design’, 2nd ed.(Copyright© , 1991, by Jhon Wily & Sons, Inc)
- [38] Pıhtılı H., Ozel C. veÜzerKh., 2005, ‘RuloluManşonluveBurçluZincirlerinDişliÇarklarınınCatia İle Tasarımive CNC KodlarınınTüretilmesi’ 4.international Advented technologies Symposium, Konya/Türkiye, pp.604-609, september.
- [39] Tamura H., Liu Z., 1997, ‘Measurement of Helical Gear Using Coordinate Measuring Machine’ J jpnsocmecheng 63:252-258

- [40] Suhunmugam M., Narayana S., Jayapraksh V., 1998, 'Establishing Gear Tooth Surface Geometry and Normal Deviation': part 1- cylindrical gears. J Mech Mach Theory 33(5):517-524
- [41] Suh SH., Lee S., Kim HC., CHO JH., 2002, 'Geometric Error Measurement of Sipiral Bevel Gears Using A Virtual Gear Model For STEP-NC. Mach tools manuf 42:335-342
- [42] Ming-Haung T., Shengfeng L., Ying-Chien T., 1998, 'Diagnoses of the Operational Errors Of A Threaded-Wheel Grinder In The Grinding Of Spur Gears Kinematic Transmission Errors' J mater process technol 75:190-197
- [43] Litvin FL., et al, 1995, 'Computerized Simulation af Transmission Errors and Shift of Bearing Contact For Face-Milled Hypoind Gear Drive' J Mech Des 117(2):262-268
- [44] Uematsu S., 2002, 'Effects of Variation of Angular Velocity in Gear Rollinh Process on Profile Error' Precision engineering. J intsoc précis eng nanotechnology 26:425-429
- [45] Li S., 2007, 'Effects of Machining Errors', Assembly Errors And Tooth Modifications On Loading Capacity Loaded-Sharing Ratio And Transmission Error of a Pair of Spur Gears' Mechmach theory 42:698-726
- [46] R. J. Drago J. W., Lenski RH., Spencer M., Oswald F.,1993, 'The Relative Noise Levels of Parallel Axis Gear Sets With Various Contact Ratios And Gear Tooth Forms.' AGMA Paper 93FTM1. VA.
- [47] Smith R.E., Laskin I., 1996, 'Noise Reduction In Plastic and Powder Metal Gear Sets.' Gear Technology, Vol. 13, No. 4, July/August, p. 18-23.
- [48] Du Wayne P., 1996, 'Gear Noise as a Result Of Nicks, Burrs And Scale-What Can Be Done' Gear Technology, Vol. 13, No. 4, July/August, p. 26-28.
- [49] ANSWAGMA 6025-D98, 1998, 'Sound for Enclosed Helical, Herringbone and Spiral Bevel Gear Drives' American Gear Manufacturers Association', VA.
- [50] Welbourn D.B.,1979, 'Fundemental Knowledge of Gear Noise a Survey' Proc. Noise and vib.Eng. and Trans.,UK.
- [51] Sellgren U., Akerblom M.,2005, ' A Model-Based Design Study of Gearbox-Induced Noise' NAFEMS seminar-FEA.CFD,MBS. Othenburg Sweden
- [52] Litvin FL.,1995, 'Computerized Design and Generation of Low-Noise Helical Gears With Modified Surface Topology' J Mech Des 116(3):738-774

- [53] Karpat F., 2005, 'AsimetrikEvolvent Diş Sahip Düz Dişli Çarkların Analizi', Uludağ. Üniversitesi Fen Bilimleri Entitüsü, Doktora Tezi.
- [54] Umezaki Y., Ariura Y., 1999, 'An Application of Numerical Analysis of Hobbing to Hob Wear Cutting Force and Gear Tooth Topography' proceedings of the 4th world congress on gearing and power transmission Paris, France.
- [55] Weck M., Hurasky-Schoenwerth O., Winter W., 2000, 'Manufacturing Simulation for the Analysis of the Gear Hobbing Process' proceeding of the international conference on gears vo 1665, VDI-Berichte, muenchenreihe, 145-158
- [56] Weck M., Klocke F., Winter W., Winkel O., 2003, 'Analysis of Gear Hobbing Processes by Manufacturing Simulation' prudiction engineering WGP-Annalen 10/1(55-58):156
- [57] Wei Z., 2004, 'Stresses and Deformation in Involute Spur Gears by Finite Element Method'. *phD Thesis*, university of Saskatchewan.
- [58] Alexander L., Kapelevich and Yuriy V. Shekhtman ,2003, 'Direct Gear Design: Bending Stress Minimization' gear techonology.
- [59] Karpat F., Ekwaro-Osire S., Cavdar K., Babalık FC., 2008, 'Dynamic Analysis of Involute Spur Gears With Asymmetric Teeth' international journal of mechanical sciences 50 1598-1610.
- [60] Cănanău S., 2003, '3d Contact Stress Analysis for Spur Gears' National Tribology Conference' Fascicle VIII
- [61] Çelik M., 1999, 'Comparison of Three Teeth and Whole Body Models in Spur Gear Analysis' mechanism and machine theory 34 1227-1235.
- [62] Li S., 2008, 'Effect of Addendum on Contact Strength, Bending Strength and Basic Performance Parameters of a Pair of Spur Gears', Mechanism and Machine Theory, 43(12) 1557-1584.
- [63] Chen Y., Tsay C., 2002 'Stress Analysis of a Helical Gear Set With Localized Bearing Contact' Finite Elements In Analysis and Design, 38, 707-723
- [64] Jianfeng L., Zhun Z., Lin J., Shouyou W.,1998, 'Finite Element Analysis of Cylindrical Gears' Communications in Numerical Methods in Engineering, 14,963-975, (1998).
- [65] Ramamurti V., Vijayendra NH., Sujatha C., 1998, 'Static and Dynamic Analysis Of Spur and Bevel Gears Using FEM' mechanism and machine theory, 33(8),1177-1193

- [66] Song J. H., Im Y. T., 2007, ' Process Design for Closed Die Forging of Bevel Gear by Finite Element Analyses', Journal of Materials Processing Technology, 192-193, 1-7
- [67] Lee, K., 2001, ' Analysis of the Dynamic Contact Between Rotating Spur Gears by Finite Element and Multi-Body Dynamics Techniques', Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, 215 (C), 423-435.

9. ÖZGEÇMİŞ

16.04.1977 yılında Elazığ'ın Alacakaya ilçesinde doğdu. İlk ve orta öğrenimini Alacakaya'da tamamladı. 1990-1993 yılları arasında lise eğitimini Elazığ'da tamamladı. 1994-1998 yılları arasında Fırat Üniversitesi Makine Mühendisliği bölümünde lisans eğitimini tamamladı. 1999-2002 yılları arasında Fırat Üniversitesi Metalurji ve Malzeme Mühendisliği bölümünde yüksek lisansını tamamladı. 2007 yılında Fırat Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümünde doktora eğitimine başladı. Evli ve iki çocuk babası. Karayolları Genel Müdürlüğü 8. Bölge Müdürlüğünde makine mühendisi olarak görev yapmaktadır.