



T.C.
MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

MAKİNA MÜHENDİSLİĞİNDE AUTOLİSP UYGULAMALARI

ÇAĞATAY YAVUZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ANTAKYA
TEMMUZ-2007

Mustafa Kemal Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğüne,

Y.Doç.Dr. Selçuk MISTIKOĞLU danışmanlığında, Çağatay YAVUZ tarafından hazırlanan bu çalışma 17/07/2007 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından, Makine Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan : Y.Doç.Dr. Selçuk MISTIKOĞLU	İmza:
Üye : Prof. Dr. Gürel ÇAM	İmza:
Üye : Y.Doç.Dr. Ersin ÖZDEMİR	İmza:

Yukarıdaki imzaların adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylıyorum.

İmza

17/07/2007

Kod No:

Prof. Dr. Necat AĞCA
Enstitü Müdürü

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
ÖZET _____	I
ABSTRACT _____	II
ÖNSÖZ _____	III
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ _____	V
ÇİZELGELER DİZİNİ _____	VII
ŞEKİLLER DİZİNİ _____	VIII
1. GİRİŞ _____	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR _____	6
3. MATERYAL _____	11
3.1. Dişli Çarklar _____	11
3.1.1 Silindirik alın dişli mekanizmaları _____	13
3.1.2 Konik dişli mekanizmaları _____	15
3.2. Dişli Ana Kanunu _____	16
3.3. Evolvent dişli çarklar _____	19
3.3.1. Evolvent dişli çarklarda kavrama _____	19
3.3.2. Evolvent dişli çarklarda hatve _____	21
3.3.3. Evolvent dişli çarklarda eş eğriler _____	22
3.4. Dişli Çarklarda Alttan Kesme ve Önlenmesi _____	23
3.5. Düz Alın Dişli Mekanizmaları _____	24
3.5.1. Düz alın dişli mekanizmalarının ana ölçülerinin seçimi _____	25
3.5.1.1. Mil ve bölüm dairesi çapının belirlenmesi _____	25
3.5.1.2. Diş genişliğinin belirlenmesi _____	27
3.5.1.3. Mil eksenleri arasındaki açıklık _____	27
3.5.1.3. Mekanizmanın ana ölçüleri _____	28
4. YÖNTEM _____	29
4.1 Tasarım ve Hesaplamalara Ait Kriter ve Değerlerin Belirlenmesi _____	30
4.1.1. Tasarım Şartlarının Belirlenmesi _____	30
4.1.2. Tasarım Parametrelerinin Hesaplanması _____	31
4.2. Diş Modül Hesabı _____	35
4.3. Dişlilerin Geometrik Boyutlarının Belirlenmesi _____	36

4.4. Mil Hesabı	37
4.5. Rulman Hesabı	43
4.6. Kama Hesabı	45
4.7. Dişlere Ait Profil Özelliklerinin Belirlenmesi ve Çizimi	46
5. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA	49
5.1. Geliştirilen Tasarım Programının Özellikleri	49
5.2. Geliştirilen Tasarım Programının Sağladığı Olanaklar	52
5.3. Tasarım Programının Yaptığı Analizler ve Uyarılar	54
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	55
KAYNAKLAR	56
ÖZGEÇMİŞ	58
EKLER	59
EK1 - AUTOLISP Dilinde Yazılmış Olan Program Kodu	59
EK2 - DCL Dilinde Yazılmış Olan Arayüz Program Kodu	109

ÖZET

MAKİNA MÜHENDİSLİĞİNDE AUTOLİSP UYGULAMALARI

Bilgi işlem programlama dili olan LISP, bilgisayar destekli tasarım (CAD) programlama işlemlerinin önemli bir parçası olup, özellikle tasarımın otomasyonun AutoCAD paket programı uygulamalarında AutoLISP adı altında kullanılmaktadır. AutoLISP ile karmaşık ya da basit her türlü rutin tasarım işlemi kolay ve hızlı hale getirilebilmektedir. Özellikle işlem aşamaları ve detayları ile hesaplama işlemi uzun süren tasarımlarda sağladığı kolaylıklar ile en az hata ile en hızlı şekilde tasarımlar tamamlanabilmektedir.

Bu çalışmada AutoLISP programlama dili kullanılarak AutoCAD programında çalışan bir tasarım programı geliştirilmiştir. Geliştirilen tasarım programı, zahmetli ve detaylı bir tasarım işlemi olan iki kademeli düz dişli rediktör tasarımını kolaylaştırmayı amaçlamaktadır. Tasarım programı, iki kademeli düz dişli sisteminin, dişli, mil, rulman ve kamasının iki ve üç boyutlu tasarımına olanak sağlamaktadır.

Çeşitli tip ve konstrüksiyonda imal edilebilen redüktörlerin, klasik ve genel maksatlar için seri imalatları yapılmakla birlikte, özel imalatları da yapılmaktadır. Dolayısı ile özel imalat için tasarım yapılması ihtiyacı ortaya çıkmaktadır ve bu çalışma ile AutoLISP programlama dilinde, AutoCAD ortamında çalışan bir tasarım programı bu ihtiyacı karşılamak amaçlı olarak geliştirilmiştir. Yapılan çalışma ile tasarımın 2 boyutlu detay ve 3 boyutlu katı modelleme şeklinde daha yapılmadığı durumu da göz önüne alındığında yapılan çalışmanın önemi ortaya çıkmaktadır.

Bu tezde, bir makinenin verilen giriş ve çıkış mil devir sayılarına göre, iki kademede, silindirik düz dişli kullanılarak oluşturulan bir dişli sisteminin bilgisayar destekli tasarımı, modellenmesi ve imalat resimlerinin oluşturulması işlemleri gerçekleştirilmiştir. Hesaplamalarda kullanıcı tarafından seçilen malzeme, çalışma şartları ve tasarım ölçütlerine göre gerçekleştirilmiştir. Yapılan çalışma ile, hazırlana ara yüz kullanılarak, kullanıcının AutoLISP yada benzeri bir programlama dili bilgisi gerekliliği ortadan kaldırılmıştır. Sonuçların imalat resmi şeklinde sunulması ile tasarım sonrası işlemler de çıktı alma aşamasına kadar tamamlanmış olarak kullanıcıya sunulmuştur.

2007, 129 sayfa

Anahtar Kelimeler: Dişli Tasarımı, AutoLISP, Düz Dişli, 2 boyutlu tasarım, 3 boyutlu tasarım, dişli çizim, katı modelleme.

ABSTRACT**AUTOLISP APPLICATIONS IN MECHANICAL ENGINEERING**

Being information processing programming language, LISP is an important part of the Computer Aided Design related programming studies especially when the chosen the design process environment is AutoCAD software package where it takes the name AutoLISP. With the use of the AutoLISP programming technique, simple or complex all routine design tasks can be achieved in an easy and fast manner. Especially in applications where the details of the process are extensive and the stages of the process takes time, it provides less prone to error type of results in a very fast manner.

In this study, a design software is developed with the use of AutoLISP programming language in AutoCAD package. The developed design software aims at easing the troublesome and tedious task of designing a 2 stage spur gear-box design. The design software allows two and three dimensional design of the components of the gear-box such as gears, shafts, bearing settings and shaft keys.

The gear-boxes are designed and used in some generic configurations as well as some custom types which require custom-made configurations. Therefore, there is a need for custom design of such systems and the solution provided in this study is based on AutoLISP program that operated in AutoCAD environment. Considering that first time a study takes the design problem from the initial stage to the final two dimensional detailing and three dimensional solid modeling stages, the importance of the presented work becomes clear.

In this study, a computer aided design, modeling and production of technical drawing for the assembly of a two stage spur gear gear-box design is achieved for a given input and output shaft speeds. In the calculations, the chosen material, working conditions and design criteria are used in determination the design properties. With the use of the user interface module, the user input definition stage is simplified to a level that does not require any experience in use of the LISP language or AutoCAD drawing. The design program achieves all the tasks and provides the user with the results in the form of a ready-to-print technical drawing thereby leaving no design task for the user.

2007, 129 pages

Keywords: Gear design, AutoLISP, spur gear, 2 dimensional design, 3 dimensional design, gear drawing, solid modeling

ÖNSÖZ

AutoLISP programlama dili, LISP programlama dilinin AutoCAD paket programına uyarlanmasıdır. AutoLISP ve AutoCAD ile iyi derecede grafik uygulama yapılmakla birlikte ileri düzeyde bilgisayar destekli tasarımı yapmak da mümkün olmaktadır. AutoLisp ile karmaşık ya da basit her türlü rutin tasarım işlemi kolay ve hızlı hale getirilebilmektedir. Çalışmada özellikle işlem aşamaları ve detayları ile hesaplama işlemi uzun süren tasarımlarda sağladığı kolaylıklar en az hata ile en hızlı şekilde tasarımlar yapılmasını sağlamıştır.

Belirtilen tasarım metodunun uygulanabilmesi için söz konusu işlemi gerçekleştirecek programın geliştirilmesinde kullanılmak üzere yapılacak işlemlerin en detaylı şekilde tanımlanması gerekmektedir. Burada önemli olan özellikle söz konusu tasarım ile ilgili olarak karşılaşılabilecek her türlü durumun ele alınması ve bu durumlarda yapılacakların belirlenmesidir.

Bu amaçla belirlenen mekanik sistemin tasarımına yönelik detaylı hesaplama esaslarının oluşturulması gerekmektedir. Oluşturulan hesaplamalarda belirlenen tasarım parametreleri ve söz konusu tasarımda kullanılması gereken bilgilerin sisteme aktarılmasını sağlayacak DCL Menü programının öncelikle oluşturulmuştur. Daha sonra ise programın asıl hesaplamalar kısmına geçilmiş ve söz konusu mekanik sistemin tasarımını ele alan asıl hesaplamalar yapılmıştır.

Bu çalışma ile özellikle iki kademeli düz dişli tasarım ve imalatında önemli bir aşama olan tasarım hesaplamalarının yapılması ve söz konusu hesaplama çıktılarıyla 2 boyutlu ve 3 boyutlu AutoCAD çizimlerinin yapılması gerçekleştirilmiştir. Çalışmada yazılan tasarım programı kullanıcının AutoCAD bilme zorunluluğunu ortadan kaldırmıştır. Böylelikle makine mühendislerinin öğrenme yükü azalırken yapılması gereken tasarım işleminin en kısa zamanda en doğru şekilde yapılmasını sağlanmıştır.

Yüksek Lisans çalışmalarında ders aşamasından, tez aşamasının sonuna kadar tüm basamaklarda yönlendirmelerini dikkate aldığım ve yaptığı bilimsel katkılarla

çalışmamı şekillendiren danışmanım Y. Doç. Dr. Selçuk MISTIKOĞLU'na (Mustafa Kemal Üniversitesi Mimarlık-Mühendislik Fakültesi) en içten teşekkürlerimi sunarım.

Ders aşamasında değerli bilgilerini aktaran M.K.Ü Mühendislik Fakültesinin öğretim üyelerine teşekkürü borç bilirim.

Ayrıca, eğitimimin en başından bugüne değin tüm çalışmalarımda bana destek olan eşim Emine YAVUZ, kızım Başak YAVUZ ve oğlum K.Buğra YAVUZ'a teşekkür ederim.

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

f	: Sehim [mm]
f_{emn}	: Emniyetli sehim [mm]
Ψ_d	: Çap genişlik oranı
Ψ_m	: Modül genişlik oranı
α_o	: Gerçek kavrama açısı [Radyan]
α	: Kavrama açısı [Radyan]
a_o	: Eksenler arası mesafe [mm]
b	: Diş genişliği [mm]
C	: Dinamik yük katsayısı [mm]
d_{bas}	: Baş dairesi çapı [mm]
d_{mil}	: Mil çapı [mm]
d_o	: Taksimat dairesi çapı [mm]
d_{tem}	: Temel dairesi çapı [mm]
d_{tab}	: Taban dairesi çapı [mm]
d_{yuv}	: Yuvarlanma dairesi çapı [mm]
E	: Elastiklik modeli [N/mm ²]
ε	: Kavrama oranı
F	: Kuvvet [Newton]
F_A	: A noktasındaki yatak kuvveti [Newton]
F_B	: B noktasındaki yatak kuvveti [Newton]
F_r	: Radyal kuvvet [Newton]
F_t	: Teğetsel kuvvet [Newton]
g_a	: Kavrama açıklığı [m/sn]
h	: Diş yüksekliği [mm]
η	: Verim
HB	: Brinell Sertliği [N/mm ²]
h_{bas}	: Diş başı yüksekliği [mm]
h_{tab}	: Taban yüksekliği [mm]
I	: Eylemsizlik momenti [mm ⁴]
i	: Çevrim oranı
K_{centik}	: Çentik faktörü
$K_{ç}$: Çalışma faktörü
$K_{f1,f2}$: Form faktörü
K_{gen}	: Genişlik faktörü
K_m	: Yük dağılım faktörü
K_v	: Hız / Dinamik faktör
K_z	: Zorlanma faktörü
L_h	: Rulman nominal ömrü [saat]

L_{kama}	: Uygu kaması boyu [mm]
m	: Modül [mm]
M_d	: Burulma momenti [N/mm ²]
M_e	: Eğilme momenti [N/mm ²]
$n_ç$: Çıkış devir sayısı [dev/dk]
n_g	: Giriş devir sayısı [dev/dk]
P	: Güç [kW]
r_{bas}	: Baş dairesi yarıçapı [mm]
r_o	: Taksimat dairesi yarıçapı [mm]
r_{tem}	: Temel dairesi yarıçapı [mm]
r_{tab}	: Taban dairesi yarıçapı [mm]
r_{yuv}	: Yuvarlanma dairesi yarıçapı [mm]
S	: Emniyet katsayısı
σ	: Normal gerilme [N/mm ²]
σ_{akma}	: Akma gerilmesi [N/mm ²]
σ_D	: Malzemenin sürekli mukavemet sınırı [N/mm ²]
$\sigma^* D$: Elemanın sürekli mukavemet sınırı [N/mm ²]
σ_{emn}	: Emniyet gerilmesi [N/mm ²]
σ_K	: Malzemenin kopma sınırı [N/mm ²]
S_o	: Taksimat dairesi dış kalınlığı [mm]
u	: Diş sayıları oranı
V_g	: Gerçek kayma hızı [m/sn]
V_n	: Çevre hızı normal bileşeni [m/sn]
V_t	: Çevre hızı teğet bileşeni [m/sn]
w	: açısal hız [1/sn]
x_i	: Profil kaydırma faktörü
Z	: Diş sayısı

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 4.1. Yük dağılım faktörü _____	32
Çizelge 4.2. Çalışma Faktörü tespiti _____	32
Çizelge 4.3. Kaydırma faktörünün diş sayıları toplamı ve kriterlere göre belirlenmesi	34
Çizelge 4.4. Diş sayılarına göre ve kaydırma faktörlerine göre form faktörü (K_f) _____	34
Çizelge 4.5. Rulman kataloğundan detay _____	44
Çizelge 4.6. Mil çapları ve uygu kaması boyutları _____	45

ŞEKİLLER DİZİNİ

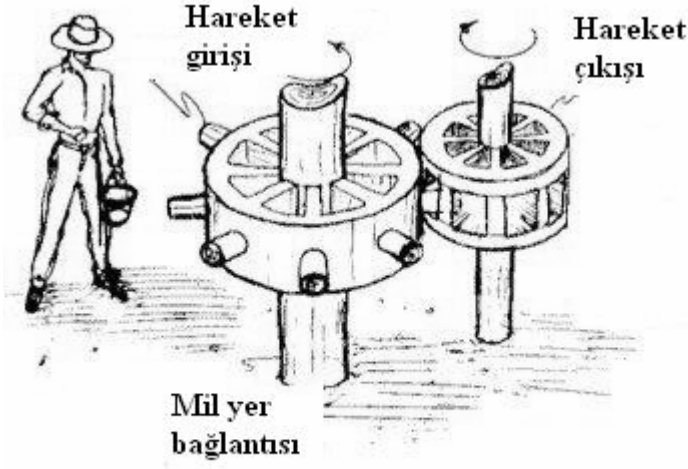
Şekil 1.1. Tarihte dişli çarklar	2
Şekil 1.2. Tarihte dişli çarklar	2
Şekil 1.3. Copan'da bulunan Maya dişli çarkları	3
Şekil 1.4. Eksenleri aynı düzlemde paralel olan miller	3
Şekil 1.5. Eksenleri dik dişli çarklar: Helisel (a) ve düz konik (b) dişli çarklar	3
Şekil 1.6. Eksenleri aynı düzlemde olmayan dişliler	4
Şekil 3.1 Dış ve iç dişli çark	11
Şekil 3.2 Dişli çarklar	11
Şekil 3.3 Dişli mekanizması	12
Şekil 3.4 Dişli eleman çifti	12
Şekil 3.5 Alın düz dişli mekanizmaları	13
Şekil 3.6 Alın eğik dişli mekanizmaları	14
Şekil 3.7 Alın helisel dişli mekanizmaları	14
Şekil 3.8 Konik düz dişli mekanizmaları	15
Şekil 3.9 Konik eğik dişli mekanizmaları	15
Şekil 3.10 Konik helisel dişli mekanizmaları	16
Şekil 3.11 Çevre hızlarına bağlı kavrama	17
Şekil 3.12 Dişli ana kanunu	17
Şekil 3.13 Evolvent eğrisi	19
Şekil 3.14 Evolvent dişli çarklarda kavrama	20
Şekil 3.15 Evolvent dişlilerde eş eğriler	22
Şekil 3.16 Alın dişli çarklarda alttan kesme sınırları	24
Şekil 4.1. Tasarım programı akış diyagramı	29
Şekil 4.2. Kullanıcı tarafından tasarım bilgi girişini sağlayan ara yüz penceresi	30
Şekil 4.3. Mil profili	38
Şekil 4.4. Uygu kaması yerleşimi	45
Şekil 4.5. Evolvent eğrisi	47
Şekil 4.6. Dişli profil detayları	48
Şekil 5.1. İki Kademeli Düz Dişli için AutoLISP programı ile yazılan program tarafından çizilen pafta	50
Şekil 5.2. Tasarım çıktısı	51
Şekil 5.3. Tasarlanan mekanik sistemin 3 boyutlu görüntüsü	52

1. GİRİŞ

Makine mühendisliği uygulamaları genellikle bir hareket kaynağından alınan hareketin belirli başka bir formda yine bir mekanik yapı ile belirli bir işi ya da amacı yerine getirmek üzere uygulanmasını esas alır. Bu tür uygulamalarda sık karşılaşılan bir durum ise genellikle yüksek devirde hareket üreten motorların ürettikleri hareketin farklı ve uygulamaya özel bir forma çevrilmesi gerekir. Söz konusu hareket aslında motorlardan elde edilen devir hızı ve tork değerlerinin değiştirilmesidir. Bu amaçla çoğunlukla dişli çark redüktör sistemleri kullanılır. Redüktör adı verilen bu sistemlerin temel kullanım amacı hareket kaynağı olarak seçilen sistemden elde edilen hareketin formunu makinenin ihtiyaç duyduğu forma dönüştürmektir. Bu amaçla hareketin bileşenleri olan ve sisteme giriş enerji değerini belirleyen bu değerler içi yapılan düzenleme ile devir hızı ve tork değerlerinin birisi azaltılırken diğerinin artması sağlanır. Burada önemli bir nokta bu iki özelliğin mekanik enerjisi tanımlamasıdır. Dolayısı ile aslında enerjinin korunumu yasası gereği redüktörden çıkışta elde edilen enerji giriş yapan enerjiden büyük olamaz. Genellikle de kayıplar dolayısı ile küçük bir miktarda olsa sisteme giriş yapılan enerjinin bir kısmı sürtünme kuvvetleri nedeniyle ısıya dönüşür.

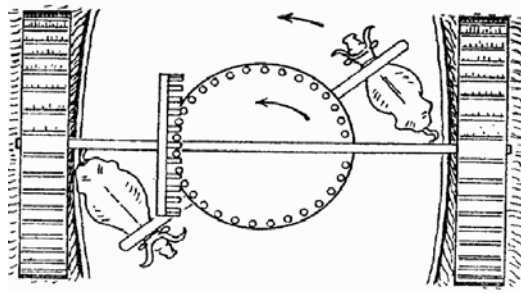
Redüktörler yapısında dişli çarklar ve miller ve bunların desteklenmesini sağlayan kamaları ve yatakları bulunduran sistemlerdir. Dişli çarklar güç ve hareket aktaran elemanlardır. Tarih boyunca mühendislerin, bilim adamlarının özellikle dişli çarklar ve miller üzerine çalışmalar yapmışlardır. 3000 yıl öncesine kadar dişli çark düzeneklerinden yararlanıldığı bazı arkeolojik kalıntı ve varsayımlarından anlaşılmaktadır. Bu tarihlerde daha çok büyük taş blokların taşınmasında manivela ve eğik düzlem düzenekleri kullanılmıştır. Dişli çark yöntemi de bu düzenlerle beraber kullanılmış olup, Şekil 1.1. den de görüldüğü gibi daha sonraları tahtadan yapılmış bu düzenler hareket ve yük iletiminde kullanılmıştır. Bu düzenlerde bir diş profili kullanılmamıştır. Ancak çarklar üzerindeki girinti ve çıkıntıların birbirlerini öteleme ile etkiledikleri gözlenmiştir. Dişlilerin temel özelliklerinden olan geometrik bir büyüklük olarak çevre taksimatı (dişler arasındaki mesafe) ve hatve özelliklerinin kullanıldığı görülmektedir. Bu tip düzenleri bugün dahi Anadolu'nun çeşitli yörelerinde görmek mümkündür. Klasik çağ Avrupa'sında 'Galili Galileo'nun ve Hint, Arap

yarımadalarında özellikle hareket için kullanılmış dişli çark düzenlerinde artık bir teknoloji görülebilir. (ANONİM)



Şekil 1.1. Tarihte dişli çarklar

Milattan sonra 4. yüzyılın son yarısında yazılmış, yazarı bilinmeyen Latince bir yapıtta anlatılan, ancak hiçbir zaman inşa edilmediği anlaşılan Şekil 1.2. deki buluşu dişli çarkların geçmişine dair bir örnek olarak verilebilmektedir. Bu buluşta öküzler gemiyi hareket ettirmek için kullanılmakta ve dikey bir dingilin üzerindeki çıkırcık çubuğunun iki ucunda karşılıklı olarak dönmektedirler. Bir dişli sistemi yardımıyla bu dingil geminin bir kenarından diğerine uzanan ve her iki ucunda kanatlı birer çark bulunan yatay bir dingili çevirmektedir. (ANONİM)



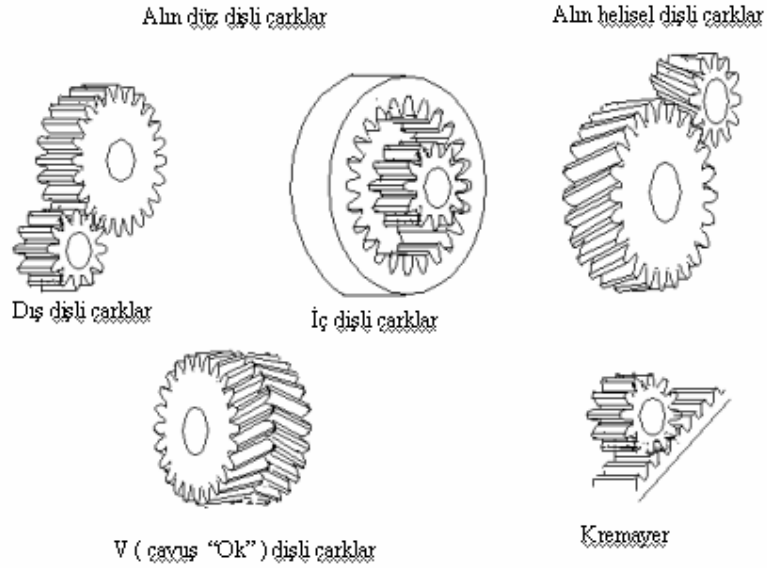
Şekil 1.2. Tarihte dişli çarklar

Mayaların yaşamış oldukları bölgelerde yapılan araştırmalar, dişli çark mekanizmasına sahip aletler yaptıklarını göstermektedir. Mayaların önemli kentlerinden biri olan Copan'da çekilmiş olan fotoğrafta (Şekil 1.3.) dişli resimleri görülmektedir. (ANONİM)



Şekil 1.3. Copan'da bulunan Maya dişli çarkları

Dişlilerin uygulamada ortaya çıkan farklılıkları sebebi ile farklı tipleri tasarlanmıştır. Bu farklılıklar da genellikle dişli çark mekanizmaları eksenlerin konumuna göre değişmektedir. Aşağıdaki şekillerde (Şekil 1.4, 1.5 ve 1.6) bu sınıflandırılma ve söz konusu sınıflara ait şematik resimler görülmektedir.



Şekil 1.4. Eksenleri aynı düzlemde paralel olan miller



Şekil 1.5. Eksenleri dik dişli çarklar: Helisel (a) ve düz konik (b) dişli çarklar



Şekil 1.6. Eksenleri aynı düzlemde olmayan dişliler

Çalışan her iş makinesinde yavaş veya hızlı mutlaka bir hareket görülür. Bu hareket çok kere bir elektrik makinesi, patlamalı motor veya türbin ile temin edilir. Genellikle makinaların nominal devir sayılarına karşılık gelen güçleri sabittir. Buna göre döndürme momenti;

$$M_d = \frac{9550 P}{n} \quad (1.1)$$

Burada ifade edilen döndürme momentleride sabittir. Denklemden P (power) güç değerine karşılık gelmekte olup kW (kilo Watt) cinsinden, n devir hızı olup (dev/dk) cinsinden dakikadaki devir sayısıdır. Herhangi bir iş makinesinin, kullanıldığı amaç için yavaş veya değişik hızlarda çalışması gerekir. Yani çalışma koşulları için çeşitli devir hızlarına sayılarına gereksinim vardır. Bu amaçla motor ile kullanıcı arasında, gücünü ileten ve aynı zamanda dönme hızının değerini ve/veya yönünü değiştiren güç ve hareket ileten elemanlar kullanılmaktadır.

Bu amaca yönelik olarak kullanılan en yaygın güç iletim elemanı dişli çarktır. Dişli çarkların kullanıldığı ve makinenin milinden çıkan devir sayısını istenen başka bir devir sayısına indirgeyen mekanizmalara redüktör adı verilmektedir.

İş makinelerinin istenilen her düşük devirde ekonomik olmaması, kayış kasnak, zincir dişli mekanizmalarının mahsurlarının bulunması ve küçük oranlarda devir düşürmeleri günümüzde devir indirgeme olayında redüktörlerin kullanılmasını zorunlu

hale getirmektedir. Klasik tiplerdeki Redüktörler için seri imalat yapılmakla beraber özel imalatların da yapıldığı görülmektedir.

Yaklaşık 30 yıl öncesine kadar klasik metotlarla yapılan dişli hesapları, teknolojinin ilerlemesiyle birlikte grafik destekli programlar ile daha iyi programlanabilir nitelik kazanmıştır. Bugüne kadar yapılan çalışmalara genel olarak bakıldığında konunun detaylı olarak ele alındığı resimlendirmenin ve katı model oluşturmanın klasik yöntemlerle yapıldığı görülmektedir. Tek bir program kullanılarak grafik ortamda verilenlerden direk katı modellemeye ve pafta çizimine kadar detaylar içeren kapsamlı redüktör tasarım programlarının sayısı yok denecek kadar azdır.

Bu çalışma ile geliştirilen program ile belli bir güce sahip bir makineden belli bir giriş devrinin, belli bir çıkış devrine indirgenmesi için gerek ve şartlar kullanıcıdan alınarak, iki kademeli silindirik düz dişlinin, millerinin, rulmanların ve kamaların bilgisayar ortamında tasarımı, iki ve üç boyutlu model resimlerinin çizimleri gerçekleştirilmiştir.

Bu tasarımda kullanılan program, DCL metodu ile oluşturulan menü yada arayüz formu yardımıyla elde edilen verileri kullanarak, önce dişli çark hesabı, daha sonra program içerisinde kabul edilmiş bir konstrüksiyona göre mil, uzunluğu ve son olarak da yataklara gelen radyal ve eksensel kuvvetler yardımıyla rulman seçimi ve kama hesabını yapmaktadır. Ardından bu hesaplamalara göre 2D ve 3D çizim yaparak, hesaplanan değerler ile verilenleri tablolaştırmaktadır. Sonraki bölümlerde iki kademeli silindirik düz programın ardışık olarak gerçekleştirdiği işlemler, teorik bilgiler yardımı ile açıklanacaktır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Makine mühendisliğinde AutoLISP uygulamaları konusunda birçok çalışma olup, çeşitli teorik yaklaşımlar ve çözümler üretilmiştir. Çalışmalar genellikle farklı kişilerin teorinin farklı kısımlarına katkıları şeklindedir. Örneğin, KATAR (1995) “Bilgisayar destekli makine tasarımında AutoLISP uygulamaları” adı altında Makine ve İnşaatın Bilgisayar destekli tasarımı üzerinde çalışmıştır. BİLGİN (1996), bilgisayar destekli tasarımda AutoLISP uygulaması adı altında uzman sistemlerin bilgisayar destekli tasarımı üzerinde çalışmalar yapmıştır. TAŞDELEN (1998) ise, “Standart makine elemanlarının AutoCAD ortamında, AutoLISP yardımıyla tasarımı” adı altında, rulmanlar, perçin gibi makine elemanlarının ve dişlilerin tasarımı için çalışmalar yürütmüştür.

KOCABIÇAK ve ark. (1997), redüktörlerin bilgisayar yardımıyla parametrik tasarımı konusunda ortak çalışmalarında, redüktörlerin klasik yöntemlerle inşaatın yapılması için aynı inşaatın farklı veriler için projelendirilmesi amacıyla, uzun hesaplamalar ve çizimleri tekrar yapmamak için ileri bir yapay zeka dili olan LISP programlama dilinin AutoCAD için uyarlanmış hali olan AutoLISP kullanılarak AutoCAD ortamında bir bilgisayar programı hazırlanmıştır. Geliştirilen çalışma ile redüktörlerin boyutlandırılması, her bir parçanın teknik resmi ve sistemin toplu resimlerin çiziminin yapılmasını sağlamıştır.

KOCABIÇAK (1998a) daha sonra, asansörlerin bilgisayar yardımıyla tasarım ve çizimi konusundaki çalışmasında, AutoCAD programının proje zamanını kısaltmak suretiyle inşaatın ile ilgili bütün bilgileri kısa sürede verdiğini ve modelin değişik görünümünü kolaylıkla gösterebildiğini görmüş olup, LISP programlama dilini kullanılarak Asansörlerin klasik yöntemlerle, uzun hesaplamalar ve çizimlerden oluşan inşaatın ve asansörlerin boyutlandırılmasını ve çizimini bilgisayar ortamında gerçekleştirmiştir.

KOCABIÇAK (1998b) çalışmasında ise bantlı konveyörlerin AutoCAD ortamında parametrik inşaatın konusunda çalışma yapmış olup, Redüktörler, elevatörler, konveyörler, asansörler gibi makine inşaatınlarının büyük bir

bölümünü hesaplayan, resim ve bilhassa parça imalat resimlerinin çizen program yapmıştır. Bilgisayar destekli tasarımda çok çabuk ve kolay karmaşık hesapların yapılabildiğini, resimler ve görünüşlerin hızla elde edilebildiğini ve değiştirilebildiğini tespit etmiştir. Ancak aynı konstrüksiyonların farklı veriler için defalarca tekrarlanması durumunda oluşacak zaman kaybının önüne geçmek için konstrüksiyonların otomatik olarak gerçekleştirilmesi üzerinde parametrik tasarım çalışması yapmıştır. Yapılan çalışmada, bantlı konveyörlerin parametrik konstrüksiyonu için AutoCAD ortamında AutoLISP ile bilgisayar destekli tasarım programları hazırlanarak, programlarda verilerin girişi ve çıkışı için diyalog kutuları ile geliştirilen çalışma ile bantlı konveyörlerin boyutlandırılması, parça resimleri ve montaj resimlerinin yapılmasını sağlamıştır.

ÇETİNKAYA ve BAŞAK (1999) Mekanik Parçaların Çizim ve Montajında Parametrik Tasarımı ile ilgili çalışmalarında, hızlı ve güvenilir eleman ve montaj tasarımı sağlayarak zaman ve maliyetlerini azaltmışlardır. Tasarım grubundaki insanların yaklaşımlarının en iyilerini aynı sistem içerisinde toplayarak bir bilgisayar programı geliştirmişlerdir.

TİRYAKİ (2000), tamburlu kesici-yükleyicilerde kesme verimliliğinin ve kesme titreşimlerinin bilgisayarda benzetişimi konusundaki çalışmayı yapmıştır. AutoLISP ve Quick BASIC programlama dillerini kullanarak, bir tambura kazı sırasında etkiyen yatay, dikey, aksenal reaksiyon kuvvetleri ve tork gibi bazı titreşim parametrelerinin değişimi ile tambur üzerindeki keskinin kazı sırasında yaptıkları bağıl işleri analiz edilmiştir. Türkiye Kömür İşletmeleri (TKİ)'ne bağlı Orta Anadolu Linyitleri (OAL) İşletmesi Bölge Müdürlüğü (Çayırhan) yeraltı ocağında kullanılan tamburlu kesici-yükleyicilerin kesme verimlilikleri ve titreşimleri fiili üretim çalışmaları sırasında izlenmiş ve geliştirilen bilgisayar programları yardımıyla hesaplanan değerlerin, ölçülen değerlerle uyumlu olduğunu görmüştür.

UFUK (2005) ise çalışmasında, dişli kutusunun parametrik tasarımında dönme yönü, güç helis açısı değişiminin millerdeki eğilme momentine etkisinin istatistiksel analizi konusunda çalışmasını yapmıştır. Bu çalışmada, iki kademeli helisel dişli

kutusunun parametrik tasarımını yapan bir yazılım kullanmış ve güç, helis açısı ve dönme yönü değişimine bağlı olarak her bir milde meydana gelen eğilme momentlerini hesaplamış ve bu değişkenlerin eğilme momentleri üzerindeki etkisini istatistiksel olarak incelemiştir. Bu amaç ile ayrıca AutoLISP ile hazırlanan bir yazılım kullanılmıştır. Bu yazılım güç, helis açısı ve dönme yönünün farklı değerleri için defalarca çalıştırılmış ve böylece her bir değişken için farklı eğilme momentleri elde edilmiştir. Bu sonuçlar kullanılarak güç, helis açısı ve dönme yönü ile eğilme momentleri arasındaki ilişki değerlendirilmiş ve bu değişkenlerinin eğilme momentleri üzerindeki etkisini incelemiştir. Bu inceleme için bilinen istatistiksel yöntemlerden korelasyon analizi ve ortalama değer analizi tekniklerini kullanılmıştır. Böylece eğilme momenti ile güç, helis açısı ve dönme yönünün ilişkisini incelenmiş ve bu değişkenlerin eğilme momentleri üzerindeki etkisini ortaya koymuştur.

Bu tez çalışması için seçilen dişli hesapları konusunda yapılan çalışmalara bakıldığında ise, BLACK (1948), en küçük kesit üzerine gelen diş eğilme dayanımını incelemiş ve bu konuda çalışmıştır. Diğer taraftan FAIRES (1965), yuvarlanma dairesi üzerindeki çizgisel hıza göre değişen dinamik gerilme ile emniyet gerilmesini kıyaslamıştır. DUDLEY (1969) ise belirlenen tasarım değerlerini, güç formülünde yerine koyarak, gücün taşıma kontrolüne gitmiştir. GAY (1970) ise çevresel hızın diş yüzeyindeki değere taşınması için çalışmıştır.

Bu çalışmalardan en önemlilerinden NIEMANN (1972), alttan kesmenin olmaması için minimum diş sayısı ile çalışarak, gerilmeleri hesaplamış ve emniyet gerilmesi ile kıyaslayarak, gerekmesi halinde hesap tekrarına karar vermiştir. Bu çalışmanın ardından ESPOSITO (1975) ise, BLACK (1948) ve FAIRES (1965) 'in metotlarını geliştirmiştir. Tasarım ile ilgili program geliştirilmesi anlamında ilk ciddi aşamalardan birisini KOWALSKI (1977) gerçekleştirmiş ve en iyi dişli boyutlarını belirlemek için en küçük ağırlığa göre bir matematik programı uygulayarak iki kademeli helis dişli kutusu tasarımı yapmıştır. Söz konusu alandaki çalışmalarını ile ünlü bir başka uzman ise SHIGLEY olup yaptığı çalışma ile (1977) diş eğilme dayanımı için kullanılan Lewis denklemine ve American Gear Manufacturers Association (AGMA) standartlarına göre gerilme hesaplarını yapmıştır.

Daha sonraki yıllarda WILDE (1978) ve JONSON (1980) en küçük çaplı dişli için hesaplamalar yapmışlardır. Ardından SHERLAND (1980) bilgisayar destekli dişli hesaplamalarında; en iyi tasarım değerlerinin, teknik koşullar itibariyle belirlendiğini savunmuştur. Diğer taraftan TUCKER (1980) deneysel ve analitik sonuçları birleştirerek değişkenlerin değerlerini belirlemeye çalışmıştır. MITCHNER (1982) ise geometrik faktörlerin doğru ve güvenilir olarak tespiti için çaba harcamıştır.

SAVAGE (1982) yaptığı çalışma ile en küçük diş sayısını ve American Gear Manufacturers Association (AGMA) Standartlarını kullanarak boyutlar arası uyumluluğu kontrol eden bir yöntem geliştirmiştir. CARROL (1984) da bazı teknik koşulları sağlayan ve Hertz yüzey gerilmelerini dikkate alan yöntemi önermiştir.

TINIŞ (1986) ise silindirik düz ve helis dişli çark hesaplamaları için için DIN 3990'ı esas almış ve formülasyon geliştirerek seçilen dişli çark, iletilecek momente göre kontrol eden bilgisayar programı hazırlamıştır. Program iki şekilde kullanılabilir. Birincide, önceden belirlenen modül ve helis açısı için seçilmiş diş sayıları ve malzemelere göre eğilme ezilme gerilmeleri hesaplanmaktadır. İzin verilen değerlere ulaşıncaya kadar parametreler değiştirilerek program tekrarlı şekilde çalıştırılmaktadır. İkinci de iki değişkenli bir eniyileme yapılmaktadır. Modül, standart modül değerleri arasında seçilmekte; helis açısı ise izin verilen emniyet katsayılarına ulaşıncaya kadar belli bir artışla değiştirilmektedir.

KUTLU (1987) ise geliştirdiği bir algoritma ile çok kademeli dişli kutularında, dişli çifti sayısını minimize, güç iletimini ise maksimize ederek optimizasyon yapmaya çalışmıştır. Bu çalışmalarda, eksen mesafeleri ve hız iletim oranları için standart sayılarından yararlanılmış ve sayımlama tekniğine başvurulmuştur.

TONG ve WALTON (1987) içten çalışan silindirik düz ve helis dişli çiftlerinin bilgisayar desteğinde tasarımını yapmaktadır. Kullanıcı etkileşimli bilgisayar programında bir iç dişli çiftinin tasarımı için gereken tüm bilgiler veri tabanı içinde bulunmaktadır. Tasarım değişkenleri, teknik koşulları sağlama esasına göre

belirlenmektedir. TONG ve WALTON (1988) bir başka çalışmasında içten çalışan silindirik dişli çiftlerinin tasarım parametreleri, merkezler arası mesafenin veya dişli hacminin minimize edilmesi esasına göre belirlenmektedir. Elde edilen tasarım değişkenleri değerlerinin, tüm kinematik limitler için koşulları, temas oranını, alt kesilme koşulunu ve hız oranı üzerindeki toleransı, dayanım koşullarını karşıladığı belirtilmektedir. Bu çalışmada tasarım sürecinin bir matematiksel modelinin kurulduğu ve bunun çözümü için de özel bir teknik geliştirmiştir.

EMİR (1989)'in çalışmasında, silindirik düz dişli çark tasarım değişkenlerinin bilgisayar destekli olarak yapıldığı, geliştirilen bir bilgisayar programı yardımı ile dişlinin gerekli tüm boyutlarının, statik bozulma, yorulma bozulması ve gerilme yorulması ölçütüne göre saptandığı ifade etmiştir.

KARPAT (2002) ilgili çalışmasında, hesaplama sürecinde faktörlerin güvenli ve hızlı bir şekilde ulaşılmasını sağlamış ve karmaşık bir süreç olan dişli çarkların yaklaşık tasarım ve sonlu elemanlar analizini kolaylaştırarak, olası hesap hatalarını ve süresini en aza indirmek amacıyla geliştirilmiş olan bilgisayar programı yapmıştır. Ancak, Microsoft Excel, Borland Pascal, Autocad 2000 ve ANSYS programlarını birlikte kullanması gerekmiştir.

FETVACI ve İMRAK (2003), programlar ile çeşitli parametrelerin diş geometrisine etkilerini, düz dişli çark resim ve animasyonları dizaynı ile göstermiştir. Genel olarak bakıldığında görüldüğü gibi, bir dişli çiftinin temel tasarım değişkenleri olan modül (m), diş sayısı (Z) ve diş genişlik faktörü (ψ_m, ψ_d) genel olarak teknik ölçütler çerçevesinde belirlemişlerdir.

Bu çalışmada ise iki kademeli silindirik düz dişlinin, belirlenmiş şartları karşılayacak şekilde mukavemet hesabı, yüzey basıncı hesabı bu hesaplara göre modüllerinin belirlenmesi, mil hesabı, rulman ve kama hesaplamaları, geometrik boyutların gerçek kavrama açılarına göre tespiti, 2D çizimlerin yapılması ve 3D katı modellemesi amaçlanmıştır.

3.MATERYAL

3.1.Dişli Çarklar

Günümüzde dişli çarkların kullanılmadığı alana rastlamak mümkün değildir. Dişli çarklar çeşitli amaçlarla, farklı tasarımlarla karşımıza çıkmaktadır.(Şekil 3.1). Dişli çarklar bir silindirin dış yüzeyine veya içi boş bir silindirin iç yüzeyine çeşitli yöntemlerle dişler açılarak imal edilmektedir. Değişik dişli çark örnekleri (Şekil 3.2) de verilmiştir.



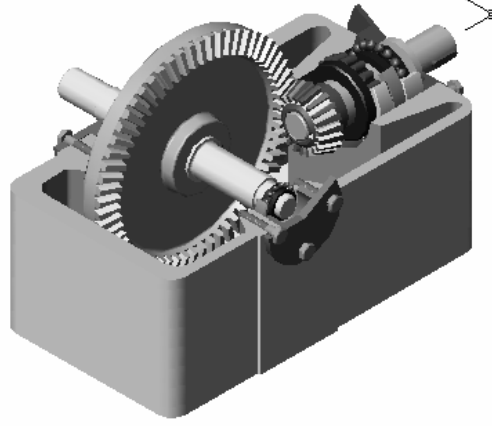
Şekil 3.1 Dış ve iç dişli çark



Şekil 3.2 Dişli çarklar

Bir veya birçok dişli çiftinden meydana gelen ve genellikle bir kutu ile çevrelenen, bu kutuya tespit edilmiş çeşitli konstrüksiyonda yataklarla taşınan mekanizmalara dişli mekanizmaları adı verilmektedir. Bu mekanizmalar bir makinenin kuvvet veya momentinin şiddetini, makinenin hızını veya makinenin hareketinin

yönünü değiştirmektedir (KURBANOĞLU, 2006). Bu değişiklik bir veya birden çok kademede gerçekleştirilmektedir. (Şekil 3.3).

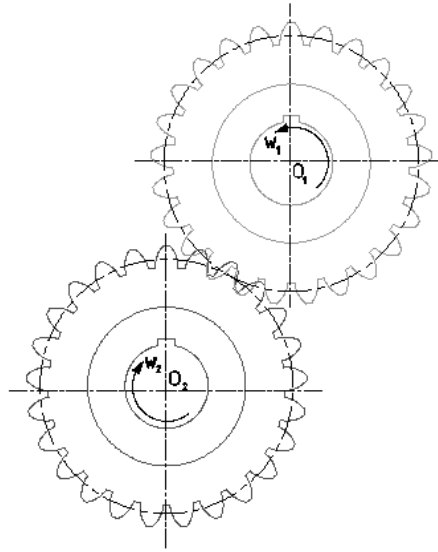


Şekil 3.3 Dişli mekanizması

O₁, ve O₂ dönme merkezlerine göre her an değişen ω_1 ve ω_2 açısal hızları ile kayma olmadan birbirlerine göre hareket ettikleri kabul edilmektedir. Bu durumda açısal hız oranları ω_1/ω_2 sabit veya değişken olabilir. Açısal hız oranının sabit olabilmesi için; r_1 ve r_2 yarıçaplarının sabit olması gerekmektedir. (Şekil 3.4). Buna göre;

$$\frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{r_2}{r_1} = s_{bt}. \quad (3.1)$$

olmalıdır. .



Şekil 3.4 Dişli eleman çifti

Dişli çarklarda kademeler arasında;

$$i = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{n_1}{n_2} = s_b t \quad (3.2)$$

tahvil oranının sağlanması gerekmektedir.

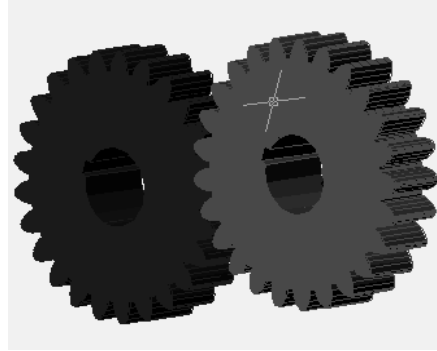
Dişli çarklarda sabit açısal hız oranlarında dönme esnasında, fonksiyon üstlenen yüzeylerinde, düzgün bir yuvarlanma hareketi meydana gelmektedir. Aks yada mil eksenleri birbirine paralel, kesişen yada uzayda kesişen dişli çarkların aktif yüzeyleri aynı düzlemde bulunmaları koşulu ile birbiri ile çalışabilmektedir. Dişli çarklar; silindirik alın dişliler; helisel alın dişliler, konik dişliler, sonsuz vidalı dişliler ve planet dişliler şeklinde sınıflandırılmaktadır. Diş profillerine göre ise düz dişliler, eğik dişliler, helisel dişliler şeklinde sınıflandırılırlar.

3.1.1 Silindirik Alın Dişli Mekanizmaları

Alın dişli mekanizmalarında dişli çarklar diş genişliği boyunca alın altına birbirine temas etmektedir. Bu sınıf dişli çarkların diş eksenleri birbirine paraleldir. Bu dişli çarklar diş profillerinin eğimine göre ayrıca sınıflandırılmaktadır.

3.1.1.1. Alın Düz Dişli Mekanizmaları

Alın düz dişli mekanizmalarında dişli çark eksenleri ile diş alın yüzeyi doğrultusu paraleldir. (Şekil 3.5).



Şekil 3.5 Alın düz dişli mekanizmaları

3.1.1.2. Alın Eğik Dişli Mekanizmaları

Silindirik eğik dişli mekanizmalarında dişli çark eksenleri ile diş alın yüzeyi doğrultusu arasında sabit eğim açısı mevcuttur. Eğik dişler düz alın dişlilere göre

birbiriyle daha fazla temas etmektedir. Böylece daha fazla moment taşımakta ve daha sessiz çalışmaktadır. (Şekil 3.6).



Şekil 3.6 Alın eğik dişli mekanizmaları

3.1.1.3. Alın Helisel Dişli Mekanizmaları

Silindirik helisel dişli mekanizmalarında dişlerin alın yüzey doğrultuları dişli eksenini ile değişen eğim açısı yapmaktadır. Bu dişli çarkların helisleri vida helislerine benzemektedir. Bu çarklarda kavrama oranı iyi olup, tahvil oranı da eğik dişlilerden yüksektir. İmalatı zor, sessiz çalışan ve iyi güç ileten mekanizmalardır. (Şekil 3.7).



Şekil 3.7 Alın helisel dişli mekanizmaları

3.1.2 Konik Dişli Mekanizmaları

Konik dişli mekanizmalarının dişli çark dönme eksenleri farklı açılarla kesişmektedir. Bu dişli çarkların radyal ve aksenal kuvvet taşımaktadır. Konik dişli çark mekanizmalarında dişler düz, eğik ve helisel olarak sınıflandırılmaktadır.

3.1.2.1. Konik Düz Dişli Mekanizmaları

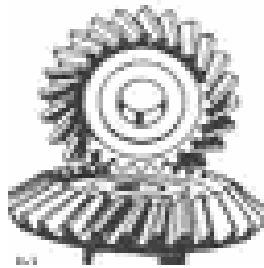
Düz dişlili bir çift konik dişli çarkta, diş yan yüzey düzleminden geçen doğrular eşit açı altında çarkın merkezinde kesişmektedir. (Şekil 3.8).



Şekil 3.8 Konik düz dişli mekanizmaları

3.1.2.2. Konik Eğik Dişli Mekanizmaları

Eğik dişlili konik dişli çark mekanizmalarında diş eksenleri arasındaki açının yanında, dişler de diş genişliği boyunca sabit eğim açısına sahiptir. (Şekil 3.9).



Şekil 3.9 Konik eğik dişli mekanizmaları

3.1.2.3.Konik Helisel Dişli Mekanizmaları

Kesişen diş eksenli mekanizmalardan meydana gelen helisel dişlili konik dişli mekanizmalarında, ayrıca dişler de diş genişliği boyunca değişen eğim açısına sahiptir. (Şekil 3.10).



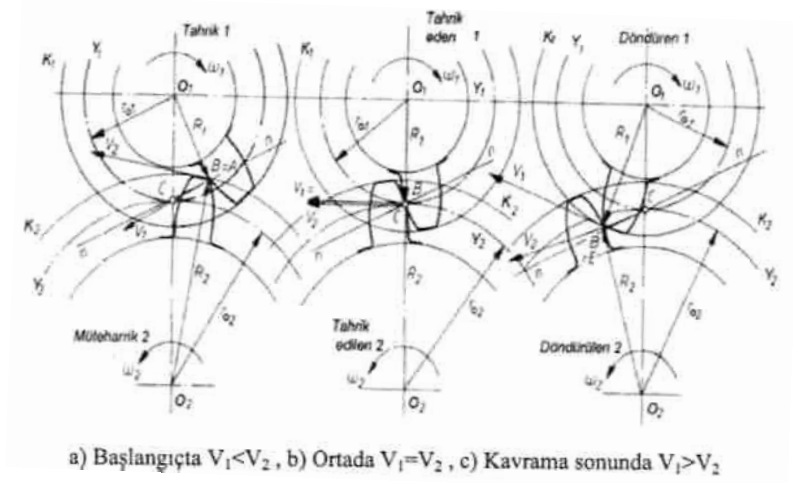
Şekil 3.10 Konik helisel dişli mekanizmaları

3.2.Dişli Ana Kanunu

Kavrama sırasında dişli çarkların hareketleri öncelikle dişsiz sürtünmeli silindirlere benzetilmekte ve tahrik eden silindir ile tahrik edilen silindir, birbirleri üzerinde kayma olmadan yuvarlandığı kabul edilmektedir. Bu kabulden yola çıkılarak dişli çarkların yuvarlanma silindirleri, alın dişli çarklarda d_{01} ve d_{02} yuvarlanma daireleridir. Bu daireler C noktasında temasta olup çevre hızları;

$$V = \pi d_{01} n_1 = \pi d_{02} n_2 \quad (3.3)$$

Bir dişli çark çiftinin harekete ara vermeden düzgün dönmesi için sabit tahvil oranına sahip olması gerekmektedir. Döndüren dişlinin tabanı ile döndürülen dişlinin diş üstü veya baş dairesi K2, kavrama içinde B kavrama noktasında temasa başlamaktadır, (Şekil 3.11a). Yuvarlanma daireleri Y1 ve Y2 temasta iken, tahrik eden dişli w_1 ve tahrik edilen dişli w_2 açısal hızları ile dönmektedir. Hareket devam ederken kavrama noktası B, diş profili üzerinde n-n müşterek normali boyunca C yuvarlanma noktasına kadar değişmekte, (Şekil 3.11b) ve tahrik çarkı diş üstü veya baş dairesi K1'de kavrama sona ermektedir, (Şekil 3.11c).

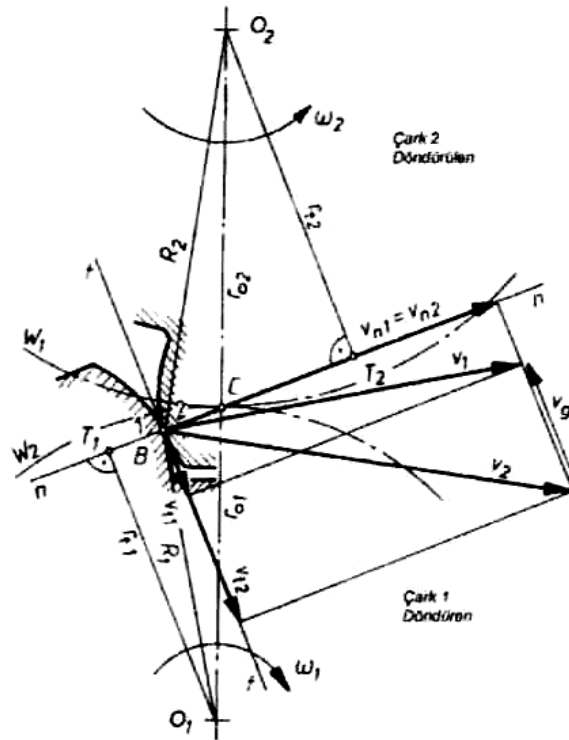


Şekil 3.11 Çevre hızlarına bağlı kavrama

B kavrama noktasındaki döndüren dişlinin dönme merkezi O_1 ve yuvarlanma uzaklığı R_1 ; döndürülen dişlinin dönme merkezi O_2 ve yuvarlanma mesafesi R_2 dir. (Şekil 3.12). Çevre hızları;

$$V_1 = \omega_1 R_1 \quad (3.4)$$

$$V_2 = \omega_2 R_2 \quad (3.5)$$



Şekil 3.12 Dişli ana kanunu

bileşenleri V_{t1} ve V_{t2} ; ortak normaleri doğrultusundaki bileşenleri V_{n1} ve V_{n2} olur. Yuvarlanma noktası C 'den geçen n-n normaline indirilen dikmeler r_{t1} ve r_{t2} ile dikleri $T1$ ve $T2$ dir. V_1 ve V_2 hızların normal üzerindeki izdüşümleri aynı doğrultuda ve aynı büyüklükte olmak zorundadır.

$$V_{n1} = \omega_1 \cdot r_{t1} \quad (3.6)$$

$$V_{n2} = \omega_2 \cdot r_{t2} \quad (3.7)$$

Dişliler sürekli temas içinde kalıyorlar ve $V_{n1} > V_{n2}$ ise birinci dişli temasa geçmekte; $V_{n1} < V_{n2}$ olduğunda ise dişler birbirinden uzaklaşmaktadır. Profillerin sürekli temas halinde olabilmesi için $V_{n1} = V_{n2}$ olması gerekmektedir. O,B,T üçgeni ile V_{n1} , V_1 , hız vektörleri üçgeninin B köşe noktaları ortak ve benzer üçgenlerdir. Aynı şekilde O2B2T2 ile V_{n2} , V_2 hız vektörleri üçgeninin B köşe noktaları ortak ve benzer üçgenlerdir. Dişli ana kanununa göre birbiri ile temas halinde iki çark yanağının herhangi bir kavrama noktası B'nin müşterek normali n-n , bu dişli çarkların yuvarlanma dairelerinin temas noktası C'den geçiyorsa, bu dişli mekanizması sabit tahvil oranı ile hareket iletir. V_1 ve V_2 çevre hızlarının müşterek teğet doğrultusundaki bileşenlerinin farklı olması, diş yanaklarının yuvarlanma hareketi yanında birbirinin üstünde kayma hareketi de yapması anlamına gelmektedir. Teğetsel hızların farklılıkları dolayısıyla ile gerçek kayma hızı;

$$V_g = V_{t1} - V_{t2} \quad (3.8)$$

şeklinde belirlenmektedir. V_g , BC açıklığı ile değişmekte ve C'de sıfır olmaktadır. Çünkü $R_1 = r_{O1}$, $R_2 = r_{O2}$ ve böylece $V_1 = V_2$, $V_{t1} = V_{t2}$ olduğundan $V_g = 0$ olur. Yani, C yuvarlanma noktasında düzgün yuvarlanmalı kayma hareketi meydana gelmez. Taban kavrama noktasında, (Şekil 3.11 a).

$$V_g = V_{t2} - V_{t1} \quad (3.9)$$

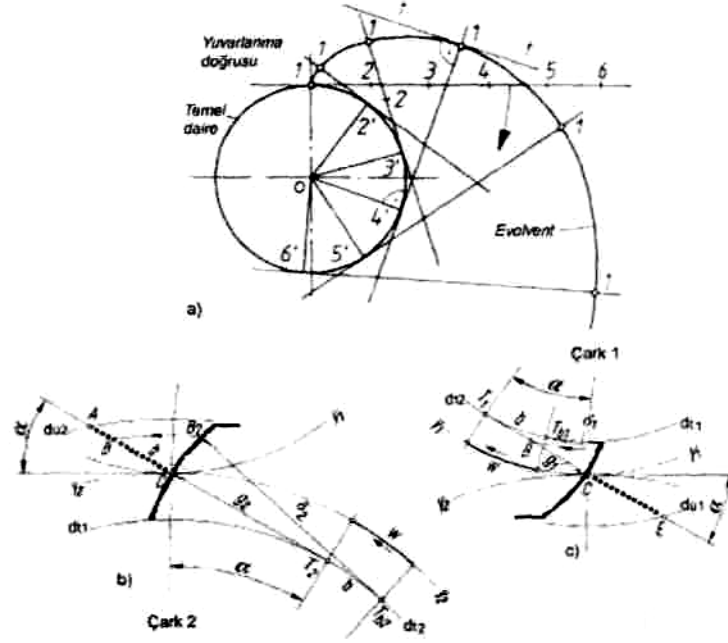
Benzer şekilde baş kavrama noktasında; (Şekil 3.10c).

$$V_g = V_{t1} - V_{t2} \quad (3.10)$$

maksimum değerine ulaşmaktadır. Yuvarlanma noktası C'den ayrılınca V_g 'nin doğrultusu; T,C arasında negatif direnme-basma, CT2 arasında pozitif direnme-çekme-sürtünmesi olacak şekilde değişmektedir.

3.3.Evolvent Dişli Çarklar

Doğru üzerindeki bir noktanın, doğrunun daire üzerinde kaymadan yuvarlanması esnasında çizdiği eğriye evolvent eğrisi denir, (Şekil 3.13).



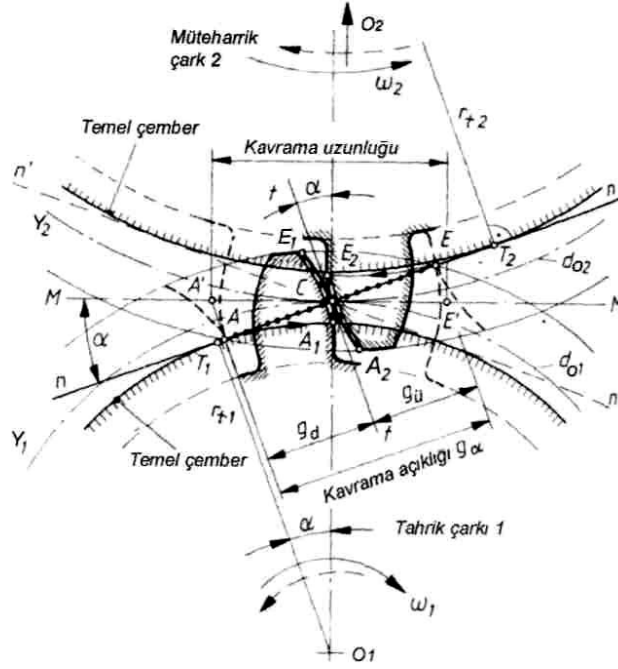
Şekil 3.13 Evolvent eğrisi

Yuvarlanma doğruları 1, 2, 3... ve benzer şekilde temel daire 1', 2', 3'... noktaları şeklinde eşit aralıklara bölünmektedir. Doğru üzerindeki 4 noktası, temel çember üzerindeki 4' noktasına gelinceye kadar doğru temel daire üzerinde yuvarlanır. Böylece temel çembere teğet ve 04' yarıçapına dik hale getirilir. Evolventin başladığı nokta, temel daire üzerindeki 1 noktasıdır. Yuvarlanma doğrusuna evolventin 1 noktasında çizilen normal temel çemberin t-t teğetini oluşturmaktadır. Her evolvent temel daireden başlamakta ve sonsuzda son bulmaktadır.

3.3.1. Evolvent Dişli Çarklarda Kavrama

O_1 ve O_2 merkezli dişli çarkların 1 ve 2 diş yanakları kavrama halinde döndüğünde, hem dişlerin çalışma yüzeyleri ve hem de dişli çarkların d_{O1} ve d_{O2} bölüm daireleri ile aynı olan Y_1 , ve Y_2 yuvarlanma daireleri, C yuvarlanma noktasında temas etmektedir. Alın dişli çark çiftinde, dişli ana kanununa uygun olarak meydana gelen n-n kavrama doğrusu temas halindeki diş yanaklarının yuvarlanma doğrusu, dişli

çarkların temel çemberlerine T1 ve T2 noktalarında teğettir. Yanakların ortak teğetleri t-t, dişli çark merkezlerini birleştiren 0,02 doğrusu ile α açısı yapmaktadır. Bu açığa kavrama açısı denir. Burada tekrar edilecek olursa; n-n kavrama doğrusu ve t-t müşterek teğet olup, kavrama doğrusu müşterek teğete diktir. (KURBANOĞLU,2006) (Şekil 3.14)'de çalışma yüzeyleri A_1E_1 ve E_2A_2 olup çift çizgi ile gösterilmektedir.



Şekil 3.14 Evolvent dişli çarklarda kavrama

Yuvarlanma doğrusu MM de 0102 doğrusuna diktir. Yuvarlanma esnasında ilk fazda A1C ve A2C yanak bölümleri, ikinci fazda CE1 ve CE2 yanak bölümleri birbirleri ile yuvarlanmaktadır. Bütün kavrama noktaları ve keza düşey temas eden çalışma yanakları n-n kavrama doğrusu üstünde yer değiştirerek C den geçmektedir. Dişli çark sürekli çizgi ile gösterilen yönde döndüğünde, kavramanın A da başlayıp E de son bulduğu dişliler, kesik çizgilerle gösterilmektedir. Kavrama doğrusunun O2 merkezli dişli çark diş üstü dairesi ile kesişme noktası A; O1 merkezli dişli çark diş üstü dairesi ile kesişme noktası E dir. A noktasında A1 diş dibi ve A2 diş üstü yanak noktaları; E noktasında ise E1 diş üstü ve E2 diş dibi yanak noktaları bir araya düşmektedir. AE tarafından sınırlanan kavrama açıklığı $g_a = g_d + g_o$; C temas noktası tarafından, kavramanın başladığı taban veya diş dibi kavrama mesafesi g_d ile kavramanın bittiği baş veya diş üstü kavrama mesafesi g_u bölümlerine ayrılmaktadır. M-M üstünde g_a 'nın projeksiyon iz düşümü A E olarak gösterilmektedir. Kavrama doğrultusunun durumu; kavrama içinde bulunan her iki çarkın diş yanaklarının müşterek temas

noktalarının geometrik yeri olarak, çarkın dönme yönü tarafından belirlenmektedir. (Şekil 3.13)'de gösterilen kavrama doğrularından sürekli çizgili n-n bir dönme yönü, kesik çizgili n-n diğer dönme yönü içindir. Burada O_1CT_1 ve O_2CT_2 üçgenleri benzer olup yuvarlanma dairesi ve temel dairesi yarıçapı ile tahvil oranı;

$$r_{o1} = \frac{d_{o1}}{2} , \quad r_{o2} = \frac{d_{o2}}{2} \quad (3.11)$$

$$r_{i1} = \frac{d_{i1}}{2} , \quad r_{i2} = \frac{d_{i2}}{2} \quad (3.12)$$

$$\cos(\alpha) = \frac{r_{i1}}{r_{o1}} = \frac{r_{i2}}{r_{o2}} \quad (3.13)$$

$$i = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{r_{o2}}{r_{o1}} = \frac{r_{i2}}{r_{i1}} = \frac{d_{i2}}{d_{i1}} \quad (3.14)$$

olup emel çember çapı ile etkilenmektedir. (KURBANOĞLU, 2006)

Evolvent profilli dişli çarklarda kavrama bir doğru boyunca gerçekleştiği için temel çemberin geometrisinin değişmesi ile alın profilin şekli etkilenmez. Evolvent dişli çarklar, dişli çark çiftinin aks aralığının değişmesine karşı hassas değildir. Bu özelliklerinden dolayı makine yapılarında ekseriyetle imalatı kolay ve ucuz olan dişli çarklardır.

3.3.2. Evolvent Dişli Çarklarda Hatve

Hatve, bölüm dairesi üzerinde bir dolu bir boş diş uzunluğudur. Diş kalınlığı s ve diş boşluğu L mesafeleri $t = L + S$ değeriyle hatve tanımlanmaktadır. Diş kalınlığı $t/2$ ve diş kalınlığı yarım açısı ψ ise; $\psi = s/d_o$ şeklinde bulunmaktadır. Diş üstü dairesinde diş kalınlığı s_a olarak verilmekte olup, baş dairesinde diş kalınlığı yarım açısı $\psi_a = s_a/d_{ü}$ değerindedir. Bir dişli çarkın bölüm dairesi çevresi ve bölüm dairesi çapı;

$$u = d_o \cdot \pi = z \cdot t \quad (3.15)$$

$$d_o = \left(\frac{z \cdot t}{\pi} \right) = z \cdot m \quad (3.16)$$

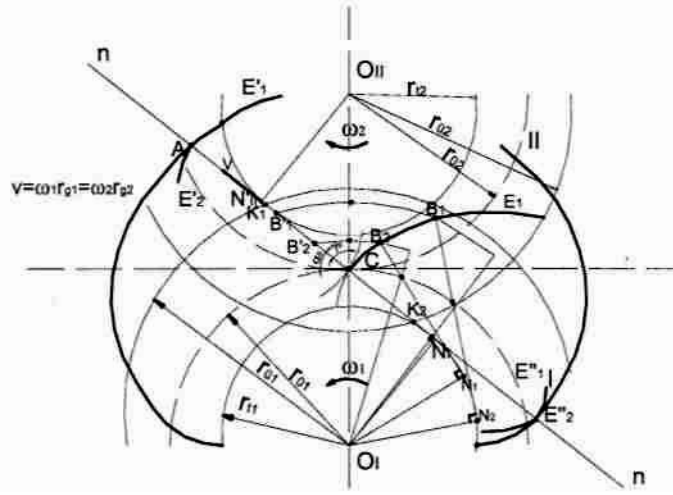
$$m = \left(\frac{t}{\pi} \right) = \frac{d_o}{z} \quad (3.17)$$

$$t = m \cdot \pi \quad (3.18)$$

şekilde hesaplanmaktadır. Bu formülde m modül (mm) olup dişlinin bütün geometrik büyüklükleri ile ilişkili olan temel bir büyüklüktür.

3.3.3. Evolvent Dişli Çarklarda Eş Eğriler

Birbirlerine göre yuvarlanma hareketi yapan evolvent dişli çarkların eş eğrilerinden biri E_1 ve buna ait temel çemberin yarıçapı r_{t1} dir. Evolvent üzerindeki B_1 noktasının normalinin r_{01} yarıçaplı çemberi kestiği nokta C_1 ve B_2 noktasının C_2 olsun. C_1 noktası C noktasına geldiğinde B_1 noktası B_1' noktasına gelmektedir. B_1' noktasının normali C noktasından geçen kavrama doğrusu olup, yatayla α_0 , düşeyle γ_0 açısı yapmaktadır. B_2 noktası da B_2' gibi kavrama doğrusu üstünde bir noktaya gelmektedir. (Şekil 3.15). (KURBANOĞLU,2006)



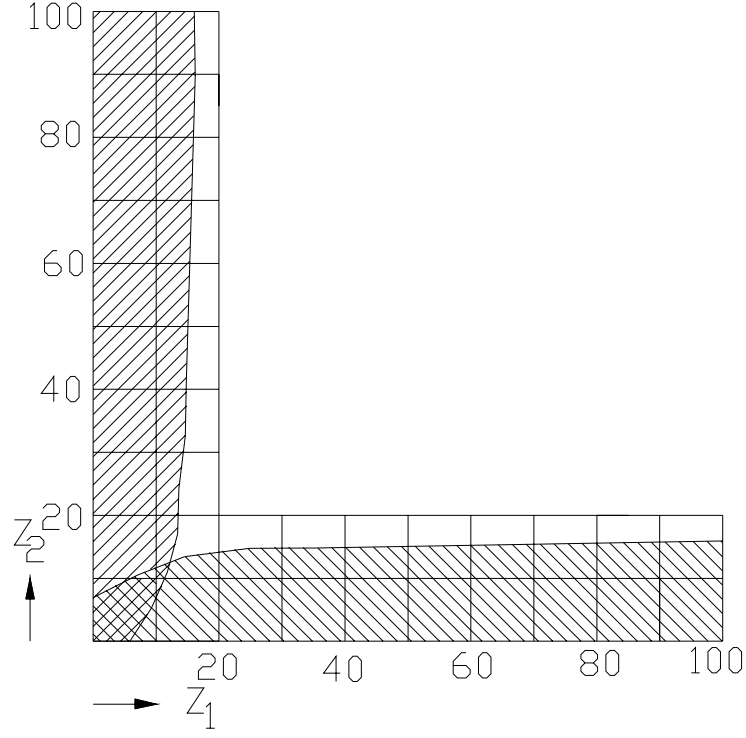
Şekil 3.15 Evolvent dişlilerde eş eğriler

(Şekil 3.14)'dan; $O_1N_2C_1 = O_1N_2C_2$ olup B_1C_1 ve B_2C_2 normalleri O_1C_1 ve O_1C_2 yarıçapları doğrultulan ile aynı γ açısı yapmaktadır. Şu halde evolvent profilli bir eş eğrinin kavrama doğrusu yatayla değişmeyen α_0 açısı yapar. Kavrama doğrusu aynı zamanda ikinci eş eğri için de doğrultusu değişmeyen aynı normal olduğundan, karşı profil de bir evolvent eğrisi olacaktır. Ancak bunun temel çemberi, kavrama doğrusuna teğet $O_{II}N_{II}=r_{12}$ yarıçaplı çemberdir. Çemberler w_1 ve w_2 açısal hızları ile $v = r_{t1}w_1 = r_{t2}w_2$ çevre hızı ile ilerlemektedir. A noktası her iki çember düzlemi üzerinde iki ayrı evolvent çizmekte olup, bu iki evolvente birbiri ile çalışan eş eğriler denilmektedir. E_1 evolventi gittikçe açılarak büyürken E_2 evolventi küçülmektedir. Bunlar, doğrunun temel çembere teğet olduğu N_n noktasında son bulmaktadır. Hareket devam ettiği takdirde N_n 'nin dışında eğriliği ters olarak tekrar başlamakta; iki eğri bu defa içten birbirine teğet olarak

ve eğrilikleri büyüyerek devam etmektedir. Eğrilikleri dıştan teğet olarak çalışan dişli çarklar, birbirinin içine giren iki cisim anlamına gelmekte olup bunlar çalışamazlar. Şu halde iki evolvent profilinin eş eğri olarak çalışması, ancak evolventlere ait r_{t1} ve r_{t2} yarıçaplı temel çemberlerin teğet noktaları arasında mümkündür. Evolvent eş eğrileri I ve II numaralı çemberlerin içinde ve dışında meydana geldiğinden, eğrilerin çalışma boyunca iç tarafta teorik olarak r_t yarıçaplı çemberlerle sınırlı olduğu halde, dış tarafta sınırsızdır. Pratikte bu durumda olan dişli çarklarda alt kesilme meydana gelmektedir. (KURBANOĞLU,2006)

3.4. Dişli Çarklarda Altan Kesme ve Önlenmesi

Sınır diş sayısının altında diş sayısına sahip olan dişli çarklar birbirleri ile çalıştıklarında, alt kesilme meydana gelmektedir. Kavrama doğrusunun faydalı çalışma boyu, sınır çalışma boyunun dışına çıkmaktadır. İmâlatta genellikle kesici takım olan kremayerin diş sayısı, evolvent dişli sayısından küçük seçilmektedir. Bu durumda kremayer, temel çemberin altında diş diplerini oymaktadır. Şayet evolventin temel çemberden üstü olan aktif kısmı ve temel çemberin altında kalan oyulan kısmı, oyulmayacak şekilde düzenlendiğinde de, karşı dişli ile çalışma imkanı olmayacaktır. Sınır diş sayısı altında çalışma zorunlu olduğundan alt kesilme de kaçınılmaz olmaktadır. Dişli çarklarda alt kesilme üç şekilde önlenmektedir. Bunlar; profil öteleme, kesici takım diş başının kısaltılması ve kavrama açısının büyütülmesidir. Eş çalışan iki dişlide dişlerin alttan kesilme olmaması için gerekli diş sayısı (Şekil 3.16) de verilmiştir. Verilen şekil 3.16 kavrama açısı $\alpha = 20^\circ$ olan dişli çarklar için geçerli olup taraflı alanda çalışıldığında alttan kesme kaçınılmazdır.



Şekil 3.16 Alın dişli çarklarda alttan kesme sınırları.

3.5. Düz Alın Dişli Mekanizmaları

Düz alın dişli mekanizmaları, birçok makinede yaygın bir şekilde kullanılmakta olup, basit dişli mekanizmalarıdır. Eksenel kuvvetler olmadığı için, mekanizma yatak seçimi ve montajı problemlili değildir. Bu dişli çarkların tek modüle sahip olması kullanımını kolaylaştırmaktadır.

Düz alın dişli mekanizmaları, normal taleplerde küçük ve orta dönme devirleri ve çevre hızlarında ($v=20\text{m/sn}$) kullanılmaktadır. Basit universal makineler, küçük kaldırma makineleri, kıvrırma makineleri, yapı makineleri, tarım makine mekanizmaları, takım tezgahlarında değiştirme ve kızak mekanizmaları vb. uygulama alanlarına sahiptirler.

Düz alın dişli mekanizmaları, eğik dişli mekanizmalara göre bazı avantajlara sahiptir. Düz alın dişli çarklarda aksel kayma ve ilave aksel yatak yükleri yoktur. Düz alın dişlilerin etki derecesi daha büyüktür. Dişler geniş olduğu için temas yüzeyleri büyük olup daha küçük yüzey basınçlarına maruz kalarak, daha az aşınmaya maruz kalmaktadır. Bunun için çok kademeli, kısa mesafede büyük momentler ileten mekanizmalar yapılabilir. Bunun yanında eğik dişlilere göre bazı dezavantajlara da sahiptir. Aşırı dönme devirlerinde sakın çalışmayıp, arzu edilmeyen gürültüler

üretmektedir. Aynı ölçülerdeki eğik dişli mekanizmalarına göre taşıma kabiliyeti daha azdır. Düz alın dişli çarklar, diş formlarının hatalarına ve dinamik ilave yüklere karşı hassastırlar. Yani kolay titreşmekte ve sürekli kırılmaktadır.

3.5.1. Düz Alın Dişli Mekanizmalarının Ana Ölçülerinin Seçimi

Dişli çark çiftinin bölüm dairesi çapı d_o , diş sayısı z , modül m , diş genişliği b gibi ana ölçüleri öncelikle deneysel değerlerden faydalanılarak seçilmekte; bunun mümkün olmadığı durumlarda, tecrübeler sonucu elde edilen eşitliklerle yaklaşık olarak hesaplanmaktadır. Önce pinyon dişlisinin bölüm dairesi çapı belirlenmekte, daha sonra müteharrik dişli çarkın geometrik ölçüleri hesaplanmaktadır. Burada yapılan kabullere bağlı olarak ön görülen işletme dataları farklılıklar gösterebilmektedir.

3.5.1.1. Mil ve Bölüm Dairesi Çapının Belirlenmesi

Pinyon mili, motor mili veya dişli çark mili olarak verilmekte olan mekanizma mil çapı d_m , bilinen mukavemet hesaplan ile bulunmaktadır. Silindirik düz alın dişlilerin diş sayılan genellikle kavrama oranına göre en az $\epsilon_a > 1,1$ olacak şekilde seçilmektedir. Tahvil oranı alın dişliler için $i(u) < 8$ civarında alınmaktadır. Dişli çark çiftinin sakin dönmesi için, pinyon diş sayısı z_1 büyük seçilmektedir. Diğer taraftan z_1 küçük seçildiğinde, diş taban mukavemeti büyümekte ve büyük seçildiğinde ise hassas olmayan diş ölçüleri elde edilmektedir.

Küçük $i(u)$ değerlerinde büyük z_j seçilmesi, büyük $i(u)$ değerlerine göre daha avantajlıdır. Diş sayısı $Z_1 < Z_2 = 14$ den daha küçük diş sayılarında alt kesilme meydana geldiği için profil öteleme gerekmektedir. Verilen $i(u)$ değerinin $\pm\%3$ den daha fazla sapmamasına ve z_2 dişlisi diş sayısı tam çıkması için, Z_1 diş sayısının seçilmesine dikkat edilmektedir. Dişli çarkların farklı olan z_1 ve z_2 diş sayıları, her diş çifti birbirini takip eden dişler ile, kavrama içinde simetrik bir aşınmaya imkan verecek şekilde seçilmektedir. Bundan dolayı kesici takım ile üretimde, taksimat hassasiyetinin iyileşmesi hedeflenmektedir. Pinyon ekseriye dolu çark olarak imâl edilmekte ve mile feder veya pres geçme ile tespit edilmektedir. Daha büyük $i(u)$ değerlerinde pinyon ve mil, pinyon mili olarak bir parçadan yekpare yapılmaktadır. Pinyonun Z_1 diş sayısı çevre hızı v 'ye bağlı olarak seçilmektedir. Diş sayıları $z_1 \sim 20 \dots 25$ arasında taksimat dairesinde

$v > 5$ m/s yüksek çevre hızlan, $z_1 \sim 18 \dots 22$ arasında $v = 1 \dots 5$ m/s orta çevre hızlan, $z_1 \sim 15 \dots 20$ arasında $v < 1$ m/s düşük çevre hızlan elde edilmektedir.

Dişli çarklarda z_1 diş sayısı tayin edilirken i (u) tahvil oranı ve malzeme değerleri de göz önünde bulundurulmaktadır. Dişli çarklar için bulunması gereken diğer büyüklükler sıra ile aşağıda yazılmaktadır. Çevre hızı;

$$V = \frac{(\pi \cdot d_{01} \cdot n_1)}{60} \quad (3.19)$$

bölüm dairesi; pinyon dişli mil ile birlikte imal edildiği durumda, kabaca bölüm dairesi çapı,

$$d_{01} = 2 \cdot d_{mil} \quad (3.20)$$

pinyon mile takıldığında bölüm dairesi çapı;

$$d_{01} = 1,25 \cdot d_{mil} \quad (3.21)$$

pinyon uygun kaması ile bağlandığında göbek çapı ve bölüm dairesi çapı;

$$D = 1,8 \cdot d_{mil} \quad (3.22)$$

$$d_{01} = D + 2 \cdot 1,25 \cdot m \quad (3.23)$$

$$d_{01} = 1,8 \cdot d_{mil} + 2,5 \cdot m \quad (3.24)$$

modül; dişlilerde diş modülü m 'in, tam tanımlanması zordur. Ancak $m = d_{01} / z_1$ formülü kullanılarak, mile takılan pinyon için en küçük bölüm dairesi çapı tanımlanmaya çalışılmaktadır. Buna göre;

$$d_{01} = \left(\frac{(1,8 \cdot d_{mil} \cdot z_1)}{(z_1 - 2,5)} \right) \quad (3.25)$$

pinyon mil ile bütün imal edilirse en büyük diş dibi ve bölüm dairesi çapı;

$$d_{01} = 1,1 \cdot d_{mil} \quad (3.26)$$

$$d_{01} < 1,8 \cdot d_{mil} + 2,5 \quad (3.27)$$

$$d_{01} = \frac{(1,1 \cdot d_{mil} \cdot z_1)}{(z_1 - 2,5)} \quad (3.28)$$

buna göre;

$$d_{01} = m \cdot z_1 \quad (3.29)$$

$$d_{02} = m \cdot z_2 \quad (3.30)$$

3.5.1.2. Diş Genişliğinin Belirlenmesi

Diş genişlikleri, bölüm dairesi çapı ve modül dikkate alınarak bulunmaktadır. Buna göre pinyon çark için diş genişliği:

$$b_1 = \psi_d \cdot d_{o1} \quad (3.31)$$

$$b_1 = \psi_m \cdot m \quad (3.32)$$

formüllerinden yaklaşık olarak bulunmaktadır. Buradan genişlik oranları iki şekilde seçilmektedir;

Çap genişlik oranı;

$$\psi_d = \frac{b_1}{d_{o1}} \quad (3.33)$$

diş sayılarının oranı;

$$u = \frac{Z_1}{Z_2} \quad (3.34)$$

formülleriyle belirlenmektedir. Dişlilerin ve mil yataklarının uygulamasına ve işleme şartlarına göre seçilmektedir.

Modül genişlik oranı;

$$\psi_m = \frac{b_1}{m} \quad (3.35)$$

dişlilerin ve mil yataklarının tercih edilmesine bağlı olarak seçilmektedir.

3.5.1.3. Mil Eksenleri Arasındaki Açıklık

Dişli çarklarda eksenler arası açıklık; değiştirme ve ayar mekanizmaları veya vites kutularında, tahrik çarkının bölüm dairesi çapı ile verilmektedir. Buna göre;

$$d_{o1} = \frac{(2 a_0)}{(1+i)} \quad (3.36)$$

yada;

$$d_{o1} = \frac{(2 a_0)}{(1+u)} \quad (3.37)$$

bunun dışında bölüm daireleri yarıçapları, modül veya diş sayılarından faydalanarak eksenler arası mesafe hesaplanmaktadır.

3.5.1.3. Mekanizmanın Ana Ölçüleri

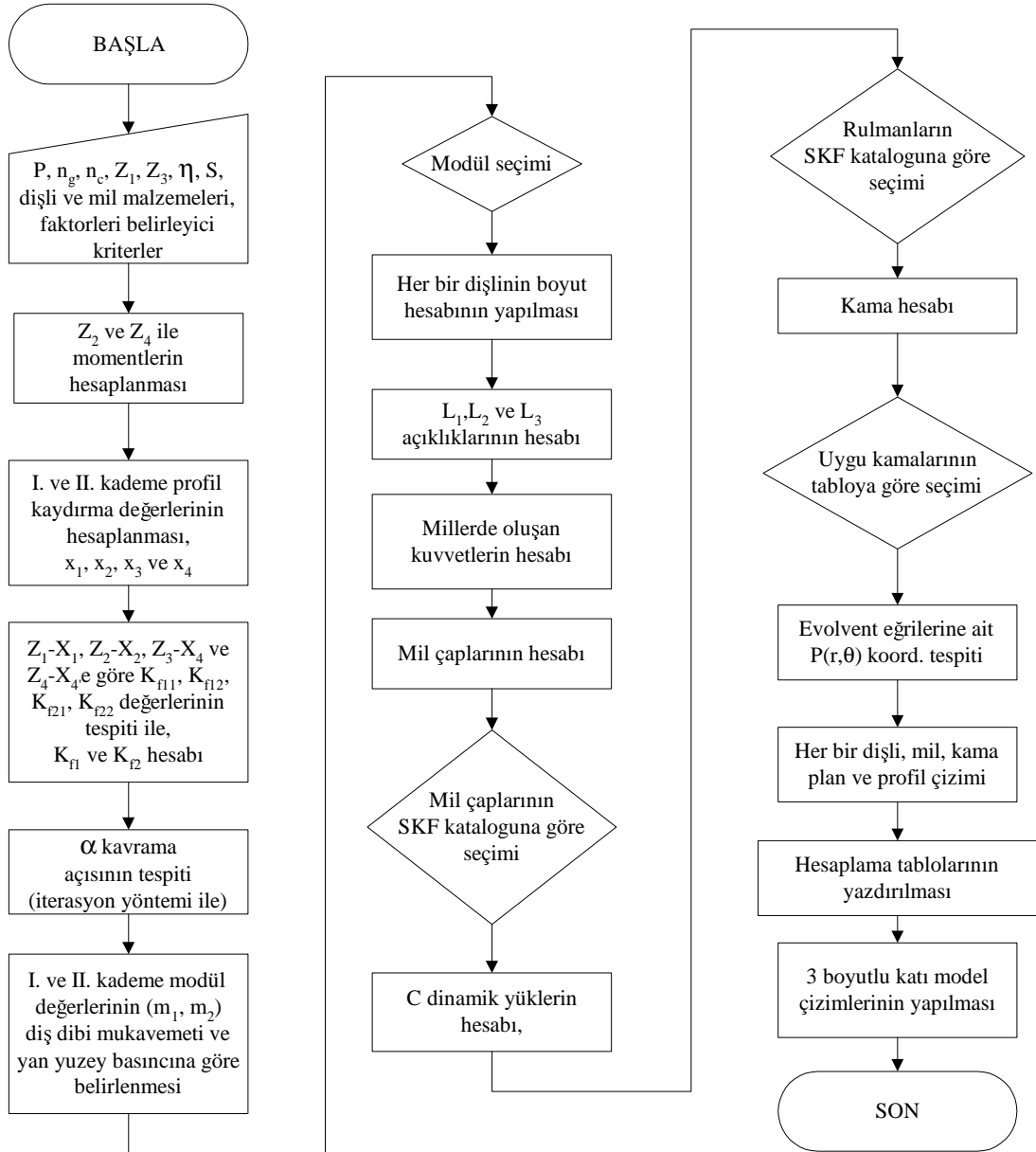
Düz alın dişli çarklarda deneysel değerlere veya firmaların verilerine dayanarak mekanizma ana ölçüleri yaklaşık olarak bulunmaktadır. Pinyon dişlinin bölüm dairesi çapı;

$$d_{oi} = \sqrt[3]{\frac{(2 M_{d1} \cdot (u+1))}{(K \cdot \psi_d \cdot u)}} \quad (3.38)$$

bağıntısıyla bulunur.

4. YÖNTEM

Bu bölümde, tez çalışmasında materyal bölümünde konu edilen, çalışma başlıklarını ve işlem aşamaları ve uygulamaları ele alınmıştır. Tasarım işlemi aşağıdaki akış diyagramı (Şekil 4.1.) ile belirtilen işlem aşamalarını içermektedir. Yöntem kısmında ise yapılan çalışmalar program tasarımına ve çalışmasına paralel olacak şekilde sıralanmıştır. Bu sebeple, Şekil 4.1. de verilen işlem aşamaları, ya tek başlarına ya da ilgili aşamalar gruplar halinde olmak üzere ele alınmıştır.



Şekil 4.1. Tasarım programı akış diyagramı

4.1 Tasarım ve Hesaplamalara Ait Kriter ve Değerlerin Belirlenmesi

Tasarım programı öncelikle kullanıcı tarafından tasarımı yapılması planlanan sistem ile ilgili bilgileri alır ve ardından da bu bilgileri tasarım için gerekli diğer parametrelerin hesaplanmasında kullanır. Bu işlem aşamaları aşağıda detaylı olarak ele alınmıştır.

4.1.1. Tasarım Şartlarının Belirlenmesi

Tasarımın ilk aşaması, tasarım için gerekli tasarım şartlarının belirlenmesidir. Bu sebeple kullanıcıdan tasarıma dair şartlar hakkında bilgi alınması gerekir. Alınan bu bilgi tasarımın temel şartlarını belirler. Bu bilgilerin hatasız olarak girilmesini sağlamak üzere aşağıdaki şekilde (Şekil 4.2.) verilen ara yüz tasarlanmıştır. Bu ara yüz kullanılarak tasarıma esas oluşturacak olan ve aşağıda listesi verilen özelliklerin girilmesi sağlanır.

AUTOLISP VE DCL PROGRAMLAMA DİLİ İLE İKİ KADEMELİ DÜZ DİŞLİ DİZAYNI

Giriş - Çıkış Bilgileri

Giriş Gücü (P,kW) 11

Giriş Devri (ng, dev/dk) 1500

Çıkış Devri (nc, dev/dk) 350

Pinyon Dişli Sayıları (Z1, Z3)

Genel Kullanım (17-20) Z1 21

Düzensiz ve Verimli (20-26) Z3 18

Genişlik Faktörü Tespiti

Genel Maks.D.Çark (0.8-1.2) Kgenfak 1.00

Sınırlı Hacim (0.25-0.8)

Yük Dağılım Faktörü Tespiti (Km)

İki Tar.Simetrik Yat. Dişli

Asimetrik Dişli-Çok Rijit Mil

Asimetrik Dişli-Az Rijit Mil

Karşık Yerleştirilmiş Dişli

Çalışma Faktörü Tespiti (Kç)

Düzensiz Darbeli

Orta Darbeli

Ağır Darbeli

Profil Kaydırma ile İyileştirme (X)

Yüksek Diş Dibi Mukav.

Eşit Özellikler

Yüksek Kavrama Oranı

Zorlanma Faktörü (Kz)

Sık Sık Yön Değ. Dişli

Tek Yönlü Çal. Dişli

Motor Cinsi

Elektrik veya Türbin

Çok Sil.İçten Yanmalı

Tek Sil.İçten Yanmalı

I.Kademe Dişli Verimi: 0.96

II.Kademe Dişli Verimi: 0.89

Rulmanlı Yatakların Verimi: 0.98

Emniyet Katsayısı (S): 1.50

Dişli ve Mil Malzemeleri Seçimi

21_ALEV VEYA IND.SERT.ÇELİK_C 45İ

20_ALEV VEYA IND.SERT.CELİK_37MnSi5

6_Yapı Çeliği_S170

4_Yapı Çeliği_S150

5_Yapı Çeliği_S160

OK Cancel

Şekil 4.2. Kullanıcı tarafından tasarım bilgi girişini sağlayan ara yüz penceresi

Giriş Gücü : (P): Redüktöre iletilen güç olup, Birimi (kW)'dır.

Giriş Devri : (n_g): Redüktör giriş devir sayısıdır. Birimi (dev/dk)'dır.

Çıkış Devri : (n_c): Giriş devrine benzer şekilde seçilir. Birimi (dev/dk)'dır.

Pinyon Dişli Sayıları : (Z_1, Z_3): Her iki kademede yer alan pinyon dişli sayıları seçilir.

Malzeme özellikleri: Miller ve dişlilere ait malzemelerin seçilmesi

Genişlik faktörü : (K_{gen}) genişlik faktörü seçilir.

Sistem konfigürasyonu : (K_m) Sistemin konfigürasyonu belirlenir

Çalışma şartları : (K_c) Motor cinsi ve darbe oranına bağlı olarak seçilir.

Zorlanma Faktörü : (K_Z): Çalışma yönüne göre belirlenir.

Emniyet Katsayısı : (S) 1.25 ile 1.5 arasında olmak üzere belirlenir.

Verimler : (η_1, η_2, η_3) I. ve II. dişli kademelerinin ve rulman yataklarının verimi seçilir.

Kullanıcı tarafından belirlenen yukarıdaki giriş değerleri kullanılarak bazı temel hesaplamaların yapılması gerekmektedir. Bu hesaplamalar aşağıdaki şekilde olup, kullanıcı tarafından giriş yapılan parametre değerleri esas alınarak belirlenmektedir.

4.1.2. Tasarım Parametrelerinin Hesaplanması

Bu aşamada, daha önce kullanıcı tarafından belirlenen parametreler kullanılarak, tasarımın gerçekleştirilmesi için gerekli diğer parametreler belirlenmiştir. Bu parametreler ve belirlenme şekilleri aşağıda verilmiştir.

Çevrim oranları : (i_1, i_2): i_1, i_2 devir sayılarındaki indirgeme oranları olup, n_g ve n_c giriş ve çıkış devirlerine göre hesaplanır. Bunun için aşağıda belirtilen (4.1) nolu denklem kullanılarak belirlenir.

$$i_T = \frac{n_g}{n_c} = i_1 \cdot i_2 \quad (4.1)$$

Ayrıca i_1 ve i_2 arasında aşağıdaki denklemle (4.2) tanımlanan bağıntı vardır.

$$i_1 = i_2 = \sqrt{i_T} \quad (4.2)$$

Yük Dağılım Faktörü : (K_m): Millerin rijitliğine ve dişlilerin işleme doğruluğuna bağlı bir faktördür. Seçilen malzemenin yüzey sertliği (HB) ve yüzey kalitesine göre belirlenir. Kullanıcının belirlemiş olduğu dişlinin yerleşim şekli, Çizelge 4.1'deki gibi seçilen malzemenin sertliğine ve K_{gen} , genişlik faktörüne bağlıdır.

Çizelge 4.1. Yük dağılım faktörü

K_{gen}	Her iki tarafından simetrik yataklanmış dişli	Asimetrik olarak yerleştirilmiş dişli		Karışık yerleştirilmiş dişli
		Çok rijit mil	Az rijit mil	
0.25	1.00	1.01	1.06	1.16
0.40	1.00	1.04	1.10	1.22
0.60	1.03	1.08	1.16	1.32
0.80	1.06	1.13	1.22	1.45
1.00	1.10	1.18	1.29	--
1.20	1.14	1.23	1.36	--
1.40	1.19	1.29	1.45	--
1.60	1.25	1.35	1.55	--

Seçilen malzemenin sertliği $> 350 \text{ daN/mm}^2$ ise ; $K_m = K_m$ (Çizelge 4.1'den), ancak seçilen malzemenin sertliği 350 daN/mm^2 'den küçük ise; $K_m = (K_m + 1)/2$ alınır.

Çalışma Faktörü: (K_c): Motor Cinsine ve darbe oranına bağlı olarak Çizelge 4.2'den program tarafından giriş değerlerine göre seçilir.

Çizelge 4.2. Çalışma Faktörü tespiti

İş makinesi (yük ifadesi ile)	Motorun Cinsi		
	Elektrik veya türbin	Çok silindirli içten yanmalı	Tek silindirli içten yanmalı
Düzensiz	1.00	1.25	1.50
Orta darbeli	1.25	1.50	1.75
Ağır darbeli	1.75	2.00	2.25

Zorlanma Faktörü : (K_z): Kullanıcı tarafından tanımlanan yön değiştirme durumuna göre, sık yön değiştiren dişlilerde, $K_z=1$; tek yönlü olarak çalışan dişlilerde, $K_z=1.4$ alınır.

Hız / Dinamik Faktörü : (K_v): Genellikle taksimat ve profil hatalarına, çevre hızına, dönen sistemlerin rijidliğine, birim genişliğe, gelen kuvvet ve dişlerin rijidliğine bağlı olup $K_v=1.45$ olarak alınmıştır.

Rulman Nominal Ömrü : (L_h): İlk malzeme yorulması işaretlerinin ortaya çıkmadan yatağın yapmış olduğu devir sayısı olan rulman ömrü, 20.000 saat olarak kabul edilmiştir.

Çentik Faktörü : $K_{çentik}$, 1.50 olarak alınmıştır.

Altan kesme sınırlaması : Altan kesme durumunun önlenmesi için Z_1 ve Z_3 pinyon dişlilerinin diş sayılarının minimum değerleri 17 ile sınırlanmıştır.

Profil Kaydırma ve Form Faktörü: Her iki kademe için ayrı ayrı olarak hesaplanacak olup, aşağıda verilen denklemler (4.3, 4.4) ile tanımlanan şekilde alınmıştır.

$$Z_2 = i_1 \cdot Z_1 \quad (4.3)$$

$$Z_{12} = Z_1 + Z_2 \quad (4.4)$$

Tasarım parametreleri giriş arayüzünde kullanıcı tarafından seçilen çalışma özellikleri ile diş sayıları dikkate alınarak, her bir dişli için kaydırma faktörleri yukarıda verilen Çizelge 4.3 ile verilen formüller kullanılarak hesaplanır. Richter yöntemi ile aşağıdaki formüller kullanılarak yukarıda belirlenen x_{12} kullanılarak x_1 ve x_2 kaydırma faktörleri tespit edilir.

Çizelge 4.3. Kaydırma faktörünün diş sayıları toplamı ve kriterlere göre belirlenmesi

Kriterler	Dişli sayı toplamaları	Kaydırma faktörü
Yüksek diş dibi mukavemeti için	$Z_{12} \leq 63$	$X_{12} = -0.0095 \cdot Z_{12} + 1.28$
	$Z_{12} > 63$	$X_{12} = 0.8$
Eşit özellikleri sağlamak için	$Z_{12} \leq 61$	$X_{12} = -0.01756 \cdot Z_{12} + 1.27$
	$Z_{12} > 61$	$X_{12} = 0.2$
Yüksek kavrama oranı için	$Z_{12} \leq 56$	$X_{12} = -0.023 \cdot Z_{12} + 1.27$
	$Z_{12} > 56$	$X_{12} = -0.2$

$$x_1 = \frac{x_{12}}{i_1 + 1} + \frac{1 - i_1}{(1 + i_1 + (0,4 \cdot z_{12}))} \quad (4.5)$$

$$x_2 = x_{12} - x_1 \quad (4.6)$$

Buna göre aşağıda verilen Çizelge 4.4'den de dişlilerin diş sayıları ve kaydırma faktörlerine göre K_{f1} ve K_{f2} form faktörleri hesaplanır.

Çizelge 4.4. Diş sayılarına göre ve kaydırma faktörlerine göre form faktörü (K_f)

	Profil Kaydırma Faktörü X_f																				
Z_f	-0,6	-0,5	-0,4	-0,3	-0,2	-0,1	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4
17						3,35	3,09	2,88	2,69	2,53	2,39	2,27	2,17	2,08	2,01	1,95	1,89	1,85			
18					3,53	3,26	3,02	2,82	2,65	2,50	2,37	2,26	2,16	2,08	2,01	1,95	1,90	1,86			
19				3,72	3,44	3,20	2,96	2,78	2,61	2,47	2,35	2,24	2,15	2,07	2,01	1,95	1,90	1,87	1,83		
20				3,62	3,35	3,12	2,91	2,74	2,58	2,45	2,33	2,23	2,14	2,07	2,01	1,95	1,90	1,87	1,84		
21				3,53	3,28	3,07	2,87	2,70	2,55	2,43	2,32	2,22	2,14	2,06	2,01	1,95	1,91	1,87	1,84	1,82	
22				3,45	3,20	3,01	2,83	2,67	2,52	2,41	2,30	2,21	2,13	2,06	2,00	1,95	1,91	1,88	1,85	1,83	
23			3,64	3,38	3,15	2,96	2,80	2,64	2,50	2,39	2,29	2,20	2,12	2,06	2,00	1,95	1,91	1,88	1,85	1,83	1,82
24			3,55	3,30	3,10	2,92	2,75	2,61	2,48	2,37	2,28	2,19	2,12	2,06	2,00	1,95	1,91	1,88	1,86	1,84	1,83
25		3,73	3,45	3,25	3,05	2,88	2,72	2,58	2,46	2,36	2,27	2,19	2,12	2,05	2,00	1,95	1,92	1,88	1,86	1,84	1,83
30	3,61	3,35	3,18	3,01	2,85	2,72	2,60	2,48	2,38	2,30	2,22	2,16	2,10	2,04	2,00	1,96	1,93	1,90	1,88	1,85	1,85
40	3,15	3,00	2,86	2,75	2,63	2,54	2,45	2,37	2,30	2,24	2,18	2,13	2,08	2,04	2,01	1,97	1,95	1,93	1,91	1,90	1,89
50	2,90	2,78	2,68	2,59	2,50	2,43	2,36	2,31	2,25	2,20	2,15	2,11	2,07	2,03	2,02	1,98	1,97	1,94	1,93	1,92	1,91
60	2,75	2,65	2,57	2,50	2,42	2,37	2,32	2,25	2,22	2,17	2,13	2,10	2,08	2,04	2,02	1,99	1,98	1,96	1,94	1,94	1,93
100	2,46	2,40	2,35	2,32	2,26	2,24	2,21	2,17	2,15	2,12	2,10	2,08	2,06	2,04	2,03	2,01	2,00	1,99	1,98	1,98	1,97
200	2,27	2,24	2,21	2,19	2,17	2,15	2,14	2,12	2,10	2,10	2,08	2,07	2,05	2,04	2,04	2,02	2,02	2,01	1,98	2,00	2,00
400	2,17	2,15	2,14	2,13	2,12	2,11	2,10	2,09	2,08	2,08	2,08	2,07	2,06	2,06	2,05	2,04	2,04	2,04	2,03	2,03	2,03
∞	2,07	2,07	2,07	2,07	2,07	2,07	2,07	2,07	2,07	2,07	2,07	2,07	2,07	2,07	2,07	2,07	2,07	2,07	2,07	2,07	2,07

Yukarıdaki çizelgede (Çizelge 4.4) form faktörü tablosu kısaltılmış olup, detaylı

değerler ve tam aralık hali ekler kısmında program tasarımında kullanılan “*Form.dat*” uzantılı dosyada yer alan hali ile verilmiştir.

Gerçek Kavrama Açısı : Bilindiği üzere kaydırma faktörlerinin uygulandığı sistemlerde, α_o açısı 20° olarak sabit kalmaz. Gerçek kavrama açısı ise; α olsun;

$$(\tan \alpha - \alpha) = \left(2 \frac{(x_1 + x_2)}{(z_1 + z_2)} + 1 \right) \cdot \tan \alpha_o - \alpha_o \quad (4.7)$$

eşitliğinden gerçek kavrama açısı program tarafından her iki kademe için ayrı ayrı olmak üzere “iterasyon” yöntemiyle hesaplanır.

Moment Hesabı : η_1, η_2 ve η_3 verimleri dikkate alınarak, her mil için ayrı ayrı hesaplanır.

$$M_{di} = \frac{9550 P}{n_i} \cdot \eta_i \quad (4.8)$$

4.2 Diş Modül Hesabı

Her iki kademe için ayrı ayrı olmak üzere, eğilme mukavemetine göre denklem (4.9) ve yüzey basıncına göre denklem (4.10) kullanılarak ayrı ayrı hesaplanır. Bu hesaplanan modül değerlerinden büyük olanı alınarak hesaplamalara devam edilir. Hesaplamalarda kullanılan eğilme mukavemetine göre modül hesabı aşağıdaki denklem kullanılarak yapılır.

$$m \geq \sqrt[3]{\frac{2 \cdot M_d \cdot K_f \cdot K_c \cdot K_v \cdot K_m}{Z_1^2 \cdot K_{gen} \cdot \sigma_{em}}} \quad (4.9)$$

Yüzey basıncına göre ise;

$$m \geq \frac{1}{Z_1} \sqrt[3]{\frac{2 \cdot M_{di} \cdot K_c \cdot K_v \cdot K_m \cdot K_E^2 \cdot K_\alpha^2 \cdot K_I^2}{K_{gen} \cdot P_{H_{em}}^2}} \quad (4.10)$$

göre yapılır.

Ayrıca, ezilme kontrolü ve eğilme kontrolü hesapları ile tasarımın güvenliği kontrol edilir.

4.3. Dişlilerin Geometrik Boyutlarının Belirlenmesi

Her iki kademe için belirlenen modüllere göre, geometrik boyutlar aşağıdaki formüller kullanılarak hesaplanır.

(d_{01}) : Pinyon taksimat dairesi çapı:

$$d_{01} = m_1 \cdot Z_1 \quad (4.11)$$

(d_{02}) : Çark taksimat dairesi çapı

$$d_{02} = m_1 \cdot Z_2 \quad (4.12)$$

(b_1) : Pinyon dış genişliği

$$b_1 = K_{gen} \cdot d_{01} + 5 \quad (4.13)$$

(b_2) : Dişli çark dış genişliği

$$b_2 = K_{gen} \cdot d_{01} \quad (4.14)$$

Yuvarlanma dairesi çapları (d_1, d_2)

$$d_1 = d_{01} \cdot \frac{\cos \alpha_0}{\cos \alpha} \quad (4.15)$$

$$d_2 = d_{02} \cdot \frac{\cos \alpha_0}{\cos \alpha} \quad (4.16)$$

Taban dairesi çapı (d_{t1}, d_{t2})

$$d_{t1} = d_{01} - 2 \cdot m_1 \cdot (1.25 - X_1) \quad (4.17)$$

$$d_{t2} = d_{02} - 2 \cdot m_1 \cdot (1.25 - X_2) \quad (4.18)$$

Temel dairesi çapı (d_{tem1}, d_{tem2})

$$d_{tem1} = d_{01} - 2 \cdot m_1 \cdot (1.00 - X_1) \quad (4.19)$$

$$d_{tem2} = d_{02} - 2 \cdot m_1 \cdot (1.00 - X_2) \quad (4.20)$$

Eksenler arası mesafe (a)

$$a = \frac{m_1}{2} \cdot (Z_1 + Z_2) \cdot \frac{\cos \alpha_0}{\cos \alpha} \quad (4.21)$$

Baş dairesi çapı (d_{b1}, d_{b2})

$$d_{b1} = \left(\left(2 \left((a_1 + m_1) - (x_2 \cdot m_1) \right) \right) - d_{02} \right) \quad (4.22)$$

$$d_{b2} = \left(\left(2 \left((a_1 + m_1) - (x_1 \cdot m_1) \right) \right) - d_{o1} \right) \quad (4.23)$$

Taksimata dairesindeki diş kalınlığı (S_{o1} , S_{o2})

$$S_{o1} = d_{o1} \left[\left(\frac{\left(\frac{\pi}{2} + 2 \cdot x_1 \cdot \tan(\alpha_0) \right)}{Z_1} \right) + ev(\alpha_0) - ev(\alpha) \right] \quad (4.24)$$

$$S_{o2} = d_{o2} \left[\left(\frac{\left(\frac{\pi}{2} + 2 \cdot x_2 \cdot \tan(\alpha_0) \right)}{Z_2} \right) + ev(\alpha_0) - ev(\alpha) \right] \quad (4.25)$$

Diş başı yksekliği (h_{b1} , h_{b2})

$$h_{b1} = m_1 \cdot (1 + X_1) \quad (4.26)$$

$$h_{b2} = m_1 \cdot (1 + X_2) \quad (4.27)$$

Diş dibi yksekliği (h_{t1} , h_{t2})

$$h_{t1} = m_1 \cdot (1.25 - X_1) \quad (4.28)$$

$$h_{t2} = m_1 \cdot (1.25 - X_2) \quad (4.29)$$

Taksimata (t)

$$t = \frac{\pi \cdot m_1}{2} = S_{o1} + L_{o1} = S_{o1} + S_{o2} = S_{o2} + L_{o2} \quad (4.30)$$

İkinci kademeye geiş iin;

$$M_{d2} = i_1 \cdot Verim \cdot M_{d1} \quad (4.31)$$

$$n_{g2} = \frac{n_{g1}}{i_1} \quad (4.32)$$

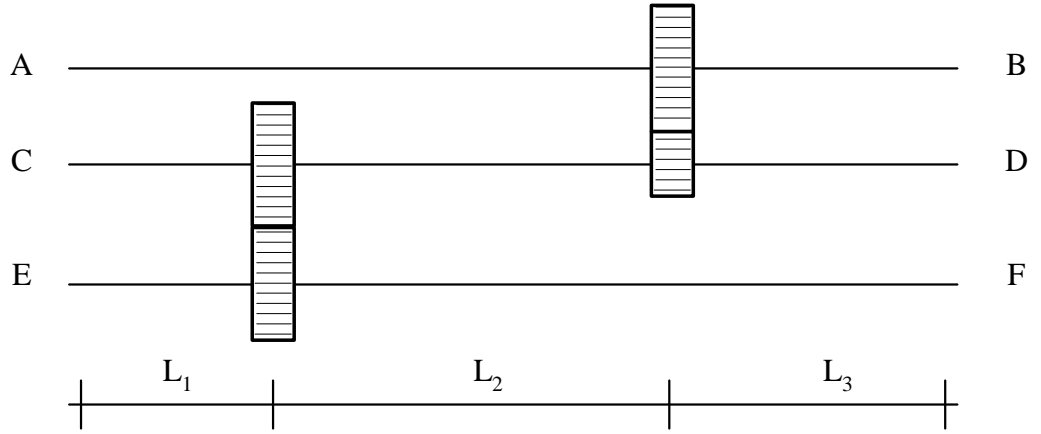
Yukarıdaki belirtilen formüller rediktrn ilk kademesine aittir. Ancak, ikinci kademe içinde ayı formüller geçerlidir. Dolayısı ile ikinci kademe içinde boyutlandırma işlemi benzer Şekilde yukarıdaki formüller kullanılarak boyutlandırma yapılır.

4.4 Mil Hesabı

İletilen güç, devir sayısı vb. faktörlere bağlı olarak dişli çark, çalıştığı mil üzerinde radyal ve teğetsel kuvvet meydana getirir. Milin bu kuvvetlerin oluşturduğu momentleri

emniyetli olarak taşıyabilmesi için belli bir çap ve uzunlukta olması gerekmektedir.

Bu bölümde belli bir konstrüksiyon için dişli çarkların oluşturduğu kuvvetler dolayısı ile momentler hesaplanarak, data kütüğünde kullanıcı tarafından seçilen mil malzemesine göre mil boyutlarının ve milde meydana gelen çökmelerin (sehim) hesabı yapılmıştır.



Şekil 4.3. Mil profili

Seçilen konstrüksiyon Şekil 4.3.'de gösterilmiştir. Bir dişli çiftinde F_{n1} ve F_{n2} şeklinde kuvvetler meydana gelmektedir. Bu iki kuvvet birbirine eşittir.

$$F_n = F_{n1} = F_{n2} \quad (4.33)$$

$$F_t = \frac{2 \cdot M_d}{d_0} \quad F_r = F_t \cdot \tan \alpha \quad (4.34)$$

$$F_n = \frac{F_t}{\cos \alpha} \quad (4.35)$$

L , L_1 , L_2 , L_3 uzunlukları ise yaklaşık olarak;

$$L = 0.15 \cdot d_{o2} + b_3 + 0.15 \cdot d_{o3} + 15 \quad (4.36)$$

$$L_1 = 0.15 \cdot d_{o2} + \frac{b_2}{2} + 5 \quad (4.37)$$

$$L_2 = \frac{b_2}{2} + \frac{b_3}{2} + 5 \quad (4.38)$$

$$L_3 = L - (L_1 + L_2) \quad (4.39)$$

şeklinde bulunur. Bu teorik bilgiler ışığında oluşan kuvvetler, momentler, mil çapının

hesabı ve son olarak da sehim kontrolleri program içerisindeki işlem sırasına göre şu şekilde yapılmaktadır.

Birinci Milin Boyutlandırılması için aşağıdaki formülasyon kullanılır.

$$F_{t_1} = \frac{2 \cdot M_{b_1}}{d_{0_1}} \quad (4.40)$$

$$F_{n_1} = \frac{F_{t_1}}{\cos \alpha} \quad (4.41)$$

Statik denge şartlarından;

$$\Sigma F = 0 \quad (4.42)$$

$$\Sigma M_A = 0 \quad (4.43)$$

$$F_B = \frac{F_{n_1} \cdot L_1}{L} \quad (4.44)$$

$$F_A = F_{n_1} - F_B \quad (4.45)$$

$$M_{e_{\max}} = F_A \cdot L_1 \quad (4.46)$$

bulunur.

Mil, 1 noktasında $M_{e_{\max}}$ ve iletilen güçten dolayı M_{d1} momentleri altında çalışmaktadır. Maksimum zorlanma bu noktada meydana geldiği için mil çapı bu noktaya göre hesaplanır.

$$d_1 = \sqrt[3]{\frac{16 \cdot \sqrt{(M_{e_{\max}}^2 + M_{d1}^2)}}{\pi \cdot \sigma_{em}}} \quad (4.47)$$

bu şekilde hesaplanan çaplar, SKF rulman katalogundaki standart çaplar ile kıyaslanarak uygun mil çapı seçilir.

Birinci milde oluşan momentlerin süperpozisyonu neticesinde, oluşan maksimum seğim emniyetli seğim ile kıyaslanarak, gerekli kontroller yapılır. Emniyetsiz kalınması durumunda mil malzemesinin tekrar seçilmesi için program tarafından gerekli uyarı yapılır.

Mil üzerindeki maksimum tekil kuvvet F_{t1} olduğundan sehim kontrolü bu kuvvete göre yapılır.

$$f_1 = \frac{F_{t_1} \cdot L_1^2 \cdot (L_2 + L_3)^2}{3 \cdot E \cdot I_p \cdot L} \quad (4.48)$$

Burada E mil malzemesinin elastisitesi,

$$I_p = \frac{\pi \cdot d_1^4}{64} \quad (4.49)$$

I_p ise mil kesitinin eylemsizlik momentidir. Bulunan f_1 sehimi, $f_{em} = 0.0005 \cdot L$ ile ifade edilen emniyetli sehim değeri ile kıyaslanır. Bu durumda $f_1 \leq f_{em}$ olması gerekir.

İkinci milin boyutlandırılması için aşağıda verilen formüller kullanılır. Bu işlem aşamasının ilk basamağı teğetsel kuvvetlerin belirlenmesidir. Bu teğetsel kuvvetler;

$$F_{t_3} = \frac{2 \cdot M_{b_2}}{d_{0_3}} \quad (4.50)$$

$$F_{t_2} = F_{t_1} \quad (4.51)$$

İle belirlenir. Bu durumda statik denge şartı olarak verilen (4.42) ve (4.43) numaralı statik denge denklemlerinden;

$$F_{T_c} = F_{t_2} + F_{t_3} - F_{T_D} \quad (4.52)$$

Maksimum momentler;

$$M_{T_2} = F_{T_c} \cdot L_1 \quad (4.53)$$

$$M_{T_3} = F_{T_D} \cdot L_3 \quad (4.54)$$

Radyal kuvvetler:

$$F_{r_2} = F_{t_2} \cdot \tan \alpha \quad (4.55)$$

$$F_{r_3} = F_{t_3} \cdot \tan \alpha \quad (4.56)$$

Aynı şekilde reaksiyon kuvvetleri de;

$$F_{R_D} = \frac{F_{r_2} \cdot L_1 + F_{r_3} \cdot (L_1 + L_2)}{L} \quad (4.57)$$

$$F_{R_C} = F_{r_2} + F_{r_3} - F_{R_D} \quad (4.58)$$

Maksimum momentler;

$$M_{R_2} = F_{R_C} \cdot L_1 \quad (4.59)$$

$$M_{R_3} = F_{R_D} \cdot L_3 \quad (4.60)$$

olarak bulunur.

Bu halde, eğilme momentleri ise aşağıdaki şekilde tanımlanır;

$$M_{e_2} = \sqrt{M_{R_2}^2 + M_{T_2}^2} \quad (4.61)$$

3 noktası için ise denklemleri aşağıdaki denklem ile

$$M_{e_3} = \sqrt{M_{R_3}^2 + M_{T_3}^2} \quad (4.62)$$

hesaplanır.

M_{e_1} ve M_{e_2} bileşke momentleri birbiri ile kıyaslanarak daha büyük olan momentin seçimi yapılır. Bu işlemden sonra d_2 mil çapı hesaplanır. Bu durumda programlamada her iki mil çapı için de hesaplanın verilmesi ve seçilen moment değeri için uygun formülün kullanılması gerekir. Bu durumda ;

M_{e_2} daha büyükse;

$$d_2 = \sqrt[3]{\frac{16 \cdot \sqrt{(M_{e_2}^2 + M_{b_2}^2)}}{\pi \cdot \sigma_{em}}} \quad (4.63)$$

M_{e_3} daha büyükse

$$d_2 = \sqrt[3]{\frac{16 \cdot \sqrt{(M_{e_3}^2 + M_{b_2}^2)}}{\pi \cdot \sigma_{em}}} \quad (4.64)$$

şeklinde 2 nolu milin çapı, 1 nolu mil hesabında yapıldığı gibi benzer şekilde bulunur.

İkinci milde oluşan momentlerin süperpozisyonu neticesinde, oluşan maksimum

seğim emniyetli seğim ile kıyaslanarak, gerekli kontroller yapılır. Gerekmesi halinde program tarafından uyarı alındığından, bu mile ait mil malzemesi tekrar seçilebilir.

F_{t_2} kuvvetinin 2 noktasında meydana getirdiği sehim,

$$f_{2_1} = \frac{F_{t_2} \cdot L_1 \cdot (L_2 + L_3) \cdot (L^2 - (L_1^2 + (L_2 + L_3)^2))}{6 \cdot E \cdot I_p \cdot L} \quad (4.65)$$

F_{t_3} kuvvetinin 2 noktasında meydana getirdiği sehim,

$$f_{2_2} = \frac{F_{t_3} \cdot L_1 \cdot L_3 \cdot (L^2 - (L_1^2 + (L_2 + L_3)^2))}{6 \cdot E \cdot I_p \cdot L} \quad (4.66)$$

denklemleri ile hesaplanır.

2 nolu noktada meydana gelen toplam sehim ise $f_2 = f_{2_1} + f_{2_2}$ denklemi ile bulunur.

Benzer şekilde F_{t_2} kuvvetinin 3 noktasında meydana getirdiği sehim,

$$f_{3_1} = \frac{F_{t_2} \cdot L_3 \cdot (L_2 + L_1) \cdot (L^2 - (L_3^2 + (L_2 + L_1)^2))}{6 \cdot E \cdot I_p \cdot L} \quad (4.67)$$

F_{t_3} kuvvetinin 3 nolu noktada oluşturduğu sehim,

$$f_{3_2} = \frac{F_{t_3} \cdot L_1 \cdot L_3 \cdot (2 \cdot L \cdot (L_2 + L_1) - (L_1 + L_2)^2 + 1)}{6 \cdot E \cdot I_p \cdot L} \quad (4.68)$$

denklemleri ile hesaplanır.

3 nolu noktada oluşan toplam sehim ise;

$$f_3 = f_{3_1} + f_{3_2} \quad (4.69)$$

f_2, f_3 değerlerinden büyük olanı f_{em} değeri ile kıyaslanarak sehim kontrolü yapılır.

$$f_2, f_3 \leq f_{em} \quad (4.70)$$

Üçüncü milin boyutlandırılması için aşağıdaki formülasyon kullanılır.

$$M_{b_3} = i_2 \cdot \eta \cdot M_{b_2} \quad (4.71)$$

$$F_{n_4} = \frac{F_{t_4}}{\cos \alpha} = \frac{F_{T_3}}{\cos \alpha} \quad (4.72)$$

Yine statik denge şartından;

$$F_F = \frac{F_{n_4} \cdot (L_1 + L_2)}{L} \quad (4.73)$$

$$F_E = F_{n_4} - F_F \quad (4.74)$$

$$M_{e_4} = F_E \cdot (L_1 + L_2) \quad (4.75)$$

$$d_3 = \sqrt[3]{\frac{16 \cdot \sqrt{(M_{e_4}^2 + M_{b_3}^2)}}{\pi \cdot \sigma_{em}}} \quad (4.76)$$

Üçüncü mile ait sehim kontrolü ise aşağıdaki formüllerle kontrol edilmektedir.

$$f_4 = \frac{F_{t_4} \cdot L_3^2 \cdot (L_2 + L_1)^2}{3 \cdot E \cdot I_p \cdot L} \quad (4.77)$$

$$f_4 \leq f_{em} \quad (4.78)$$

olmalıdır.

4.5 Rulman Hesabı

Düz dişli çarklarda aksenal kuvvet oluşmadığından, rulman seçimi sadece radyal kuvvete göre yapılmıştır. Radyal kuvvetler yardımı ile dinamik yük katsayısı (C) tespit edilerek, bulunan bu yük katsayısı ve mil çapına göre sabit bilyalı rulman seçimi yapılır. Rulmanlar SKF kataloğundan alınmıştır .

Yatağa gelen yük ve doğrultusu sabit olduğundan eşdeğer yük aşağıdaki bağıntı ile hesaplanır

$$P = X \cdot F_r + Y \cdot F_a \quad (4.79)$$

Buradaki X ve Y değerleri Aksenal kuvvet oluşmadığından X = 1, Y = 0 alınarak eşdeğer kuvvet;

$$P = F_r \quad (4.80)$$

şeklinde bulunur. P kuvveti kullanılarak dinamik yük katsayısı C hesaplanır.

$$C = P \cdot \sqrt[3]{\frac{L_h \cdot 60 \cdot n}{1.000.000}} \quad (4.81)$$

Burada C, dinamik yük katsayısı olup 1.000.000 devirlik bir nominal ömrü veren yatak yükü olarak tanımlanmıştır. L_h ise Rulman nominal ömrü olup 20.000 saat olarak seçilmiştir.

Burada n devir sayısıdır. A ve B yatakları için devir sayısı giriş devridir ($n=n_g$). C ve D yatakları için ise devir sayısı, çevrim oranı kullanılarak belirlenir ($n=n_g/i_1$). E ve F yatakları için devir sayısı çıkış devir sayısıdır ($n=n_ç$).

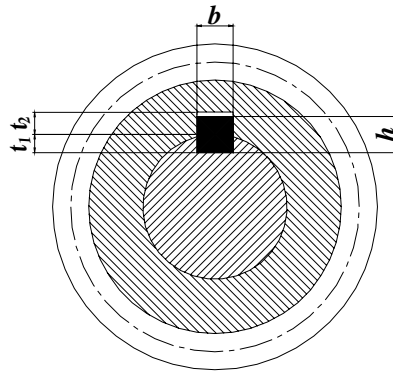
Çizelge 4.5. Rulman kataloğundan detay

Çap	Dinamik Yük Katsayısı	Sembolü	Çap	Dinamik Yük Katsayısı	Sembolü	Çap	Dinamik Yük Katsayısı	Sembolü
3	375	623	35	12200	6007	80	36500	6016
4	16	634	35	19600	6207	80	54000	6216
4	695	624	35	25500	6307	80	95000	6316
5	865	625	35	42500	6407	80	125000	6416
5	1290	635	40	12900	6008	85	38000	6017
6	1290	626	40	23600	6208	85	64000	6217
7	1320	607	40	31500	6308	85	102000	6317
7	2500	627	40	49000	6408	85	134000	6417
8	2500	608	45	16300	6009	90	45000	6018
9	2850	609	45	25500	6209	90	73500	6218
9	3550	629	45	40500	6309	90	110000	6318
10	3550	6000	45	58500	6409	90	140000	6418
10	3900	6200	50	16600	6010	95	46500	6019
10	6200	6300	50	27000	6210	95	83000	6219
12	3900	6001	50	47500	6310	95	118000	6319
12	5300	6201	50	67000	6410	100	46500	6020
12	7500	6301	55	21600	6011	100	95000	6220
15	4300	6002	55	33500	6211	100	134000	6320
15	6000	6202	55	55000	6311	105	56000	6021
15	8800	6302	55	76500	6411	105	102000	6221
17	4650	6003	60	22800	6012	105	140000	6321
17	7350	6203	60	36500	6212	110	63000	6022
17	10400	6303	60	63000	6312	110	112000	6222
17	17600	6403	60	83000	6412	110	156000	6322
20	7200	6004	65	23600	6013	120	65500	6024
20	9800	6204	65	43000	6213	120	112000	6224
20	12200	6304	65	71000	6313	120	160000	6324
20	23600	6404	65	91500	6413	130	120000	6226
25	8650	6005	70	29000	6014	130	176000	6326
25	10800	6205	70	47500	6214	140	127000	6228
25	17300	6305	70	80000	6314	140	196000	6328
25	27500	6405	70	110000	6414	150	134000	6230
30	10200	6006	75	30500	6015	150	212000	6330
30	15000	6206	75	51000	6215	160	143000	6232
30	21600	6306	75	86500	6315			
30	33500	6406	75	118000	6415			

Dinamik yük katsayısı (C) denklem (4.81) kullanılarak her yatak için ayrı ayrı belirlenir. Bu belirlemenin ardından aynı mil üzerinde bulunan yataklara dinamik yük katsayısından büyük olanı alınır. Seçilen bu yük katsayısına göre de rulman seçimi yapılır. Rulma seçimi ise, belirlenen C sabiti ve d mil çaplarına göre alt program kullanılarak Çizelge 4.5'e göre oluşturulmuş listeden sabit bilyalı tipte olamk üzere rulman seçimi yapılır.

4.6 Kama Hesabı

Kamalar mil çaplarına göre uygu kaması olarak seçilmiştir. Aşağıdaki şekilde (Şekil 4.4) kamanın mil üzerinde yerleşimi ve karakteristik boyutları verilmiştir.



Şekil 4.4. Uygu kaması yerleşimi

Çizelge 4.6. Mil çapları ve uygu kaması boyutları

Mil çapı (D), mm	b	h	t1	t2
6 - 8	2	2	1,10	0,80
8 - 10	3	3	1,70	1,20
10 - 12	4	4	2,50	1,00
12 - 17	5	5	3,00	2,30
17 - 22	6	6	3,50	2,80
22 - 30	8	7	4,00	3,30
30 - 38	10	8	5,00	3,30
38 - 44	12	8	5,00	3,30
44 - 50	14	9	5,50	3,80
50 - 58	16	10	6,00	4,30
58 - 65	18	11	7,00	4,40
65 - 75	20	12	7,50	4,90
75 - 85	22	14	9,00	5,40
85 - 95	25	14	9,00	6,40
95 - 110	28	16	10,00	7,40
110 - 130	32	18	11,00	8,00
130 - 150	36	20	12,00	9,00
150 - 170	40	22	13,00	10,00
170 - --	45	25	15,00	11,50

Her mil için mil çapına göre, Çizelge 4.6'dan mil çapının bulunduğu aralığa göre belirlenen ve boyutları seçilen uygu kaması için uzunluğu kullanılarak, yüzey ezilmesine ve mil malzemesinin ezilmesine göre kontrolleri yapılır. Elde edilen sonuçlardan daha büyük olan L boyu kama boyu olarak alınır.

Bu iş için kama malzemesi St 70 alınmıştır. Bu durumda, emniyet katsayısının 5 (S=5) olması durumu için;

$$\sigma_{akma} = 450 \text{ N / mm}^2$$

$$\tau_{ak} = 260 \text{ N / mm}^2$$

$$\sigma_{em} = 90 \text{ N / mm}^2 = P_{em}$$

olarak belirlenir.

Bu şartlar altında yüzey ezilmesine göre kama boyu;

$$L_{kama1} = \frac{F_{t1}}{t_2 \cdot 90} \quad (4.82)$$

mil malzemesine için ezilme kontrolü

$$L_{kama2} = \frac{F_{t1}}{t_2 \cdot \sigma_{dl}} \quad (4.83)$$

olmak üzere bulunan iki L boyundan büyük olan kama boyu olarak seçilir. Bu işlem benzer şekilde her bir dişli için ayrı ayrı yapılarak tüm kamaların boyları program tarafından hesaplanır.

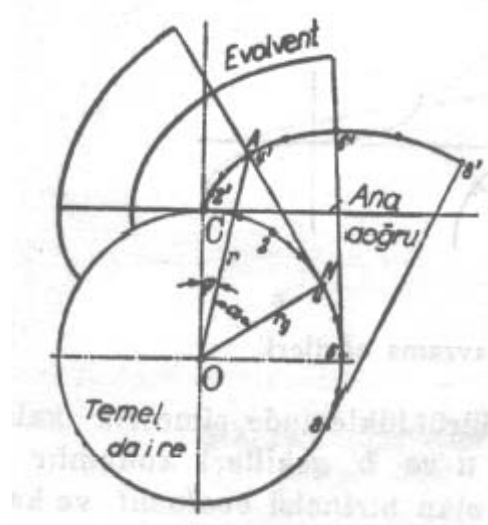
4.7 Dişlere Ait Profil Özelliklerinin Belirlenmesi ve Çizimi

Dişlilerin yan yüz eğrilerine profil denilmektedir. (Şekil 4.5) Profil eğrileri evolvent veya sikloid eğriler olarak kullanılmaktadır. Günümüzde genel olarak evolvent eğriler tercih edilmekte olduğundan program çizimleri evolvent eğri esasına göre yapılmıştır

Evolvent fonsiyonu

$$ev(\alpha) = \tan(\alpha) - \alpha \quad (4.84)$$

Denklem (4.84) ile hesaplanır.



Şekil 4.5. Evolvent eğrisi

Burada, r_g temel dairesinden başlayarak, r_b baş dairesinde son bulan dış yan profiline fonksiyonu ise, r yarıçapı ile θ sürüklenme açısına yani polar koordinatlara göre hesaplanmaktadır.

Evolvent eğrisinin $\theta = 0$ konumunda, $r = r_g$: temel dairesine, $\theta = \alpha$ konumunda, $r = r_y$: yuvarlanma dairesine, $\theta = \theta_{maks}$ konumunda ise, $r = r_b$: baş dairesine ulaştığı bilindiğine göre,

$P(\theta, r)$ noktasının X ve Y fonksiyonları;

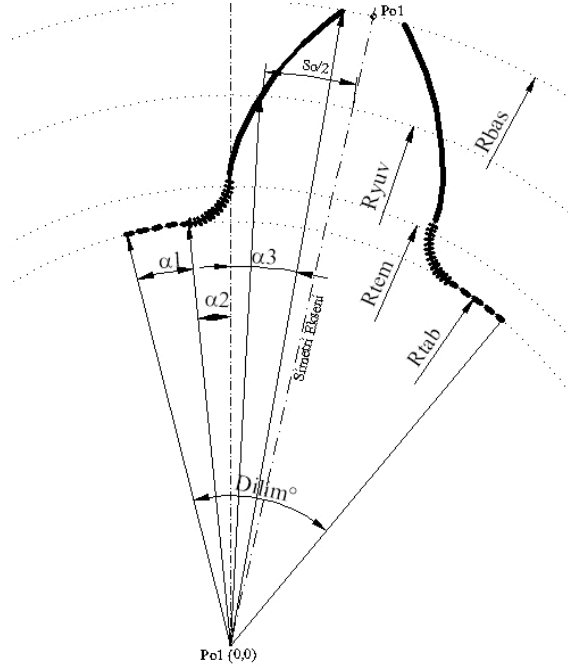
$$x(\theta) = r_g \cdot (\sin \theta - \theta \cdot \cos \theta) \quad (4.85)$$

$$y(\theta) = r_g \cdot (\cos \theta + \theta \cdot \sin \theta) \quad (4.86)$$

$$\theta_a = \arctan \left(\frac{\sqrt{(r_b^2 - r_g^2)}}{r_g} \right); \quad \theta_a = \arccos \left(\frac{r_b}{r_g} \right) \quad (4.87)$$

$$\theta_{maks} = \theta_a + e \quad \theta_a = \tan \theta_a \quad (4.88)$$

olmaktadır.



Şekil 4.6. Dişli profil detayları

Şekil 4.6’da görülen çizimde evolvent profili, diş dibi dairesi ve taban dairesi parçaları için ayrı ayrı açısal değerler hesaplanmış ve bu şekilde çizim yaptırılmıştır. Simetri eksenini ise $P_{o1}-P_{o2}$ doğrusu $(0,0)$ merkezi ile S_b dişbaşının orta noktası arasından geçen) doğru olup, evolvent eğrisinin yuvarlanma dairesi için hesaplanan $P(\theta, r_{yuv})$ koordinatından $S_b/2$ uzunluğuna tekabül eden yay açısı kadar saat yönünde çizilen yay eğrisinin bitiş noktası olan noktanın eksenle oluşturduğu doğrunun uzatılmış halidir. Daha sonra simetriği alınacak çizimde evolvent eğrisinin bittiği nokta ile eksen doğrusunun, $(y=mx)$ $(0,0)$ dan geçen doğru) arasına çizilecek doğru için, $(y=-1/mx+n)$ denkleminde x ve y yerine evolvent eğrisinin son noktasına ait koordinatlar ile y yerine mx konularak, eksene dik doğrunun denklemi elde edilir. Her iki doğrunun kesişimi bize P_{o2} noktasını verir. Bu sayede diş başı çizgisinin yarısı da çizilmiş olur. Çizilenlerin tamamı simetri eksenine göre, simetriği alınarak Şekil 4.6’daki diş oluşturulur. Oluşturulan bu diş, z sayısı kadar array edilerek, dişli çizimi yapılır. Benzer şekilde her dişli için benzer işlemler yapılarak, a_1 ve a_1+a_2 eksenler arası mesafelere konular. Aynı zamanda yapılan bu çizimlerin 3D katı modelleri, “array” komutu tamamlandıktan sonra, “boundary” komutu kullanılarak “pline” haline getirilen dişli çizimini, “extrude” komutu ile b genişliği kadar kalınlık vermek suretiyle tamamlanır. Bu işlemlerle iki boyutlu model detayları ve katı model çizimi tamamlanmış olmaktadır.

5. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

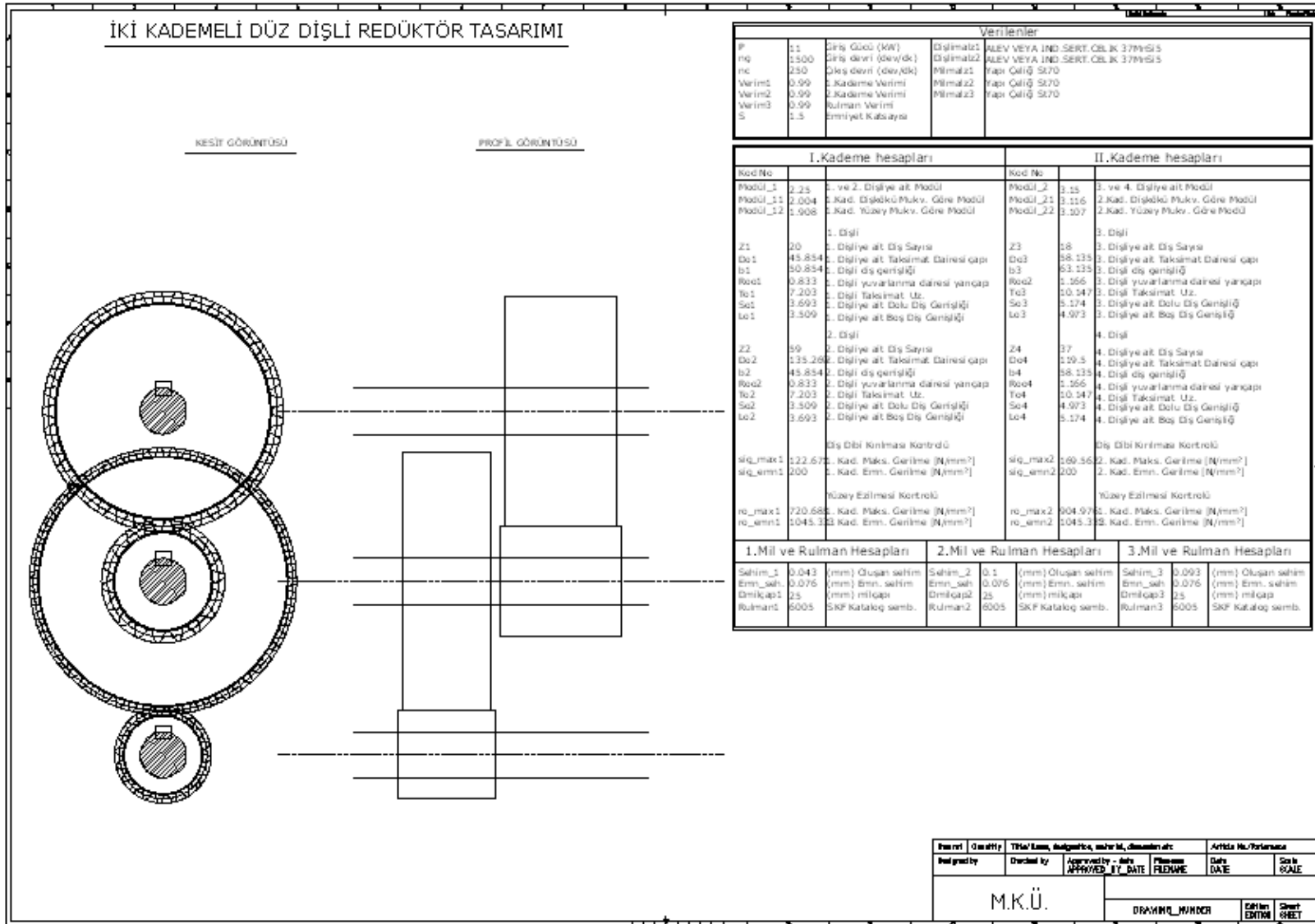
5.1. Geliştirilen Tasarım Programının Özellikleri

Yapılan çalışma karmaşık işlem aşamaları gerektiren ve oldukça uzun zaman alan bir mekanik sistem tasarımının, AutoCAD paket programı altında AutoLISP programlama tekniği kullanılarak yapılmasıdır. Çalışmayla genellikle belirli bir düzeyde AutoCAD kullanım tecrübesi ve oldukça detaylı analiz gerektiren söz konusu tasarım işlemi, çok basit bir hale getirilmiştir. Geliştirilen program ile, yeni başlayan seviyesinde bir kullanıcının, basit seviyede mekanik sistem bilgisi ile normalde yapamayacağı tasarım işlemini yapabilir hale gelmesi sağlanmıştır.

Ayrıca program ile tasarımın için gerek duyulan süre mekanik sistemler tasarımı konusunda tecrübeli bir mühendisin, çok iyi derecede AutoCAD kullanımı seviyesinde sistemi kâğıt üzerinde hesaplamalarla tasarlamak için ihtiyaç duyacağı süre ile kıyaslanamayacak kadar da hızlıdır. Genellikle bu işlem tecrübeli mühendisler için birkaç günlük iş iken, geliştirilen program aynı işi 2 dakikada yapabilmektedir. Ayrıca daha önce belirtildiği gibi, bu iki dakikalık işlem için mühendisin ne yüksek seviyede tecrübesine, ne malzeme kataloglarına, ne rulman kataloglarına, ne de diğer hesaplamalarda kullanılan faktör tablolarına ve grafiklerine de ihtiyaç duyulmamaktadır.

Kullanıcının özellikle tasarım ile ilgili bilgi girişinde hatalı değer girmesini önleme amaçlı olarak, giriş değerleri kritik özellikler için önceden tanımlanarak oluşturulan menülere eklenmiştir. Bu şekilde tasarımın başlangıç aşamasından hatalı değer tanımlanmasını yapılmasını önlemek için gerekli önlemler alınmıştır. Yapılan çalışma ile kullanıcı tarafından verilen tasarım kriterleri ve sistem özelliklerini kullanıcıdan tasarlanan arayüz penceresini kullanarak diğer kullanıcı tanımlı değerlerin de alması sağlanmıştır (Şekil 4.2).

Kullanıcı tarafından seçimi yapılan kritik özellikler ve girilen değerler “4. Yöntem” kısmında açıklandığı üzere hesaplamalarda kullanılmış ve sonuçta aşağıda, Şekil 5.1’de bu verilen Çizim Paftası elde edilmiştir. Bu paftada, sağ tarafta hesaplama için verilenler ve alınan sonuçlar tablo halinde otomatik olarak yazdırılmıştır (Şekil 5.2). Aynı zamanda, sistemin katı modelini oluşturup, incelenmesine olanak sağlayan üç boyutlu model de oluşturulup kullanıcıya sunulmuştur. Bu üç boyutlu modelin elde edilen görüntüsünün bir örneği Şekil 5.3 de verilmiştir.



Şekil 5.1. İki Kademeli Düz Dişli için AutoLISP programı ile yazılan program tarafından çizilen pafta

Verilenler					
P	11	Giriş Gücü (kW)	Dişlimalz1	ALEV VEYA IND.SERT.CELİK 37MnSi5	
ng	1500	Giriş devri (dev/dk)	Dişlimalz2	ALEV VEYA IND.SERT.CELİK 37MnSi5	
nc	250	Çıkış devri (dev/dk)	Milmalz1	Yapı Çeliği St70	
Verim1	0.99	1.Kademe Verimi	Milmalz2	Yapı Çeliği St70	
Verim2	0.99	2.Kademe Verimi	Milmalz3	Yapı Çeliği St70	
Verim3	0.99	Rulman Verimi			
S	1.5	Emniyet Katsayısı			

I.Kademe hesapları			II.Kademe hesapları		
Kod No			Kod No		
Modül_1	2.25	1. ve 2. Dişliye ait Modül	Modül_2	3.15	3. ve 4. Dişliye ait Modül
Modül_11	2.004	1.Kad. Dişkökü Mukv. Göre Modül	Modül_21	3.116	2.Kad. Dişkökü Mukv. Göre Modül
Modül_12	1.908	1.Kad. Yüzey Mukv. Göre Modül	Modül_22	3.107	2.Kad. Yüzey Mukv. Göre Modül
Z1	20	1. Dişli	Z3	18	3. Dişli
Do1	45.854	1. Dişliye ait Diş Sayısı	Do3	58.135	3. Dişliye ait Diş Sayısı
b1	50.854	1. Dişliye ait Taksimat Dairesi çapı	b3	63.135	3. Dişliye ait Taksimat Dairesi çapı
Roo1	0.833	1. Dişli diş genişliği	Roo2	1.166	3. Dişli diş genişliği
To1	7.203	1. Dişli yuvarlanma dairesi yarıçapı	To3	10.147	3. Dişli yuvarlanma dairesi yarıçapı
So1	3.693	1. Dişli Taksimat Lt.	So3	5.174	3. Dişli Taksimat Lt.
Lo1	3.509	1. Dişliye ait Dolu Diş Genişliği	Lo3	4.973	3. Dişliye ait Dolu Diş Genişliği
		1. Dişliye ait Boş Diş Genişliği			3. Dişliye ait Boş Diş Genişliği
Z2	59	2. Dişli	Z4	37	4. Dişli
Do2	135.262	2. Dişliye ait Diş Sayısı	Do4	119.5	4. Dişliye ait Diş Sayısı
b2	45.854	2. Dişliye ait Taksimat Dairesi çapı	b4	58.135	4. Dişliye ait Taksimat Dairesi çapı
Roo2	0.833	2. Dişli diş genişliği	Roo4	1.166	4. Dişli diş genişliği
To2	7.203	2. Dişli yuvarlanma dairesi yarıçapı	To4	10.147	4. Dişli yuvarlanma dairesi yarıçapı
So2	3.509	2. Dişli Taksimat Lt.	So4	4.973	4. Dişli Taksimat Lt.
Lo2	3.693	2. Dişliye ait Dolu Diş Genişliği	Lo4	5.174	4. Dişliye ait Dolu Diş Genişliği
		2. Dişliye ait Boş Diş Genişliği			4. Dişliye ait Boş Diş Genişliği
sig_max1	122.67	Diş Dibi Kırılması Kontrolü	sig_max2	169.562	Diş Dibi Kırılması Kontrolü
sig_emn1	200	1. Kad. Maks. Gerilme [N/mm ²]	sig_emn2	200	2. Kad. Maks. Gerilme [N/mm ²]
		1. Kad. Emn. Gerilme [N/mm ²]			2. Kad. Emn. Gerilme [N/mm ²]
ro_max1	720.68	Yüzey Ezilmesi Kontrolü	ro_max2	904.976	Yüzey Ezilmesi Kontrolü
ro_emn1	1045.38	1. Kad. Maks. Gerilme [N/mm ²]	ro_emn2	1045.38	1. Kad. Maks. Gerilme [N/mm ²]
		2. Kad. Emn. Gerilme [N/mm ²]			2. Kad. Emn. Gerilme [N/mm ²]
1.Mil ve Rulman Hesapları		2.Mil ve Rulman Hesapları		3.Mil ve Rulman Hesapları	
Sehim_1	0.043	(mm) Oluşan sehim	Sehim_2	0.1	(mm) Oluşan sehim
Emn_seh.	0.076	(mm) Emn. sehim	Emn_seh	0.076	(mm) Emn. sehim
Dmilçap1	25	(mm) milçapı	Dmilçap2	25	(mm) milçapı
Rulman1	6005	SKF Katalog semb.	Rulman2	6005	SKF Katalog semb.
Sehim_3	0.093	(mm) Oluşan sehim	Sehim_3	0.093	(mm) Oluşan sehim
Emn_seh	0.076	(mm) Emn. sehim	Emn_seh	0.076	(mm) Emn. sehim
Dmilçap3	25	(mm) milçapı	Dmilçap3	25	(mm) milçapı
Rulman3	6005	SKF Katalog semb.	Rulman3	6005	SKF Katalog semb.

Şekil 5.2. Tasarım çıktısı

Yukarıdaki şekilden de görüleceği üzere, sistemin tasarım giriş parametreleri ve bu değerlere göre belirlenen tasarım sonuç değerleri tasarım çıktısı olarak kullanıcıya sunulan paftada sağ tarafta verilmiştir. Bu değerler üstte giriş değerleri, sol ortada I. kademe hesaplamaları ve ilgili sonuçlar, sağ ortada II. kademe hesaplamaları, altta ise soldan sağa sırası ile 1., 2. ve 3. mil ile ilgili boyutlar, seçilen rulmanlar ve tasarım sonucunda hesaplamalarda elde edilen performans değerleri sehim olarak belirtilmiştir.

5.2. Geliştirilen Tasarım Programının Sağladığı Olanaklar



Şekil 5.3. Tasarlanan mekanik sistemin 3 boyutlu görüntüsü

Yukarıdaki şekilde tasarım sonucunda elde edilen mekanik sistemin üç boyutlu modeli renklendirilmiş olarak görülmektedir. Bu şekilde alt ve üst miller ve üzerindeki dişliler aynı renge boyanmışken, ara mil üzerindeki dişliler farklı renklere boyanmıştır. Ayrıca elde edilen üç boyutlu model bir katı model olduğundan, tasarımı yapılan sistemin, kütle, atalet ve diğer fiziksel özellikleri AutoCAD programının ilgili komutları kullanılarak elde edilebilmektedir. Buda, sistemin istenirse farklı tasarım programlarına aktarılmasına izin vermektedir. Ayrıca, istenirse sonlu elemanlarla analiz programlarına aktarılması sağlanıp, geliştirilen sistemin analizlerinin kontrolünün yanı sıra, farklı yükleme durumlarındaki şartlar için mukavemet analizleri yapılabilecektir.

Geliştirilen program ile normal şartlarda kullanıcı tarafından yapılması gereken aşağıda verilen işlemler söz konusu tasarım programı ile otomatik olarak gerçekleştirilmiştir.

Programın kullanıcı yapmasına gerek kalmadan program tarafından gerçekleştirilen karmaşık tasarım işlemleri kısaca aşağıdaki şekilde sıralanabilir.

Tasarım programı tarafından belirlenen özellikler ve faktörler:

- Çevrim oranları
- Yük dağılım faktörü
- Çalışma faktörü
- Zorlanma faktörü
- Hız / dinamik faktörü
- Rulman nominal ömrü
- Çentik faktörü
- Alttan kesme sınırlaması
- Profil kaydırma ve form faktörü

Tasarım programı tarafından hesaplanan özellikler, boyutlar, değerler ve yapılan çizimler ise

- Gerçek kavrama açısı
- Moment hesabı
- Dış modül hesabı
- Dışlilerin geometrik boyutlarının belirlenmesi
- Mil hesabı
- Rulman hesabı
- Kama hesabı
- Dışlere ait profil özelliklerinin belirlenmesi ve çizimi

şeklinde sıralanabilir. Gerçek kavrama açısı olarak yukarıdaki listede yer alan özellik tanımı itibari ile belirlenmesi zor parametre olup, yapılan çalışmada iterasyon ile bulunmuştur. Ayrıca dış profili olarak seçilen evolvent eğrisinin çizimi ise, polar koordinatlarda parçalı eğri olarak gerçekleştirilmiştir.

5.3. Tasarım Programının Yaptığı Analizler ve Uyarılar

Tasarım programı dişlilerde eğilme mukavemeti ve yüzey basıncına göre analiz yapıp, oluşan sonuçlara göre dayanımda emniyetsiz durum kullanıcıya uyarı mesajı vermektedir. Yine program, mil tasarımında, eğilme ve sehım kontrolü yapıp, kullanıcıyı bu konularda emniyetsiz durum uyarmaktadır. Program, tasarım işleminin dışında çizim ortamında da diş dibi dairelerinin kesişmesi durumunda hata vererek kullanıcıyı uyarmaktadır.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Çalışmaya esas alınan dişli standardı DIN standardı olarak seçilmiştir. Seçilen standarda uygun şekilde kullanıcı tarafından belirlenen tasarım şartları için düz dişli esaslı redüktör tasarımı yapabilen bir tasarım programı geliştirilmiştir. Geliştirilen programın doğruluğu, daha önce yayınlanmış örneklerle denenerek çok yakın sonuçlar elde edilerek gerçekleştirilmiştir. Her ne kadar sonuçlar yakın ise de bazı farklılıklar oluşmuştur. Bu farklılıklar temelde tasarım faktörlerine dayalı faktörlerdir. Genellikle belirli bir kabule dayalı faktör seçim işlemi program tarafından uygun faktörün seçilmesi şeklinde gerçekleştirildiğinden, incelenen örnekler ile aynı durumlarda programın ürettiği sonuçlarda bu faktörlerin etkisi oranında beklenen farklılıklar ortaya çıkmıştır. Ancak, tasarım programı, söz konusu faktörleri örneklerden daha hassas bir şekilde belirlediğinden ortaya çıkan farklılık programın doğru çalıştığını göstermeye yetecek kadar küçük seviyelerde olduğundan, programın sağlıklı çalışması durumu ispatlanmış olmaktadır. Geliştirilen tasarım programı, söz konusu faktörleri hassas belirlemeye yönelik iyileştirmeler içermektedir. Bu faktörler ve ilgili iyileştirmeler arasında en önemli ikisi, profil kaydırma faktörleri ile, gerçek kavrama açısıdır. Özellikle gerçek kavrama açısının yuvarlanma dairesine, yuvarlanma dairesinin de profil kaydırma faktörüne göre değişimi ve bu analizin hassas şekilde kabullerden ziyade analizle belirlenmesi bu çalışmaya önemli bir özellik katmaktadır.

Tasarım programı dişlilerde eğilme mukavemeti ve yüzey basıncına göre analiz, mil tasarımında eğilme ve sehim kontrolü ile çizim ortamında da diş dibi dairelerinin kesişmesi durumları için gerekli analizleri yapabilmekte ve oluşan hataları veya emniyetsizlik durumlarını kullanıcıya bildirmektedir.

Yapılan çalışma düz dişliler üzerine olup, tasarım bu dişli tipi ile gerçekleştirilmiştir. Ancak, yapılan çalışmanın daha da geliştirilmesi amacı ile bu çalışmada yer alan dişli tiplerine helisel, konik ya da spiral dişliler de eklenerek programın kapasitesi genişletilebilecektir.

KAYNAKLAR

- KATAR, T., 1995. **Bilgisayar Destekli Makina Tasarımında Autolisp Uygulamalar** Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- BİLGİN, Y., 1996. **Bilgisayar Destekli Tasarımda Autolisp Uygulaması**, Yüksek Lisans Tezi. Kocaeli Üniversitesi, KOCAELİ.
- TAŞDELEN, H.A., 1998. **Standard Makina Elemanlarının Autocad Ortamında, Autolisp Yardımıyla Tasarımı**, Yüksek Lisans Tezi. Gazi Üniversitesi, Ankara.
- KOCABIÇAK, Ü., UÇAR, V. ve PAK, M. **Redüktörlerin Bilgisayar Yardımıyla Parametrik Tasarımı**, MAMKON'97 I. Makine Mühendisliği Kongresi, , İstanbul. 1997,
- KOCABIÇAK, Ü., 1998a. **Asansörlerin Bilgisayar Yardımıyla Tasarım ve Çizimi**, SAÜ Fen Bilimleri Dergisi , Sakarya.
- KOCABIÇAK, Ü., 1998b. **Bantlı Konveyörlerin AutoCAD Ortamında Parametrik Konstrüksiyonu**, Makine Market dergisi.
- ÇETİNKAYA K. ve BAŞAK H., 1999. **Mekanik Parçaların Çizim Ve Montajında Parametrik Tasarım**, Gazi Üniversitesi Ankara.
- TİRYAKİ B., 2000. **Tamburlu kesici-yükleyicilerde kesme verimliliğinin ve kesme titreşimlerinin bilgisayarda benzetimi**, Hacettepe Üniversitesi, Ankara.
- UFUK Ö., 2005. **Dişli Kutusunun Parametrik Tasarımında; Dönme Yönü, Güç ve Helis Açısı Değişiminin Millerdeki Eğilme Momentine Etkisinin İstatistiksel Analizi**, Havacılık Ve Uzay Teknolojileri Dergisi, İstanbul.
- BLACK, P.H., 1948. **Machine Design 1**, Mc.Graw-Hill Book Company, New York.
- FAIRES V.M., 1965. **Design of Machine Elements 1**, Mc.Graw-Hill Book Company, New York.
- DUDLEY W.D., 1969. **Gear Handbook**, Mc.Graw-Hill Book, New York.
- GAY C.E., 1970. **How to Design to Minimize Wear in Gears**, Machine Design, Vol.42.
- NIEMANN G., 1972. **Makina Elemanları Cilt 3**, Çeviri Harzendi Gazenfer, Ankara.
- SKF **Rulman Bakım ve Değiştirme Kılavuzu**, İstanbul.
- AKKURT M. ve Kent, M., 1986. **Makina Elemanları Cilt 1**, İstanbul.
- THOMAS A.K., Charchut W., 1985, **Dişli Çarklar**, Çeviri Gedikbaş M., Savcı M., İstanbul.
- ESPOSİTO A., 1975, **Machine Design 1**, Mc.Graw-Hill Book Company, New York.
- KOWALSKKI J., 1977, **Optimal Synthesis Method of Mechanical Transmissions**, V.World Congress on Theory of Machines and Mechanisms, ASME Publication.
- SHIGLEY J.E., 1977. **Mechanical Engineering Design 1**, Mc.Graw-Hill Book Company, New York.
- WILDE D.J., 1978. **Globaly Optimal Design**, Wiley Interscience, New York.
- JOHNSON R.C., 1980. **Optimum Design of Mechanical Elements**, Wiley

- Interscience, New York.
- SUTHERLAND J.E., 1980. **Sketchpad A Man-Machine Graphical Communication System 4**, Lincoln Laboratory Technical Report No.296, Massachusetts.
- TUCKER, A.I., 1980. **Gear Design Process**, ASME Paper No.90-C2/DET 13 August.
- MITCHNER R.G., MBIE H.H., 1982. **The Determination of the Lewis Form Factor and the AGME Geometry Factor for External Spur Gear Teeth**, ASME Journal of Mechanical Design, Vol.104.No.1.
- SAVAGE M., COY J.J. and TOWNSEND N.P., 1982. **Optimal Tooth Numbers for Compact Standard Spur Gear Sets**, ASME J. of Mechanical Design, Vol.104, No.3.
- CARROL R.K. and JOHNSON G.E., 1984. **Optimal Design of Compact Spur Gear Sets**, J. of Mechanisms Transmissions and Automation in Design, ASME Publication Vol.106.
- TİNİŞ F., 1986. **Bilgisayar Yardımıyla Dişli Çark Tasarımı**, 2.Ulusal Makina Tasarım ve İmalat Kongresi ODTÜ, Ankara.
- KUTLU D.A., 1987, **Bilgisayar Destekli Dişli Tasarımı**, Anadolu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Y.Lisans Tezi, Eskişehir.
- TONG B.S. and WALTON D., 1987. **A Computer Design Aid for Internal Spur and Helical Gears**, Int.J.Mach. Tools Manufact. Vol.27, No.4, Great Britain.
- TONG B.S. and WALTON D., 1988. The Optimisation of Internal Gears, **Int.J.Mach. Tools Manufact.** Vol.27, No.4, Great Britain.
- EMİR Ö., 1989. Bilgisayar Destekli Düz Dişli Tasarımı, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Y.Lisans Tezi, Adana.
- KARPAT F., 2002. **Bilgisayar Yardımıyla Düz, Helisel, Konik ve Sonsuz Vida Dişli Mekanizmalarının Boyutlandırılması ve Analizi** Y.Lisans Tezi, Bursa
- FETVACI C. ve İMRAK E., 2003. **Bilgisayar Desteği İle Dişli Çark Görsel Materyallerin Elde Edilmesi** İTÜ, İstanbul.
- KURBANOĞLU C., 2006. **Makina elemanları**, Nobel Yayınları, Isparta

ÖZGEÇMİŞ

1975 yılında Ceyhan' da doğdum. İlk, orta ve lise öğrenimimi Adana'da tamamladım. 1992 yılında girdiğim İstanbul Teknik Üniversitesi İnşaat Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümünden, 1996 yılında, İnşaat Mühendisi unvanıyla mezun oldum. Aynı yıl, NUROL İnşaat ve Tic. A.Ş. Toprakkale –İskenderun Otoyolu'nda göreve başladım. Saha Mühendisliği ve Hakediş Mühendisliği görevlerinde bulundum. 2002 yılında İskenderun Demir ve Çelik A.Ş.'de İhale Mühendisi olarak göreve başladım, halen İhale Hazırlama Baş Mühendisi olarak görev yapmaktayım.

EKLER

EK1 - AUTOLISP Dilinde Yazılmış Olan Program Kodu

```
(defun kama ()
(cond
((and (> dmlcap 6)(< dmlcap 8))(setq kama_b 2 kama_h 2 kama_t1 1.1 kama_t2 0.8))
((and (> dmlcap 8)(< dmlcap 10))(setq kama_b 3 kama_h 3 kama_t1 1.7 kama_t2 1.2))
((and (> dmlcap 10)(< dmlcap 12))(setq kama_b 4 kama_h 4 kama_t1 2.5 kama_t2 1.8))
((and (> dmlcap 12)(< dmlcap 17))(setq kama_b 5 kama_h 5 kama_t1 3 kama_t2 2.3))
((and (> dmlcap 17)(< dmlcap 22))(setq kama_b 6 kama_h 6 kama_t1 3.5 kama_t2 2.8))
((and (> dmlcap 22)(< dmlcap 30))(setq kama_b 8 kama_h 7 kama_t1 4 kama_t2 3.3))
((and (> dmlcap 30)(< dmlcap 38))(setq kama_b 10 kama_h 8 kama_t1 5 kama_t2 3.3))
((and (> dmlcap 38)(< dmlcap 44))(setq kama_b 12 kama_h 8 kama_t1 5 kama_t2 3.3))
((and (> dmlcap 44)(< dmlcap 50))(setq kama_b 14 kama_h 9 kama_t1 5.5 kama_t2 3.8))
((and (> dmlcap 50)(< dmlcap 58))(setq kama_b 16 kama_h 10 kama_t1 6 kama_t2 4.3))
((and (> dmlcap 58)(< dmlcap 65))(setq kama_b 18 kama_h 11 kama_t1 7 kama_t2 4.4))
((and (> dmlcap 65)(< dmlcap 75))(setq kama_b 20 kama_h 12 kama_t1 7.5 kama_t2 4.9))
((and (> dmlcap 75)(< dmlcap 85))(setq kama_b 22 kama_h 14 kama_t1 9 kama_t2 5.4))
((and (> dmlcap 85)(< dmlcap 95))(setq kama_b 25 kama_h 14 kama_t1 9 kama_t2 6.4))
((and (> dmlcap 95)(< dmlcap 110))(setq kama_b 28 kama_h 16 kama_t1 10 kama_t2 7.4))
((and (> dmlcap 110)(< dmlcap 130))(setq kama_b 32 kama_h 18 kama_t1 11 kama_t2 8))
((and (> dmlcap 130)(< dmlcap 150))(setq kama_b 36 kama_h 20 kama_t1 12 kama_t2 9))
((and (> dmlcap 150)(< dmlcap 170))(setq kama_b 40 kama_h 22 kama_t1 13 kama_t2 10))
(> dmlcap 170)(setq kama_b 45 kama_h 25 kama_t1 15 kama_t2 11.5))
); end cond

); end kama
.....
(defun kamahesap1 ()
(setq dmlcap dmlcap1)
(kama)
(setq kama_b1 kama_b kama_h1 kama_h kama_t11 kama_t1 kama_t21 kama_t2)
; Kama St 70 olduğundan Sgmaakma= 450 N/mm2, Toak=260 N/mm2, S=5, Sigm emn= 90 N/mm2 =
Pemn alındı
; Yüzey ezilmesine göre Kama boyu
(setq Lkama_1a (/Ft1 (* kama_t21 90)))
; Mil malzemesine için ezilme kontrolü
(setq Lkama_1b (/Ft1 (* kama_t21 sigm_d1*)))
(if
(> Lkama_1a Lkama_1b)(setq Lkama_1 Lkama_1a)
(setq Lkama_1 Lkama_1b)
); end of 1
; 1. mile ait kama ebatları bulunmuş oldu. [ kama_b1 kama_h1 kama_t11 kamat_21 Lkama_1 ]
)
(defun kamahesap2 ()
(setq dmlcap dmlcap2)
```

```

(kama)
(setq kama_b2 kama_b kama_h2 kama_h kama_t12 kama_t1 kama_t22 kama_t2)
; Kama St 70 olduğundan Sgmaakma= 450 N/mm2, Toak=260 N/mm2, S=5, Sigm emn= 90 N/mm2 =
Pemn alındı
; Yüzey ezilmesine göre Kama boyu
(setq Lkama_2a (/ Ft2 (* kama_t22 90)))
; Mil malzemesine için ezilme kontrolü
(setq Lkama_2b (/ Ft2 (* kama_t22 sigm_d2*)))
(if
(> Lkama_2a Lkama_2b)(setq Lkama_2 Lkama_2a)
(setq Lkama_2 Lkama_2b)
); end of 2
; 2. mile ait kama ebatları bulunmuş oldu. [ kama_b2 kama_h2 kama_t12 kamat_22 Lkama_2 ]
)
(defun kama hesap3 ()
(setq dmilcap dmilcap3)
(kama)
(setq kama_b3 kama_b kama_h3 kama_h kama_t13 kama_t1 kama_t23 kama_t2)
; Kama St 70 olduğundan Sgmaakma= 450 N/mm2, Toak=260 N/mm2, S=5, Sigm emn= 90 N/mm2 =
Pemn alındı
; Yüzey ezilmesine göre Kama boyu
(setq Lkama_3a (/ Ft4 (* kama_t23 90)))
; Mil malzemesine için ezilme kontrolü
(setq Lkama_3b (/ Ft4 (* kama_t23 sigm_d3*)))
(if
(> Lkama_3a Lkama_3b)(setq Lkama_3 Lkama_3a)
(setq Lkama_3 Lkama_3b)
)
; 3. mile ait kama ebatları bulunmuş oldu. [ kama_b3 kama_h3 kama_t13 kamat_23 Lkama_3 ]
); end of 3

.....
(defun disliciz-1 ()
(setq
ro1 (/ do1 2); yuv. dairesi
rt1 (/ dtab1 2)
rtem1 (/ dtem1 2)
rb1 (/ dbas1 2)
z1 (fix z1)
roo1 (* 0.37 modul_1)
rmil1 (/ dmilcap1 2)
karex1 (/ (+ dbas1 30) 2)
karey1 karex1
öz1 (* (+ L1 (/ b1 2)) -1)
)
(command "layer" "m" "evolvent1" "" "c" 3 "" "")
(setvar "osmode" 0)
(command "zoom" (list (* karex1 -1) (* karey1 -1))(list karex1 karey1) "")

```



```

(setq
  alfa1 nil
  alfa*1 nil
  tetaro1 nil
  poro1 nil
  tetamaks1 nil
  veri1 nil
  teta1 nil
  po11 nil
  po21 nil
  q11 nil
  q21 nil
  q31 nil
  eğim11 nil
  beta21 nil
  beta11 nil
  sonkord1 nil
  ilkkord1 nil
  yayacisi1 nil
  kesişim_x1 nil
  kesişim_y1 nil

)
; dişli evolvent eğrisi
(setq alfa*1 (atan (/ (sqrt (- (expt ro1 2) (expt rtem1 2))) rtem1)))
(setq invalfa*1 (- (/ (sin alfa*1)(cos alfa*1)) alfa*1))
(setq tetaro1 (/ (sin alfa*1)(cos alfa*1)))
(setq poro1 (list
  (* rtem1 (- (sin tetaro1) (* tetaro1 (Cos tetaro1))))
  (* rtem1 (+ (cos tetaro1) (* tetaro1 (sin tetaro1))))
)
); YUVARLANMA dairesi uzerindeki evolvent kesişimi

; evolvent eğrisi başlangıcı
(setq alfa1 (atan (/ (sqrt (- (expt rb1 2) (expt rtem1 2))) rtem1)))
(setq tetamaks1 (/ (sin alfa1)(cos alfa1)))
(setq tetamin1 0); raydan
(setq teta1 tetamaks1) ; bitiş
(setq p1 nil)
(while (> teta1 tetamin1)
  (setq azaltım1 0.03) ; 0.03 radyan artımla
  (setq XTETA1 (* rtem1 (- (sin teta1) (* teta1 (Cos teta1))))))
  (setq YTETA1 (* rtem1 (+ (cos teta1) (* teta1 (sin teta1))))))
  (setq teta1 (- teta1 azaltım1))
  (setq p1 (list XTETA1 YTETA1))
  (setq veri1 (cons p1 veri1))
)
(setq sonkord1 (last veri1))

```

```

(setq ilkkord1 (list 0 rtem1))
(setq veri1 (cons ilkkord1 veri1))
(setq say1 (length veri1))
(setq ww1 0)
(repeat (- say1 1)
  (setq P11 (nth ww1 veri1))
  (setq P21 (nth (+ ww1 1) veri1))
  (command "line" p11 p21 ""))
  (setq ww1 (+ 1 ww1))
)
; dış dibi yayı çizimi
; yay merkezinin tespiti
; evolvent eğrisinin ilkoordinatı merkez çemberin merkezi  $x^2+(y-rtem)^2=r0o1^2$ 
; Dış dibi yayının merkezinin geçtiği çember denklemi ise;  $x^2+y^2=(rtem+0.12*modul)^2$ 
; Bu iki denklemin eşitliğinden çıkan iki noktadan x'i küçük olan dış dibi yayının merkezi olacak (q11)
; Birinci denklemde,  $x=0$ ,  $y=rtem$  old. göre;  $ç=rtem+r0o1$ 
(setq yy11 (+
  rtem1
  (* 0.12 modul_1)
  (/
  (-
  (expt (* 0.12 modul_1) 2)
  (expt r0o1 2)
  )
  (* 2 rtem1)
  )
  )
)
(setq xx11 (* (sqrt (- (expt r0o1 2)(expt (- yy11 rtem1) 2)))) -1))
(setq q11 (list xx11 yy11))
; Yuvarlatma eğrisinin bittiği, taban eğrisi ile çakıştığı nokta
(setq xx21 (* (sqrt (/ (expt r0o1 2)+ 1 (expt (/ yy11 xx11) 2)))) -1))
(setq yy21 (sqrt (- (expt r0o1 2)(expt xx21 2))))
(setq q21 (list xx21 yy21))
(setq q31 ilkkord1)
(command "arc" "c" q11 q21 q31)
; simetri ekseni için yay çizimi
(setq Po11 (list 0 0))
;(setq yayacisi1 (/ so1 (* -2 (sqrt (- (expt r0o1 2) (/ (expt so1 2) 4))))))
(setq yayacisi1 (/ pi (* -2 z1)))
(command "arc" "c" po11 poro1 "a" (strcat (rtos yayacisi1 2 10) "r"))
(setq ilkaci1 (cdr (cadr (reverse (entget (entlast))))))
(command "erase" "last" "")
(setq po21 (list 200 (* 200 (/ (sin ilkaci1)(cos ilkaci1))))))
(setq beta11 (- (angle q21 po11)(angle po21 po11)))
(setq beta21 (- (/ (/ (* 2 pi) z1) 2) beta11))
(cond
  (> beta21 0)(command "arc" "c" po11 q21 "a" (strcat (rtos beta21 2 10) "r")))

```

```

(( < beta21 0)(alert "1.Dişliye Ait Diş dibi daireleri kesişiyor!!!")
)
(setq eğim11 (/ (sin ilkaci1)(cos ilkaci1)))
; simetri doğrusunun denklemi y= eğim1 * x; Po1 (0,0) dan geçiyor..
; simetri doğrusuna dik doğrunun denklemi y= - 1/eğim1 * x + nsabiti
; nsabiti = y+ x/eğim1; veri deposunun son noktasından, simetri eksenine dik doğrunun sabiti için;
(setq nsabiti1 (+ (car (cdr (car (reverse veri1)))) (/ (car (car (reverse veri1))) eğim11)))
(setq kesişim_x1 (/ (* nsabiti1 eğim11)(+ (expt eğim11 2) 1)))
(setq kesişim_y1 (* eğim11 kesişim_x1))
(if
  (< kesişim_x1 (car(car (reverse veri1))))
    (alert "1.Dişliye ait Evolvent Eğrileri Kesişiyor!!!")
  )
)
(command "line" (car(reverse veri1))(list kesişim_x1 kesişim_y1) "")
(command "mirror" "all" "" po11 po21 "")
(command "array" "all" "" "p" po11 z1 "" "")
(setq simetri1 (- (/ pi 2)(angle po11 po21)))
; (command "rotate" "all" "" (list 0 0) (strcat (rtos simetri1 2 10) "r")) ;dik halde
(command "rotate" "all" "" (list 0 0) (strcat (rtos invalfa*1 2 10) "r")) ;yan halde
; 1.Katı dişli
(command "_boundary" (list 0 0) "")
(command "_extrude" "last" "" b1 0 "")
(command "move" "last" "" (list 0 0 0) (list 2000 0 öz1))
; 1.Katı mil
(command "circle" (list 0 0) (/ dnmilcap1 2))
(command "_extrude" "last" "" (* L-1) 0 "")
(command "move" "last" "" (list 0 0 0) (list 2000 0 0))
; 1 .Milin iki boyulu hali
(command "circle" (list 0 0) (/ dnmilcap1 2))
(command "hatch" "ansi31" "0.5" "0" "last" "")

(command "layer" "m" "daireler1" "" "c" 24 "" "")
(command "circle" (list 0 0) (/ dtab1 2))
(command "circle" (list 0 0) (/ dbas1 2))
(command "circle" (list 0 0) (/ dtem1 2))
(command "circle" (list 0 0) (/ do1 2))

(command "layer" "set" "0" "")
(command "layer" "off" "evolvent1" "")
(command "layer" "lock" "evolvent1" "")
(command "layer" "off" "daireler1" "")
(command "layer" "lock" "daireler1" "")
)
.....
)

(defun disliciz-2 ()
  (setq
  ro2 (/ do2 2)

```

```

r2 (/ dtab2 2)
rtem2 (/ dtem2 2)
rb2 (/ dbas2 2)
roo2 (* 0.37 modul_1)
z2 (fix z2)
rmil2 (/ dmilcap2 2)
karex2 (/ (+ dbas2 30) 2)
karey2 karex2
öz2 (* (+ L1 (/ b2 2)) -1)
)
(command "layer" "m" "evolvent2" "" "c" 3 "" "")
(command "zoom" (list (* karex2 -1)(* karey2 -1))(list karex2 karey2) "")
(setvar "osmode" 0)
(setq
  alfa2 nil
  alfa*2 nil
  tetaro2 nil
  poro2 nil
  tetamaks2 nil
  veri2 nil
  teta2 nil
  po12 nil
  po22 nil
  q12 nil
  q22 nil
  q32 nil
  eğim12 nil
  beta22 nil
  beta12 nil
  sonkord2 nil
  ilkkord2 nil
  yayacisi2 nil
  kesişim_x2 nil
  kesişim_y2 nil
)
; dişli evolvent eğrisi
(setq alfa*2 (atan (/ (sqrt (- (expt ro2 2) (expt rtem2 2))) rtem2)))
(setq invalfa*2 (- (/ (sin alfa*2)(cos alfa*2)) alfa*2))
(setq tetaro2 (/ (sin alfa*2)(cos alfa*2)))
(setq poro2 (list
  (* rtem2 (- (sin tetaro2) (* tetaro2 (Cos tetaro2))))
  (* rtem2 (+ (cos tetaro2) (* tetaro2 (sin tetaro2))))
))
); taksimat dairesi üzerindeki evolvent kesişimi

; evolvent eğrisi başlangıcı
(setq alfa2 (atan (/ (sqrt (- (expt rb2 2) (expt rtem2 2))) rtem2)))

```

```

(setq tetamaks2 (/ (sin alfa2)(cos alfa2)))
(setq tetamin2 0) ; raydan
(setq teta2 tetamaks2) ; bitiş
(setq p2 nil)
(while (> teta2 tetamin2)
  (setq azaltım2 0.03) ; 0.03 radyan artımla
  (setq XTETA2 (* rtem2 (- (sin teta2) (* teta2 (Cos teta2)))))
  (setq YTETA2 (* rtem2 (+ (cos teta2) (* teta2 (sin teta2)))))
  (setq teta2 (- teta2 azaltım2))
  (setq p2 (list XTETA2 YTETA2))
  (setq veri2 (cons p2 veri2))
)
(setq sonkord2 (last veri2))
(setq ilkkord2 (list 0 rtem2))
(setq veri2 (cons ilkkord2 veri2))
(setq say2 (length veri2))
(setq ww2 0)
(repeat (- say2 1)
  (setq P12 (nth ww2 veri2))
  (setq P22 (nth (+ ww2 1) veri2))
  (command "line" p12 p22 "")
  (setq ww2 (+ 1 ww2))
)
; dış dibi yayı çizimi
; dış dibi yayı çizimi
; yay merkezinin tespiti
; evolvent eğrisinin ilkoordinatı merkez çemberin merkezi  $x^2+(y-rtem)^2=r0o1^2$ 
; Dış dibi yayının merkezinin geçtiği çember denklemi ise;  $x^2+y^2=(rtem+0.12*modul)^2$ 
; Bu iki denklemin eşitliğinden çıkan iki noktadan x'i küçük olan dış dibi yayının merkezi olacak (q11)
; Birinci denklemde, x=0, y=rtem old. göre;  $\phi=rtem+r0o1$ 
(setq yy12 (+
  rtem2
  (* 0.12 modul_1)
  (/
  (-
  (expt (* 0.12 modul_1)2)
  (expt r0o2 2)
  )
  (* 2 rtem2)
  )
)
)
(setq xx12 (* (sqrt (- (expt r0o2 2)(expt (- yy12 rtem2) 2))) -1))
(setq q12 (list xx12 yy12))
; Yuvarlatma eğrisinin bittiği, taban eğrisi ile çakıştığı nokta
(setq xx22 (* (sqrt (/ (expt r2 2)(+ 1 (expt (/ yy12 xx12)2)))) -1))
(setq yy22 (sqrt (- (expt r2 2)(expt xx22 2))))
(setq q22 (list xx22 yy22))

```

```

(setq q32 ilkkord2)
(command "arc" "c" q12 q22 q32)
; simetri ekseni için yay çizimi
(setq Po12 (list 0 0))
;(setq yayacisi2 (/ so2 (* -2 (sqrt (- (expt ro2 2) (/ (expt so2 2) 4))))))
  (setq yayacisi2 (/ pi (* -2 z2)))
(command "arc" "c" po12 poro2 "a" (strcat (rtos yayacisi2 2 10) "r"))
(setq ilkaci2 (cdr (cadr (reverse (entget (entlast))))))
(command "erase" "last" "")
(setq po22 (list 200 (* 200 (/ (sin ilkaci2)(cos ilkaci2))))
(setq beta12 (- (angle q22 po12)(angle po22 po12)))
(setq beta22 (- (/ (/ (* 2 pi) z2) 2) beta12))
(cond
  ((> beta22 0)(command "arc" "c" po12 q22 "a" (strcat (rtos beta22 2 10) "r")))
  ((< beta22 0)(alert "2.Dişliye Ait Diş dibi daireleri kesişiyor!!!"))
)
(setq eğim12 (/ (sin ilkaci2)(cos ilkaci2)))
; simetri doğrusunun denklemi y= eğim1 * x; Po1 (0,0) dan geçiyor..
; simetri doğrusuna dik doğrunun denklemi y= - 1/eğim1 * x + nsabiti
; nsabiti = y+ x/eğim1; veri deposunun son noktasından, simetri eksenine dik doğrunun sabiti için;
(setq nsabiti2 (+ (car (cdr (car (reverse veri2)))) (/ (car (car (reverse veri2))) eğim12)))
(setq kesişim_x2 (/ (* nsabiti2 eğim12)(+ (expt eğim12 2) 1)))
(setq kesişim_y2 (* eğim12 kesişim_x2))
(if
  (< kesişim_x2 (car(car (reverse veri2))))
  (alert "2.Dişliye ait Evolvent Eğrileri Kesişiyor!!!")
)
(command "line" (car(reverse veri2))(list kesişim_x2 kesişim_y2) "")
(command "mirror" "all" "" po12 po22 "")
(command "array" "all" "" "p" po12 z2 "" "")
(setq dilim2 (/ (/ (* 2 pi) z2) 2))
(setq simetri2 (* (+ (- (angle po12 po22) dilim2) (/ pi 2)) -1))
;(command "rotate" "all" "" (list 0 0) (strcat (rtos simetri2 2 10) "r"))
(command "rotate" "all" "" (list 0 0) (strcat (rtos (- invalfa*2 pi) 2 10) "r"))
; 2.Dişli Katı
(command "_boundary" (list 0 0) "")
(command "_extrude" "last" "" b2 0 "")
(command "move" "last" "" (list 0 0 0) (list 2000 0 0))

; 2. Mil Katı
(command "circle" (list 0 0) (/ dmilcap2 2))
(command "_extrude" "last" "" (* L -1) 0 "")
(command "move" "last" "" (list 0 0 0) (list 2000 0 0))

; 2. Mil iki boyutlu
(command "circle" (list 0 0) (/ dmilcap2 2))
(command "hatch" "ansi31" "0.5" "0" "last" "")

```

```

(command "layer" "m" "daireler2" "" "c" 24 "" "")
(command "circle" (list 0 0) (/ dtab2 2))
(command "circle" (list 0 0) (/ dbas2 2))
(command "circle" (list 0 0) (/ dtem2 2))
(command "circle" (list 0 0) (/ do2 2))

(command "move" "all" "" po12 (list 0 a1))

(command "layer" "set" "0" "")
(command "layer" "off" "evolvent2" "")
(command "layer" "lock" "evolvent2" "")
(command "layer" "off" "daireler2" "")
(command "layer" "lock" "daireler2" "")

);:.....;
(defun disliciz-3 ()
  (setq
    ro3 (/ do3 2)
    rt3 (/ dtab3 2)
    rtem3 (/ dtem3 2)
    rb3 (/ dbas3 2)
    roo3 (* 0.37 modul_2)
    z3 (fix z3)
    mil3 (/ dmilcap2 2)
    karex3 (/ (+ dbas3 30) 2)
    karey3 karex3
    öz3 (* (+ L1 L2 (/ b3 2)) -1)
  )
  (command "layer" "m" "evolvent3" "" "c" 3 "" "")
  (command "zoom" (list (* karex3 -1)(* karey3 -1))(list karex3 karey3) "")
  (setvar "osmode" 0)
  (setq
    alfa3 nil
    alfa*3 nil
    tetaro3 nil
    poro3 nil
    tetamaks3 nil
    veri3 nil
    teta3 nil
    po13 nil
    po23 nil
    q13 nil
    q23 nil
    q33 nil
    eğim13 nil
    beta23 nil
    beta13 nil
    sonkord3 nil
  )

```

```

ilkkord3 nil
yayacisi3 nil
kesişim_x3 nil
kesişim_y3 nil

)
; dişli evolvent eğrisi
(setq alfa*3 (atan (/ (sqrt (- (expt ro3 2) (expt rtem3 2))) rtem3)))
(setq invalfa*3 (- (/ (sin alfa*3)(cos alfa*3)) alfa*3))
(setq tetaro3 (/ (sin alfa*3)(cos alfa*3))
(setq poro3 (list
(* rtem3 (- (sin tetaro3) (* tetaro3 (Cos tetaro3))))
(* rtem3 (+ (cos tetaro3) (* tetaro3 (sin tetaro3))))
)
); taksimat daireisi üzerindeki evolvent kesişimi

; evolvent eğrisi başlangıcı
(setq alfa3 (atan (/ (sqrt (- (expt rb3 2) (expt rtem3 2))) rtem3)))
(setq tetamaks3 (/ (sin alfa3)(cos alfa3))
(setq tetamin3 0) ; raydan
(setq teta3 tetamaks3) ; bitiş
(setq p3 nil)
(while (> teta3 tetamin3)
(setq azaltım3 0.03) ; 0.05 radyan artımla
(setq XTETA3 (* rtem3 (- (sin teta3) (* teta3 (Cos teta3))))))
(setq YTETA3 (* rtem3 (+ (cos teta3) (* teta3 (sin teta3))))))
(setq teta3 (- teta3 azaltım3))
(setq p3 (list XTETA3 YTETA3))
(setq veri3 (cons p3 veri3))
)
(setq sonkord3 (last veri3))
(setq ilkkord3 (list 0 rtem3))
(setq veri3 (cons ilkkord3 veri3))
(setq say3 (length veri3))
(setq ww3 0)
(repeat (- say3 1)
(setq P13 (nth ww3 veri3))
(setq P23 (nth (+ ww3 1) veri3))
(command "line" p13 p23 ""))
(setq ww3 (+ 1 ww3))
)
; diş dibi yayı çizimi
; yay merkezinin tespiti
; evolvent eğrisinin ilkoord. tı merkez çemberin merkezi  $x^2+(y-rtem)^2=r0o1^2$ 
; Diş dibi yayının merkezinin geçtiği çember denklemini ise;  $x^2+y^2=(rtem+0.12*modul)^2$ 
; Bu iki denklemin eşitliğinden çıkan iki noktadan x'i küçük olan diş dibi yayının merkezi olacak (q11)
; Birinci denklemde, x=0, y=rtem old. göre;  $\varphi=rtem+r0o1$ 
(setq yy13 (+

```



```

      rtem3
      (* 0.12 modul_2)
      (/
      (-
      (expt (* 0.12 modul_2)2)
      (expt roo3 2)
      )
      (* 2 rtem3)
      )
      )
      )
      (setq xx13 (* (sqrt (- (expt roo3 2)(expt (- yy13 rtem3) 2)))) -1))
      (setq q13 (list xx13 yy13))
      ; Yuvarlatma eğrisinin bittiği, taban eğrisi ile çakıştığı nokta
      (setq xx23 (* (sqrt (/ (expt r3 2)+ 1 (expt (/ yy13 xx13)2)))) -1))
      (setq yy23 (sqrt (- (expt r3 2)(expt xx23 2))))
      (setq q23 (list xx23 yy23))
      (setq q33 ilkkord3)
      (command "arc" "c" q13 q23 q33)
      ; simetri eksenini için yay çizimi
      (setq Po13 (list 0 0))
      ;(setq yayacisi3 (/ so3 (* -2 (sqrt (- (expt ro3 2) (/ (expt so3 2) 4))))))
      (setq yayacisi3 (/ pi (* -2 z3)))
      (command "arc" "c" po13 poro3 "a" (strcat (rtos yayacisi3 2 10) "r"))
      (setq ilkaci3 (cdr (cadr (reverse (entget (entlast))))))
      (command "erase" "last" "")
      (setq po23 (list 200 (* 200 (/ (sin ilkaci3)(cos ilkaci3))))
      (setq beta13 (- (angle q23 po13)(angle po23 po13)))
      (setq beta23 (- (/ (/ (* 2 pi) z3) 2) beta13))
      (cond
      (> beta23 0)(command "arc" "c" po13 q23 "a" (strcat (rtos beta23 2 10) "r")))
      (< beta23 0)(alert "3.Dişliye Ait Diş dibi daireleri kesişiyor!!!")
      )
      (setq eğim13 (/ (sin ilkaci3)(cos ilkaci3)))
      ; simetri doğrusunun denklemi y= eğim1 * x; Po1 (0,0) dan geçiyor..
      ; simetri doğrusuna dik doğrunun denklemi y= - 1/eğim1 * x + nsabiti
      ; nsabiti = y+ x/eğim1; veri deposunun son noktasından, simetri eksenine dik doğrunun sabiti için;
      (setq nsabiti3 (+ (car (cdr (car (reverse veri3)))) / (car (car (reverse veri3))) eğim13))
      (setq kesişim_x3 (/ (* nsabiti3 eğim13)(+ (expt eğim13 2) 1))
      (setq kesişim_y3 (* eğim13 kesişim_x3))
      (if
      (< kesişim_x3 (car(car (reverse veri3))))
      (alert "3.Dişliye ait Evolvent Eğrileri Kesişiyor!!!")
      )
      )
      (command "line" (car(reverse veri3))(list kesişim_x3 kesişim_y3) "")
      (command "mirror" "all" "" po13 po23 "")
      (command "array" "all" "" "p" po13 z3 "" "")
      (setq simetri3 (- (/ pi 2)(angle po13 po23)))

```

```
;(command "rotate" "all" "" (list 0 0) (strcat (rtos simetri3 2 10) "r"))
(command "rotate" "all" "" (list 0 0) (strcat (rtos invalfa*3 2 10) "r"))
```

; 3. Dişli katı

```
(command "_boundary" (list 0 0) "")
(command "_extrude" "last" "" b3 0 "")
(command "move" "last" "" (list 0 0 0) (list 2000 0 öz3))
```

```
(command "layer" "m" "daireler3" "" "c" 24 "" "")
(command "circle" (list 0 0) (/ dtab3 2))
(command "circle" (list 0 0) (/ dbas3 2))
(command "circle" (list 0 0) (/ dtem3 2))
(command "circle" (list 0 0) (/ do3 2))
```

```
(command "move" "all" "" po13 (list 0 a1))
```

```
(command "layer" "set" "0" "")
(command "layer" "off" "evolvent3" "")
(command "layer" "lock" "evolvent3" "")
(command "layer" "off" "daireler3" "")
(command "layer" "lock" "daireler3" "")
```

```
).....
```

```
(defun disliciz-4 ()
```

```
(setq
```

```
ro4 (/ do4 2)
```

```
rt4 (/ dtab4 2)
```

```
rtem4 (/ dtem4 2)
```

```
rb4 (/ dbas4 2)
```

```
z4 (fix z4)
```

```
roo4 (* 0.37 modul_2)
```

```
mil4 (/ dmilcap3 2)
```

```
karex4 (/ (+ dbas4 30) 2)
```

```
karey4 karex4
```

```
öz4 (* (+ L1 L2 (/ b4 2)) -1)
```

```
)
```

```
(command "layer" "m" "evolvent4" "" "c" 3 "" "")
```

```
(command "zoom" (list (* karex4 -1) (* karey4 -1)) (list karex4 karey4) "")
```

```
(setvar "osmode" 0)
```

```
(setq
```

```
alfa4 nil
```

```
alfa*4 nil
```

```
tetar4 nil
```

```
poro4 nil
```

```
tetamaks4 nil
```

```
veri4 nil
```

```
teta4 nil
```

```

po14 nil
po24 nil
q14 nil
q24 nil
q34 nil
eğim14 nil
beta24 nil
beta14 nil
sonkord4 nil
ilkkord4 nil
yayacisi4 nil
kesişim_x4 nil
kesişim_y4 nil

)
; dişli evolvent eğrisi
(setq alfa*4 (atan (/ (sqrt (- (expt ro4 2) (expt rtem4 2))) rtem4)))
(setq invalfa*4 (- (/ (sin alfa*4)(cos alfa*4)) alfa*4))
(setq tetaro4 (/ (sin alfa*4)(cos alfa*4)))
(setq poro4 (list
    (* rtem4 (- (sin tetaro4) (* tetaro4 (Cos tetaro4))))
    (* rtem4 (+ (cos tetaro4) (* tetaro4 (sin tetaro4))))
))
); taksimat dairesi üzerindeki evolvent kesişimi

; evolvent eğrisi başlangıcı
(setq alfa4 (atan (/ (sqrt (- (expt rb4 2) (expt rtem4 2))) rtem4)))
(setq tetamaks4 (/ (sin alfa4)(cos alfa4)))
(setq tetamin4 0) ; raydan
(setq teta4 tetamaks4) ; bitiş
(setq p4 nil)
(while (> teta4 tetamin4)
    (setq azaltım4 0.03) ; 0.05 radyan artımla
    (setq XTETA4 (* rtem4 (- (sin teta4) (* teta4 (Cos teta4)))))
    (setq YTETA4 (* rtem4 (+ (cos teta4) (* teta4 (sin teta4)))))
    (setq teta4 (- teta4 azaltım4))
    (setq p4 (list XTETA4 YTETA4))
    (setq veri4 (cons p4 veri4))
)
(setq sonkord4 (last veri4))
(setq ilkkord4 (list 0 rtem4))
(setq veri4 (cons ilkkord4 veri4))
(setq say4 (length veri4))
(setq ww4 0)
(repeat (- say4 1)
    (setq P14 (nth ww4 veri4))
    (setq P24 (nth (+ ww4 1) veri4))
    (command "line" p14 p24 ""))

```

```

(setq ww4 (+ 1 ww4))
)
; dış dibi yayı çizimi
; yay merkezinin tespiti
; evolvent eğrisinin ilkoord. tı merkez çemberin merkezi  $x^2+(y-rtem)^2=r0o1^2$ 
; Dış dibi yayının merkezinin geçtiği çember denklemleri ise;  $x^2+y^2=(rtem+0.12*modul)^2$ 
; Bu iki denklemin eşitliğinden çıkan iki noktadan x'i küçük olan dış dibi yayının merkezi olacak (q11)
; Birinci denklemden,  $x=0, y=rtem$  old. göre;  $\phi=rtem+r0o1$ 
(setq yy14 (+
  rtem4
  (* 0.12 modul_2)
  (/
  (-
  (expt (* 0.12 modul_2)2)
  (expt r0o4 2)
  )
  (* 2 rtem4)
  )
  )
)
(setq xx14 (* (sqrt (- (expt r0o4 2)(expt (- yy14 rtem4) 2))) -1))
(setq q14 (list xx14 yy14))
; Yuvarlatma eğrisinin bittiği, taban eğrisi ile çakıştığı nokta
(setq xx24 (* (sqrt (/ (expt r0o4 2)+ 1 (expt (/ yy14 xx14) 2)))) -1))
(setq yy24 (sqrt (- (expt r0o4 2)(expt xx24 2))))
(setq q24 (list xx24 yy24))
(setq q34 ilkkord4)
(command "arc" "c" q14 q24 q34)
; simetri eksenini için yay çizimi
(setq Po14 (list 0 0))
;(setq yayacisi4 (/ so4 (* -2 (sqrt (- (expt r0o4 2) (/ (expt so4 2) 4))))))
(setq yayacisi4 (/ pi (* -2 z4)))
(command "arc" "c" po14 poro4 "a" (strcat (rtos yayacisi4 2 10) "r"))
(setq ilkaci4 (cdr (cadr (reverse (entget (entlast))))))
(command "erase" "last" "")
(setq po24 (list 200 (* 200 (/ (sin ilkaci4)(cos ilkaci4))))
(setq beta14 (- (angle q24 po14)(angle po24 po14)))
(setq beta24 (- (/ (/ (* 2 pi) z4) 2) beta14))
(cond
  ((> beta24 0)(command "arc" "c" po14 q24 "a" (strcat (rtos beta24 2 10) "r")))
  ((< beta24 0)(alert "4.Dışliye Ait Dış dibi daireleri kesişiyor!!!"))
)
)
(setq eğim14 (/ (sin ilkaci4)(cos ilkaci4)))
; simetri doğrusunun denklemi  $y=eğim1 * x$ ; Po1 (0,0) dan geçiyor..
; simetri doğrusuna dik doğrunun denklemi  $y=- 1/eğim1 * x + nsabiti$ 
; nsabiti =  $y+ x/eğim1$ ; veri deposunun son noktasından, simetri eksenine dik doğrunun sabiti için;
(setq nsabiti4 (+ (car (cdr (car (reverse veri4)))) (/ (car (car (reverse veri4))) eğim14)))
(setq kesişim_x4 (/ (* nsabiti4 eğim14)+(expt eğim14 2) 1))

```

```

(setq kesişim_y4 (* eğim14 kesişim_x4))
(if
  (< kesişim_x4 (car(car (reverse veri4))))
    (alert "4.Dişliye ait Evolvent Eğrileri Kesişiyor!!!")
  )
(command "line" (car(reverse veri4))(list kesişim_x4 kesişim_y4) "")
(command "mirror" "all" "" po14 po24 "")
(command "array" "all" "" "p" po14 z4 "" "")
(setq dilim4 (/ (/ (* 2 pi) z4) 2))
(setq simetri4 (* (+ (- (angle po14 po24) dilim4) (/ pi 2)) -1))
;(command "rotate" "all" "" (list 0 0) (strcat (rtos simetri4 2 10) "r"))
(command "rotate" "all" "" (list 0 0) (strcat (rtos (- invalfa*4 pi) 2 10) "r"))
; 4 .Dişli Katı
(command "_boundary" (list 0 0) "")
(command "_extrude" "last" "" b4 0 "")
(command "move" "last" "" (list 0 0 0) (list 2000 0 öz4))

; 3. Mil Katı
(command "circle" (list 0 0) (/ dmilcap3 2))
(command "_extrude" "last" "" (* L-1) 0 "")
(command "move" "last" "" (list 0 0 0) (list 2000 0 0))

(command "circle" (list 0 0) (/ dmilcap3 2))
(command "hatch" "ansi31" "0.5" "0" "last" "")

(command "layer" "m" "daireler4" "" "c" 24 "" "")
(command "circle" (list 0 0) (/ dtab4 2))
(command "circle" (list 0 0) (/ dbas4 2))
(command "circle" (list 0 0) (/ dtem4 2))
(command "circle" (list 0 0) (/ do4 2))

(command "move" "all" "" po14 (list 0 (+ a1 a2)))

(command "layer" "set" "0" "")
(command "layer" "off" "evolvent4" "")
(command "layer" "lock" "evolvent4" "")
(command "layer" "off" "daireler4" "")
(command "layer" "lock" "daireler4" "")
)
.....
;
(defun cizim ()
(setvar "osmode" 0)
(command "layer"
  "m"
  "eksenler"
  "l"
  "dashed"
  ""
)

```

```

        "c"
        16
        ""
        ""
    )
    (setq atop (+ a1 a2))
    (setq
    mil1x1y1 (list 60 0)
    mil1x2y2 (list (+ 100 L1) 0)
    mil1x3y3 (list (+ 100 I1 I2) 0)
    mil1x4y4 (list (+ L 140) 0)
    mil2x1y1 (list 60 a1)
    mil2x2y2 (list (+ L1 100) a1)
    mil2x3y3 (list (+ 100 I1 I2) a1)
    mil2x4y4 (list (+ L 140) a1)
    mil3x1y1 (list 60 atop)
    mil3x2y2 (list (+ 100 L1) atop)
    mil3x3y3 (list (+ 100 I1 I2) atop)
    mil3x4y4 (list (+ L 140) atop)
    )
    (command "pline" mil1x1y1 mil1x2y2 mil1x3y3 mil1x4y4 "")
    (command "pline" mil2x1y1 mil2x2y2 mil2x3y3 mil2x4y4 "")
    (command "pline" mil3x1y1 mil3x2y2 mil3x3y3 mil3x4y4 "")

    (command "layer"
        "m"
        "mil"
        "c"
        46
        ""
        ""
    )

    (setq
    mil1ustx1y1 (list 100 (/ dmilcap1 2))
    mil1ustx2y2 (list (+ L1 100) (/ dmilcap1 2))
    mil1ustx3y3 (list (+ I1 I2 100) (/ dmilcap1 2))
    mil1ustx4y4 (list (+ L 100) (/ dmilcap1 2))

    mil1altx1y1 (list 100 (/ dmilcap1 -2))
    mil1altx2y2 (list (+ L1 100) (/ dmilcap1 -2))
    mil1altx3y3 (list (+ 100 I1 I2) (/ dmilcap1 -2))
    mil1altx4y4 (list (+ L 100) (/ dmilcap1 -2))

    mil2ustx1y1 (list 100 (+ a1 (/ dmilcap2 2)))
    mil2ustx2y2 (list (+ L1 100) (+ a1 (/ dmilcap2 2)))
    mil2ustx3y3 (list (+ I1 I2 100) (+ a1 (/ dmilcap2 2)))
    mil2ustx4y4 (list (+ L 100) (+ a1 (/ dmilcap2 2)))

```

```

mil2altx1y1 (list 100 (- a1 (/ dmilcap2 2)))
mil2altx2y2 (list (+ L1 100) (- a1 (/ dmilcap2 2)))
mil2altx3y3 (list (+ 11 12 100) (- a1 (/ dmilcap2 2)))
mil2altx4y4 (list (+ L 100) (- a1 (/ dmilcap2 2)))

mil3ustx1y1 (list 100 (+ atop (/ dmilcap3 2)))
mil3ustx2y2 (list (+ L1 100) (+ atop (/ dmilcap3 2)))
mil3ustx3y3 (list (+ 100 11 12) (+ atop (/ dmilcap3 2)))
mil3ustx4y4 (list (+ L 100) (+ atop (/ dmilcap3 2)))

mil3altx1y1 (list 100 (- atop (/ dmilcap3 2)))
mil3altx2y2 (list (+ L1 100) (- atop (/ dmilcap3 2)))
mil3altx3y3 (list (+ 100 11 12) (- atop (/ dmilcap3 2)))
mil3altx4y4 (list (+ L 100) (- atop (/ dmilcap3 2)))
)
(command "pline" mil1ustx1y1 mil1ustx2y2 mil1ustx3y3 mil1ustx4y4 "")
(command "pline" mil1altx1y1 mil1altx2y2 mil1altx3y3 mil1altx4y4 "")
(command "pline" mil2ustx1y1 mil2ustx2y2 mil2ustx3y3 mil2ustx4y4 "")
(command "pline" mil2altx1y1 mil2altx2y2 mil2altx3y3 mil2altx4y4 "")
(command "pline" mil3ustx1y1 mil3ustx2y2 mil3ustx3y3 mil3ustx4y4 "")
(command "pline" mil3altx1y1 mil3altx2y2 mil3altx3y3 mil3altx4y4 "")

; disliler
(command "layer"
  "m"
  "disli-1"
  "c"
  92
  ""
  ""
)
(setq
disli1x1 (+ (- L1 (/ b1 2)) 100)
disli1x2 (+ (+ L1 (/ b1 2)) 100)
disli1y1 (/ do1 -2)
disli1y2 (/ do1 2)
)
(setq disli1x1y1 (list disli1x1 disli1y1))
(setq disli1x2y2 (list disli1x2 disli1y1))
(setq disli1x3y3 (list disli1x2 disli1y2))
(setq disli1x4y4 (list disli1x1 disli1y2))

;l. kama
(setq xkor11 (/ kama_b1 -2))
(setq xkor21 (/ kama_b1 2))
(setq ykor11 (+ (/ dmilcap1 2) kama_t21))
(setq ykor21 (- ykor11 kama_h1))
(command "_rectang" (list xkor11 ykor21) (list xkor21 ykor11) "")

```

```

;(command "_box" (list xkor11 ykor21) (list xkor21 ykor11) Lkama_1 "")
;(command "move" "last" "" (list 0 0 0) (list 2000 0 (- (* b1 0.5) (+ L1 Lkama_1))))
(command "_rectang" disli1x1y1 disli1x3y3 "")
(command "layer"
  "m"
  "disli-2"
  "c"
  92
  ""
  ""
)
(setq
disli2x1 (+ (- L1 (/ b2 2)) 100)
disli2x2 (+ (+ L1 (/ b2 2)) 100)
disli2y1 (- a1 (/ do2 2))
disli2y2 (+ a1 (/ do2 2))
)
(setq disli2x1y1 (list disli2x1 disli2y1))
(setq disli2x2y2 (list disli2x2 disli2y1))
(setq disli2x3y3 (list disli2x2 disli2y2))
(setq disli2x4y4 (list disli2x1 disli2y2))

```

```

(command "_rectang" disli2x1y1 disli2x3y3 "")

```

;2. kama

```

(setq xkor12 (/ kama_b2 -2))
(setq xkor22 (/ kama_b2 2))
(setq ykor12 (+ a1 (+ (/ dmilcap2 2) kama_t22)))
(setq ykor22 (- ykor12 kama_h2))
(command "_rectang" (list xkor12 ykor22) (list xkor22 ykor12) "")
;(command "_box" (list xkor12 ykor22) (list xkor22 ykor12) Lkama_2 "")
;(command "move" "last" "" (list 0 0 0) (list 2000 0 (- (* b2 0.5) (+ L1 Lkama_2))))

```

; II. Kademe

```

(command "layer"
  "m"
  "disli-3"
  "c"
  92
  ""
  ""
)
(setq
disli3x1 (+ (- (+ L1 L2) (/ b3 2)) 100)
disli3x2 (+ (+ L1 L2) (/ b3 2)) 100)
disli3y1 (- a1 (/ do3 2))
disli3y2 (+ a1 (/ do3 2))
)

```



```
(setq disli3x1y1 (list disli3x1 disli3y1))
(setq disli3x2y2 (list disli3x2 disli3y1))
(setq disli3x3y3 (list disli3x2 disli3y2))
(setq disli3x4y4 (list disli3x1 disli3y2))
(command "_rectang" disli3x1y1 disli3x3y3 "")
```

;3. kama

```
(setq xkor13 (/ kama_b2 -2))
(setq ykor23 (/ kama_b2 2))
(setq ykor13 (+ a1 (+ (/ dmilcap2 2) kama_t22)))
(setq ykor23 (- ykor13 kama_h2))
(command "_rectang" (list xkor13 ykor23) (list xkor23 ykor13) "")
;(command "_box" (list xkor13 ykor23) (list xkor23 ykor13) Lkama_2 "")
;(command "move" "last" "" (list 0 0 0) (list 2000 0 (- (* b3 0.5) (+ L1 L2 Lkama_2))))
```

```
(command "layer"
  "m"
  "disli-4"
  "c"
  92
  ""
  ""
  )
```

```
(setq
disli4x1 (+ (- (+ L1 L2) (/ b4 2)) 100)
disli4x2 (+ (+ L1 L2) (/ b4 2) 100)
disli4y1 (- (+ a1 a2) (/ do4 2))
disli4y2 (+ (+ a1 a2) (/ do4 2))
)
(setq disli4x1y1 (list disli4x1 disli4y1))
(setq disli4x2y2 (list disli4x2 disli4y1))
(setq disli4x3y3 (list disli4x2 disli4y2))
(setq disli4x4y4 (list disli4x1 disli4y2))
(command "_rectang" disli4x1y1 disli4x3y3 "")
```

;4. kama

```
(setq xkor14 (/ kama_b3 -2))
(setq ykor24 (/ kama_b3 2))
(setq ykor14 (+ a1 a2 (+ (/ dmilcap3 2) kama_t23)))
(setq ykor24 (- ykor14 kama_h3))
(command "_rectang" (list xkor14 ykor24) (list xkor24 ykor14) "")
;(command "_box" (list xkor14 ykor24) (list xkor24 ykor14) Lkama_3 "")
;(command "move" "last" "" (list 0 0 0) (list 2000 0 (- (* b4 0.5) (+ L1 L2 Lkama_3))))
```

);end of cizim

;

.....
 ???

```

(defun rulmansec ()
  (cond
    ((= dmilcap 3)(setq simbol 623))
    ((and (= dmilcap 4)< C 16)(setq simbol 634))
    ((and (= dmilcap 4)> C 16)(setq simbol 624))
    ((and (= dmilcap 5)< C 865)(setq simbol 625))
    ((and (= dmilcap 5)> C 865)(setq simbol 635))
    ((= dmilcap 6)(setq simbol 626))
    ((and (= dmilcap 7)< C 1320)(setq simbol 607))
    ((and (= dmilcap 7)> C 1320)(setq simbol 627))
    ((= dmilcap 8)(setq simbol 608))
    ((and (= dmilcap 9)< C 2850)(setq simbol 609))
    ((and (= dmilcap 9)> C 2850)(setq simbol 629))
    ((and (= dmilcap 10)< C 3550)(setq simbol 6000))
    ((and(= dmilcap 10)< C 3900)> C 3550)(setq simbol 6200))
    ((and (= dmilcap 10)> C 3900)(setq simbol 6300))
    ((and (= dmilcap 12)< C 3900)(setq simbol 6001))
    ((and(= dmilcap 12)< C 5300)> C 3900)(setq simbol 6201))
    ((and (= dmilcap 12)> C 5300)(setq simbol 6301))
    ((and (= dmilcap 15)< C 4300)(setq simbol 6002))
    ((and(= dmilcap 15)< C 6000)> C 4300)(setq simbol 6202))
    ((and (= dmilcap 15)> C 6000)(setq simbol 6302))
    ((and (= dmilcap 17)< C 4650)(setq simbol 6003))
    ((and(= dmilcap 17)< C 7350)> C 4650)(setq simbol 6203))
    ((and(= dmilcap 17)< C 10400)> C 7350)(setq simbol 6303))
    ((and (= dmilcap 17)> C 10400)(setq simbol 6403))
    ((and (= dmilcap 20)< C 7200)(setq simbol 6004))
    ((and(= dmilcap 20)< C 9800)> C 7200)(setq simbol 6204))
    ((and(= dmilcap 20)< C 12200)> C 9800)(setq simbol 6304))
    ((and (= dmilcap 20)> C 12200)(setq simbol 6404))
    ((and (= dmilcap 25)< C 8650)(setq simbol 6005))
    ((and(= dmilcap 25)< C 10800)> C 8650)(setq simbol 6205))
    ((and(= dmilcap 25)< C 17300)> C 10800)(setq simbol 6305))
    ((and (= dmilcap 25)> C 17300)(setq simbol 6405))
    ((and (= dmilcap 30)< C 10200)(setq simbol 6006))
    ((and(= dmilcap 30)< C 15000)> C 10200)(setq simbol 6206))
    ((and(= dmilcap 30)< C 21600)> C 15000)(setq simbol 6306))
    ((and (= dmilcap 30)> C 21600)(setq simbol 6406))
    ((and (= dmilcap 35)< C 12200)(setq simbol 6007))
    ((and(= dmilcap 35)< C 19600)> C 12200)(setq simbol 6207))
    ((and(= dmilcap 35)< C 25500)> C 19600)(setq simbol 6307))
    ((and (= dmilcap 35)> C 25500)(setq simbol 6407))
    ((and (= dmilcap 40)< C 12900)(setq simbol 6008))
    ((and(= dmilcap 40)< C 23600)> C 12900)(setq simbol 6208))
    ((and(= dmilcap 40)< C 31500)> C 23600)(setq simbol 6308))
    ((and (= dmilcap 40)> C 31500)(setq simbol 6408))
    ((and (= dmilcap 45)< C 16300)(setq simbol 6009))
    ((and(= dmilcap 45)< C 25500)> C 16300)(setq simbol 6209))
  )
)

```

((and(= dmilcap 45)(< C 40500)(> C 25500))(setq simbol 6309))
 ((and(= dmilcap 45)(> C 40500))(setq simbol 6409))
 ((and(= dmilcap 50)(< C 16600))(setq simbol 6010))
 ((and(= dmilcap 50)(< C 27000)(> C 16600))(setq simbol 6210))
 ((and(= dmilcap 50)(< C 47500)(> C 27000))(setq simbol 6310))
 ((and(= dmilcap 50)(> C 47500))(setq simbol 6410))
 ((and(= dmilcap 55)(< C 21600))(setq simbol 6011))
 ((and(= dmilcap 55)(< C 33500)(> C 21600))(setq simbol 6211))
 ((and(= dmilcap 55)(< C 55000)(> C 33500))(setq simbol 6311))
 ((and(= dmilcap 55)(> C 55000))(setq simbol 6411))
 ((and(= dmilcap 60)(< C 22800))(setq simbol 6012))
 ((and(= dmilcap 60)(< C 36500)(> C 22800))(setq simbol 6212))
 ((and(= dmilcap 60)(< C 63000)(> C 36500))(setq simbol 6312))
 ((and(= dmilcap 60)(> C 63000))(setq simbol 6412))
 ((and(= dmilcap 65)(< C 23600))(setq simbol 6013))
 ((and(= dmilcap 65)(< C 43000)(> C 23600))(setq simbol 6213))
 ((and(= dmilcap 65)(< C 71000)(> C 43000))(setq simbol 6313))
 ((and(= dmilcap 65)(> C 71000))(setq simbol 6413))
 ((and(= dmilcap 70)(< C 29000))(setq simbol 6014))
 ((and(= dmilcap 70)(< C 47500)(> C 29000))(setq simbol 6214))
 ((and(= dmilcap 70)(< C 80000)(> C 47500))(setq simbol 6314))
 ((and(= dmilcap 70)(> C 80000))(setq simbol 6414))
 ((and(= dmilcap 75)(< C 30500))(setq simbol 6015))
 ((and(= dmilcap 75)(< C 51000)(> C 30500))(setq simbol 6215))
 ((and(= dmilcap 75)(< C 86500)(> C 51000))(setq simbol 6315))
 ((and(= dmilcap 75)(> C 86500))(setq simbol 6415))
 ((and(= dmilcap 80)(< C 36500))(setq simbol 6016))
 ((and(= dmilcap 80)(< C 54000)(> C 36500))(setq simbol 6216))
 ((and(= dmilcap 80)(< C 95000)(> C 54000))(setq simbol 6316))
 ((and(= dmilcap 80)(> C 95000))(setq simbol 6416))
 ((and(= dmilcap 85)(< C 38000))(setq simbol 6017))
 ((and(= dmilcap 85)(< C 64000)(> C 38000))(setq simbol 6217))
 ((and(= dmilcap 85)(< C 102000)(> C 64000))(setq simbol 6317))
 ((and(= dmilcap 85)(> C 102000))(setq simbol 6417))
 ((and(= dmilcap 90)(< C 45000))(setq simbol 6018))
 ((and(= dmilcap 90)(< C 73500)(> C 45000))(setq simbol 6218))
 ((and(= dmilcap 90)(< C 110000)(> C 73500))(setq simbol 6318))
 ((and(= dmilcap 90)(> C 110000))(setq simbol 6418))
 ((and(= dmilcap 95)(< C 46500))(setq simbol 6019))
 ((and(= dmilcap 95)(< C 83000)(> C 46500))(setq simbol 6219))
 ((and(= dmilcap 95)(> C 83000))(setq simbol 6319))
 ((and(= dmilcap 100)(< C 46500))(setq simbol 6020))
 ((and(= dmilcap 100)(< C 95000)(> C 46500))(setq simbol 6220))
 ((and(= dmilcap 100)(> C 95000))(setq simbol 6320))
 ((and(= dmilcap 105)(< C 56000))(setq simbol 6021))
 ((and(= dmilcap 105)(< C 102000)(> C 56000))(setq simbol 6221))
 ((and(= dmilcap 105)(> C 102000))(setq simbol 6321))
 ((and(= dmilcap 110)(< C 63000))(setq simbol 6022))

```

((and(= dmilcap 110)(< C 112000)(> C 63000))(setq simbol 6222))
((and(= dmilcap 110)(> C 112000))(setq simbol 6322))
((and(= dmilcap 120)(< C 65500))(setq simbol 6024))
((and(= dmilcap 120)(< C 112000)(> C 65500))(setq simbol 6224))
((and(= dmilcap 120)(> C 112000))(setq simbol 6324))
((and(= dmilcap 130)(< C 120000))(setq simbol 6226))
((and(= dmilcap 130)(> C 120000))(setq simbol 6326))
((and(= dmilcap 140)(< C 127000))(setq simbol 6228))
((and(= dmilcap 140)(> C 127000))(setq simbol 6328))
((and(= dmilcap 150)(< C 134000))(setq simbol 6230))
((and(= dmilcap 150)(> C 134000))(setq simbol 6330))
(= dmilcap 160)(setq simbol 6232))
);END COND
);END RULMANSEC
*****
(defun rulman ()
;1. milin rulmanları
(setq LHH (/ (* Lh 60 n1) 1000000))
(setq Fra (sqrt (+ (expt Fax 2)(expt Fay 2))))
(setq Frb (sqrt (+ (expt Fbx 2)(expt Fby 2))))
(setq Ca (* Fra (expt LHH 0.33333333))) ;Newton
(setq Cb (* Frb (expt LHH 0.33333333)))
(if
(> Ca Cb)(setq Ca Ca)
(setq Ca Cb)
)

(setq C (/ Ca 10)); kNewton a çevrildi
(setq Dmilcap dmilcap1)
(rulmansec)
(setq rulsembol1 simbol)
; 2.milin rulmanları

(setq Frc (sqrt (+ (expt Fcx 2)(expt Fcy 2))))
(setq Frd (sqrt (+ (expt Fdx 2)(expt Fdy 2))))
(setq Cc (* Frc (expt LHH 0.33333333))) ;Newton
(setq Cd (* Frd (expt LHH 0.33333333)))
(if
(> Cc Cd)(setq Cc Cc)
(setq Cc Cd)
)

(setq C (/ Cc 10)); kNewton a çevrildi
(setq Dmilcap dmilcap2)
(rulmansec)
(setq rulsembol2 simbol)

; 3.milin rulmanları

```

```

(setq Fire (sqrt (+ (expt Fex 2)(expt Fey 2))))
(setq Frf (sqrt (+ (expt Ffx 2)(expt Ffy 2))))
(setq Ce (* Fire (expt LHH 0.33333333))) ;Newton
(setq Cf (* Frf (expt LHH 0.33333333)))
(if
(> Ce Cf)(setq Ce Ce)
(setq Ce Cf)
)

```

```

(setq C (/ Ce 10)); kNewton a çevrildi
(setq Dmilcap dmilcap3)
(rulmansec)
(setq rulsembol3 sembol)
); end of rulman hesabı

```

```

.....
(defun StandartCap ()
(cond
((or (< dmilcap 10)(= dmilcap 10))(setq dmilcap_ (fix (+ dmilcap 0.5))))
((and (< dmilcap 12.001)(> dmilcap 10))(setq dmilcap_ 12))
((and (< dmilcap 17.001)(> dmilcap 12.001))(setq dmilcap_ 17))
(> dmilcap 17.001)
(setq dh (* (fix (/ dmilcap 10)) 10))
(setq kk (- dmilcap dh))
(cond
((or (= kk 0)(> kk 0))(setq dmilcap_ (+ dh 5)))
((< kk 0)(setq dmilcap_ dh))
))
)
) ;standartcap
.....

```

```

(defun milhesap1 ()
(setq Ft1 (/ (* 2 Mdc1) do1));Nmm
(setq Ft2 Ft1)
(setq Fr1 (* Ft1 (/ (sin alfa0)(cos alfa0))))
(setq Fr2 Fr1)
(setq Ft3 (/ (* 2 Mdc3) do3));Nmm
(setq Ft4 Ft3)
(setq Fr3 (* Ft3 (/ (sin alfa0)(cos alfa0))))
(setq Fr4 Fr3)

```

```

(setq L (+ (* 0.15 do2) b2 b3 15 (* 0.15 do3)));end of 1 mm
(setq L1 (+ (* 0.15 do2) (/ b2 2) 5))
(setq L2 (+ (/ b2 2)(/ b3 2) 5));end of 1 mm
(setq L3 (- L (+ L1 L2)))

```

```

; 1. Giriş Mili Y eksenini
(setq Fby (/ (* Fr1 L1) L));N
(setq Fay (- Fr1 Fby)) ;N
; 1. Giriş Mili X eksenini
(setq Fbx (/ (* Ft1 L1) L));N
(setq Fax (- Ft1 Fbx)) ;N
(setq Memax_x (* Fbx (- L L1)))
(setq Memax_y (* Fay L1))

(setq Memax1 (sqrt (+ (expt Memax_x 2)(expt Memax_y 2))))
(setq sigm_akma_1 (* 1.125 sigm_ed_1)) ; yaklaşık olarak hesaplanmış
(setq sigm_d1* (/ sigm_ed_1 Kcentik))

(setq dmilcap1
(expt
(/
(* 64
(sqrt
(+
(expt (* (/ sigm_akma_1 sigm_d1*) Memax1) 2)
(* 0.75 (expt Mdç1 2))
)
)
)
(* pi sigm_akma_1)
);end of divide
0.3333333)
);end setq
(setq dmilcap dmilcap1)
(standartcap)
(setq dmilcap1 dmilcap_)
(setq Ip1 (/ (* pi (expt dmilcap1 4)) 64))

(setq segim1x (/ (* Ft1 (expt L1 2) (expt (+ L2 L3) 2)) (* 3 E_mil1 L Ip1)))
(setq segim1y (/ (* Fr1 (expt L1 2) (expt (+ L2 L3) 2)) (* 3 E_mil1 L Ip1)))
(setq segim1 (sqrt (+ (expt segim1x 2)(expt segim1y 2))))

(setq emnseğim (* 0.0005 L))
(cond
((or (< segim1 emnseğim)(= segim1 emnseğim))(princ "LMil Deformasyon Açısından Emniyetlidir. "))
((> segim1 emnseğim)(alert "LMil Deformasyon Açısından EMNİYETSİZdir!!! "))
)
);END OF MILHESAP1
(defun milhesap2 ()
; 2. Mil X eksenini
(setq FDx (/ (+ (* Ft2 L1) (* Ft3 (+ L1 L2))) L)); Dx yatağındaki tepki kuvveti
(setq FCx (- (+ Ft2 Ft3) FDx))

```

```

; 2. Mil Y eksenini
(setq FDy (/ (- (* Fr3 (+ L1 L2)) (* Fr2 L1)) L)); Dy yatağındaki tepki kuvveti
(setq FCy (- (+ Fr2 FDy) Fr3))

(setq Memax_x (* FDx L3))
(setq Memax_y (* FDy L3))

(setq Memax2 (sqrt (+ (expt Memax_x 2) (expt Memax_y 2))))
(setq sigm_akma_2 (* 1.125 sigm_ed_2)) ; yaklaşık olarak hesaplanmış
(setq sigm_d2* (/ sigm_ed_2 Kcentik))

(setq dmilcap2
(expt
(/
(* 64
(sqrt
(+
(expt (* (/ sigm_akma_2 sigm_d2*) Memax2) 2)
(* 0.75 (expt Mdç2 2))
)
)
)
(* pi sigm_akma_2)
); end of bölüm
0.3333333)
);end setq
(setq dmilcap dmilcap2)
(standartcap)
(setq dmilcap2 dmilcap_)
(setq Ip2 (/ (* pi (expt dmilcap2 4)) 64))

(setq segim21x (/ (* Ft2 (expt L1 2) (expt (+ L2 L3) 2)) (* 3 E_mil2 L Ip2)))
(setq segim21y (/ (* Fr2 (expt L1 2) (expt (+ L2 L3) 2)) (* 3 E_mil2 L Ip2)))
(setq segim21 (sqrt (+ (expt segim21x 2) (expt segim21y 2))))

(setq segim22x (/ (* Ft3 (expt L1 2) (expt (+ L2 L3) 2)) (* 3 E_mil2 L Ip2)))
(setq segim22y (/ (* Fr3 (expt L1 2) (expt (+ L2 L3) 2)) (* 3 E_mil2 L Ip2)))
(setq segim22 (sqrt (+ (expt segim22x 2) (expt segim22y 2))))

(if
(> segim21 segim22) (setq segim_2 segim21)
(setq segim_2 segim22)
)
(setq emnseğim (* 0.0005 L))
(cond
((or (< segim_2 emnseğim) (= segim_2 emnseğim)) (princ "İLMil Deformasyon Açısından Emniyetlidir. "))
((> segim_2 emnseğim) (alert "İLMil Deformasyon Açısından EMNİYETSİZdir!!! "))
)
)

```

);END OF MILHESAP2

```
(defun milhesap3 ()
; 3. Giriş Mili Y eksenini
(setq Ffy (/ (* Fr4 (+ L1 L2)) L)) ;N
(setq Fey (- Fr4 Ffy)) ;N
; 3. Giriş Mili X eksenini
(setq Ffx (/ (* Ft4 (+ L1 L2)) L)) ;N
(setq Fex (- Ft4 Ffx)) ;N
(setq Memax_x (* Ffx L3))
(setq Memax_y (* Ffy L3))
(setq Memax3 (sqrt (+ (expt Memax_x 2)(expt Memax_y 2))))
(setq sigm_akma_3 (* 1.125 sigm_ed_3)) ; yaklaşık olarak hesaplanmış
(setq sigm_d3* (/ sigm_ed_3 Kcentik))
```

```
(setq dmilcap3
(expt
(/
(* 64
(sqrt
(+
(expt (/ sigm_akma_3 sigm_d3*) Memax3) 2)
(* 0.75 (expt Mdç3 2))
)
)
)
(* pi sigm_akma_3)
); end of divide
0.3333333)
);end setq
(setq dmilcap dmilcap3)
(standartcap)
(setq dmilcap3 dmilcap_)
(setq Ip3 (/ (* pi (expt dmilcap3 4)) 64))

(setq segim3x (/ (* Ft3 (expt (+ L1 L2) 2) (expt L3 2)) (* 3 E_mil3 L Ip3)))
(setq segim3y (/ (* Fr3 (expt (+ L1 L2) 2) (expt L3 2)) (* 3 E_mil3 L Ip3)))
(setq segim3 (sqrt (+ (expt segim3x 2)(expt segim3y 2))))
(setq emnseğim (* 0.0005 L))
(cond
((or (< segim3 emnseğim)(= segim3 emnseğim))(princ "III.Mil Deformasyon Açısından Emniyetlidir. "))
(> segim3 emnseğim)(alert "III.Mil Deformasyon Açısından EMNİYETSİZdir!!! "))
)
)
```

);END OF MILHESAP3

```
.....
;-modul sec
```



```

(defun modulsec ()
  (cond
    (< modul 0.050)(setq modul 0.050))
    ((and (> modul 0.050)< modul 0.055))(setq modul 0.055))
    ((and (> modul 0.055)< modul 0.060))(setq modul 0.060))
    ((and (> modul 0.060)< modul 0.070))(setq modul 0.070))
    ((and (> modul 0.070)< modul 0.080))(setq modul 0.080))
    ((and (> modul 0.080)< modul 0.090))(setq modul 0.090))
    ((and (> modul 0.090)< modul 0.100))(setq modul 0.100))
    ((and (> modul 0.100)< modul 0.110))(setq modul 0.110))
    ((and (> modul 0.110)< modul 0.120))(setq modul 0.120))
    ((and (> modul 0.120)< modul 0.140))(setq modul 0.140))
    ((and (> modul 0.140)< modul 0.160))(setq modul 0.160))
    ((and (> modul 0.160)< modul 0.180))(setq modul 0.180))
    ((and (> modul 0.180)< modul 0.200))(setq modul 0.200))
    ((and (> modul 0.200)< modul 0.220))(setq modul 0.220))
    ((and (> modul 0.220)< modul 0.250))(setq modul 0.250))
    ((and (> modul 0.250)< modul 0.280))(setq modul 0.280))
    ((and (> modul 0.280)< modul 0.300))(setq modul 0.300))
    ((and (> modul 0.300)< modul 0.350))(setq modul 0.350))
    ((and (> modul 0.350)< modul 0.400))(setq modul 0.400))
    ((and (> modul 0.400)< modul 0.450))(setq modul 0.450))
    ((and (> modul 0.450)< modul 0.500))(setq modul 0.500))
    ((and (> modul 0.500)< modul 0.550))(setq modul 0.550))
    ((and (> modul 0.550)< modul 0.600))(setq modul 0.600))
    ((and (> modul 0.600)< modul 0.650))(setq modul 0.650))
    ((and (> modul 0.650)< modul 0.700))(setq modul 0.700))
    ((and (> modul 0.700)< modul 0.750))(setq modul 0.750))
    ((and (> modul 0.750)< modul 0.800))(setq modul 0.800))
    ((and (> modul 0.800)< modul 0.850))(setq modul 0.850))
    ((and (> modul 0.850)< modul 0.900))(setq modul 0.900))
    ((and (> modul 0.900)< modul 0.950))(setq modul 0.950))
    ((and (> modul 0.950)< modul 1.000))(setq modul 1.000))
    ((and (> modul 1.000)< modul 1.125))(setq modul 1.125))
    ((and (> modul 1.125)< modul 1.250))(setq modul 1.250))
    ((and (> modul 1.250)< modul 1.375))(setq modul 1.375))
    ((and (> modul 1.375)< modul 1.500))(setq modul 1.500))
    ((and (> modul 1.500)< modul 1.600))(setq modul 1.600))
    ((and (> modul 1.600)< modul 1.750))(setq modul 1.750))
    ((and (> modul 1.750)< modul 2.000))(setq modul 2.000))
    ((and (> modul 2.000)< modul 2.250))(setq modul 2.250))
    ((and (> modul 2.250)< modul 2.500))(setq modul 2.500))
    ((and (> modul 2.500)< modul 2.750))(setq modul 2.750))
    ((and (> modul 2.750)< modul 3.000))(setq modul 3.000))
    ((and (> modul 3.000)< modul 3.150))(setq modul 3.150))
    ((and (> modul 3.150)< modul 3.500))(setq modul 3.500))
    ((and (> modul 3.500)< modul 4.000))(setq modul 4.000))
    ((and (> modul 4.000)< modul 4.500))(setq modul 4.500))
  )
)

```

```

((and (> modul 4.500)(< modul 5.000))(setq modul 5.000))
((and (> modul 5.000)(< modul 5.500))(setq modul 5.500))
((and (> modul 5.500)(< modul 6.000))(setq modul 6.000))
((and (> modul 6.000)(< modul 6.300))(setq modul 6.300))
((and (> modul 6.300)(< modul 7.000))(setq modul 7.000))
((and (> modul 7.000)(< modul 8.000))(setq modul 8.000))
((and (> modul 8.000)(< modul 9.000))(setq modul 9.000))
((and (> modul 9.000)(< modul 10.000))(setq modul 10.000))
((and (> modul 10.000)(< modul 11.000))(setq modul 11.000))
((and (> modul 11.000)(< modul 12.000))(setq modul 12.000))
((and (> modul 12.000)(< modul 12.500))(setq modul 12.500))
((and (> modul 12.500)(< modul 14.000))(setq modul 14.000))
((and (> modul 14.000)(< modul 16.000))(setq modul 16.000))
((and (> modul 16.000)(< modul 18.000))(setq modul 18.000))
((and (> modul 18.000)(< modul 20.000))(setq modul 20.000))
((and (> modul 20.000)(< modul 22.000))(setq modul 22.000))
((and (> modul 22.000)(< modul 25.000))(setq modul 25.000))
((and (> modul 25.000)(< modul 28.000))(setq modul 28.000))
((and (> modul 28.000)(< modul 32.000))(setq modul 32.000))
((and (> modul 32.000)(< modul 36.000))(setq modul 36.000))
((and (> modul 36.000)(< modul 40.000))(setq modul 40.000))
((and (> modul 40.000)(< modul 45.000))(setq modul 45.000))
((and (> modul 45.000)(< modul 50.000))(setq modul 50.000))
((and (> modul 50.000)(< modul 55.000))(setq modul 55.000))
((and (> modul 55.000)(< modul 60.000))(setq modul 60.000))
((and (> modul 60.000)(< modul 70.000))(setq modul 70.000))
)
)
(defun formfaktor ()
  (setq sıra (fix (- zf 15)))
  (setq formdeposatr (nth sıra formdepo))
  (setq fdepolenght (- (length formdeposatr) 1))
  (cond
    ((and (= fdepolenght 10)(< xf -0.1))(alert "Bu X değeri için Kf değeri yok"))
    ((and (= fdepolenght 12)(< xf -0.3))(alert "Bu X değeri için Kf değeri yok"))
    ((and (= fdepolenght 14)(< xf -0.5))(alert "Bu X değeri için Kf değeri yok"))
    ((and (= fdepolenght 15)(< xf -0.6))(alert "Bu X değeri için Kf değeri yok"))
  )
  (setq xff (atoi (rtos xf 2 0)))
  (cond
    ((= xff 0.8)(setq ffx (distof (nth 1 formdeposatr))))
    ((= xff 0.7)(setq ffx (distof (nth 2 formdeposatr))))
    ((= xff 0.6)(setq ffx (distof (nth 3 formdeposatr))))
    ((= xff 0.5)(setq ffx (distof (nth 4 formdeposatr))))
    ((= xff 0.4)(setq ffx (distof (nth 5 formdeposatr))))
    ((= xff 0.3)(setq ffx (distof (nth 6 formdeposatr))))
    ((= xff 0.2)(setq ffx (distof (nth 7 formdeposatr))))
    ((= xff 0.1)(setq ffx (distof (nth 8 formdeposatr))))
  )

```

```

(= xff 0.0)(setq ffx (distof (nth 9 formdeposatr))))
(= xff -0.1)(setq ffx (distof (nth 10 formdeposatr))))
(= xff -0.2)(setq ffx (distof (nth 11 formdeposatr))))
)
)
;————— PARCALAMA PROGRAMI —————
(defun STRTOK (GG delims / len GGG iB cB lst)
  (if GG
    (progn
      (setq delims (vl-string->list delims)
            len (strlen GG)
            GGG ""
            iB (1+ len)
            )
      (while (> (setq iB (1- iB)) 0)
        (setq cB (substr GG iB 1))
        (if (member (ascii cB) delims)
          (if (/= GGG "")
            (setq lst (cons GGG lst)
                  GGG "")
            )
          )
        (setq GGG (strcat cB GGG))
        )
      )
      (if (/= GGG "")
        (cons GGG lst)
        lst
        )
      )
    )
  )
  nil
) ;_if
) ;_strtok

```

```

; EĞER İKADEME MEKANIZMASI SİLİNDİRİK DÜZ DİŞLİ İSE;
(defun sddr1 ()

```

```

; IKademe için;
; X KAYDIRMA HESABI
(setq z12 (+ z1 z2))
(cond
  ((= X_kod "1")(cond ((<= z12 63)(setq x (- 1.28 (* 0.0095 z12))))
                    (> z12 63)(setq x 0.8)
                    ))
  ((= X_kod "2")(cond ((<= z12 61)(setq x (- 1.27 (* 0.01756 z12))))
                    (> z12 61)(setq x 0.2)
                    ))
)

```

```

(= X_kod "3")(cond ((<= z12 56)(setq x (- 1.27 (* 0.023 z12))))
                  (> z12 56)(setq x -0.2))
)
); end cond
(setq x1 (+ (/ x (+ i1 1)) (/ (- i1 1) (+ i1 1 (* 0.4 z12)))))
(setq x2 (- x x1))
; z1 için Kf11
(setq zF z1)
(setq xF x1)
; zF değeri 15 ise 0.sıra, old.göre
(formfaktor)
(setq kf11 ffx)
(setq ffx nil)
; z2 için Kf12
(setq zF z2)
(setq xF x2)
; zF değeri 15 ise 0.sıra, old.göre
(formfaktor)
(setq kf12 ffx)
(setq ffx nil)
(cond ;hangisi büyükse o Kf1 olarak alındı
      (> kf11 kf12)(setq kf1 kf11)
      (< kf11 kf12)(setq kf1 kf12)
)
); Kavrama açısı iterasyonu
(setq alfa0 (* pi (/ 20.00 180.00)))
(setq sağ (- (* (+ (* 2 (/ (+ x1 x2) (+ z1 z2))) 1) (/ (sin alfa0) (cos alfa0))) alfa0))
(setq alfa1 alfa0)
(setq fark 1)
(setq sol (+ sağ 0.01))
(while (/= fark 0.000)

(if (> sol sağ)(setq alfa1 (- alfa1 0.0000001))
    (setq alfa1 (+ alfa1 0.0000001))
)
(setq sol (- (/ (sin alfa1) (cos alfa1)) alfa1))
(setq fark (atof (rtos (- sağ sol) 2 7)))
);end of while
(setq inv_alfa0 (- (/ (sin alfa0) (cos alfa0)) alfa0))
(setq inv_alfa1 (- (/ (sin alfa1) (cos alfa1)) alfa1))
(setq alfa1derece (/ (* alfa1 180) pi))

.....
; Diş kökü mukv. göre
(setq sigmaemniyet1 (/ (* Kz 0.50 sigm_K_1) (* Kcentik S))) ;N/mm2
(setq modul_11 (expt (/ (* 2 Md1 Kf1 Kc Kv Km1 Keps) (* (expt z1 2) Kgen sigmaemniyet1))
0.3333333333333333))
; Yüzey ezilmesine göre

```

```

(setq Ke1 (* 0.59 (sqrt E_1))) ;Elastisite Faktörü
(setq Roemn1 (/ (* 0.28 HB_1)S)) ;N/mm²
(setq Kalfa (sqrt (/ 1 (* (sin alfam1)(cos alfam1))))))
(setq KI1 (sqrt (/ (+i1 1) i1)))
(setq modul_12 (expt (/(* (* 2 Md1 Kc Kv Km1) (expt (* Ke1 Kalfa KI1) 2))(* (expt z1 3) Kgen (expt
Roemn1 2))))0.333333333333333333))
(cond ;hangisi büyükse o modul1 olarak alındı
(> modul_11 modul_12)(setq modul_1 modul_11)
(< modul_11 modul_12)(setq modul_1 modul_12)
)
)
(setq modul modul_1)
(modulsec) ;uygun modül secimi yapıldı
(setq modul_1 modul)
;
(setq doo1 (* modul_1 z1)); 1 no.lu dişliye ait taksimat dairesi çapı
(setq do1 (* doo1 (/ (cos alfa0) (cos alfam1)))) ; 1 no.lu dişliye ait yuvarlanma dairesi çapı
(setq doo2 (* modul_1 z2)); 2 no.lu dişliye ait taksimat dairesi çapı
(setq do2 (* doo2 (/ (cos alfa0) (cos alfam1)))) ; 2 no.lu dişliye ait yuvarlanma dairesi çapı
(setq a1 (/ (+ do1 do2)2))
(setq dbas1 (- (* 2 (- (+ a1 modul_1) (* x2 modul_1))) doo2))
(setq dbas2 (- (* 2 (- (+ a1 modul_1) (* x1 modul_1))) doo1))

(setq b1 (+ (* kgen do1)5))

(setq dtem1 (- doo1 (* (* 2 modul_1)(- 1.00 x1))))
(setq dtab1 (- doo1 (* (* 2 modul_1)(- 1.25 x1))))

(setq b2 (* kgen do1))

(setq dtem2 (- doo2 (* (* 2 modul_1)(- 1.00 x2))))
(setq dtab2 (- doo2 (* (* 2 modul_1)(- 1.25 x2))))
;Çark Dişlilerine 0.3 Yanboşluk
(setq so1 (* do1
(- (/ (+ (* pi 0.5) (* 2 x1 (/ (sin alfa0)(cos alfa0)))) z1)
(* 2 (/ (+ x1 x2) (+ z1 z2)) (/ (sin alfa0)(cos alfa0)))
)
)
)
)
(setq so2 (* do2
(- (/ (+ (* pi 0.5) (* 2 x2 (/ (sin alfa0)(cos alfa0)))) z2)
(* 2 (/ (+ x1 x2) (+ z1 z2)) (/ (sin alfa0)(cos alfa0)))
)
)
))
;M.Akkurt syfa 50: tb=sb1+lb1=lb2+sb2=sb1+sb2; sb1=lb1, sb2=lb2
(setq to1 (+ so1 so2))
(setq lo1 so2)
(setq lo2 so1)

```

(setq to2 to1)

; 1. dişlinin eğilmeden ötürü diş dibi kınılması kontrolü

(setq Mdç1 (* Kc Md1)); N.mm

(setq Ft1 (/ (* 2 Mdç1) do1));N

(setq sigmemax1 (/ (* Ft1 kf1 kv km1)(* b1 modul_1));N/mm²

(cond

((or (< sigmemax1 sigmaemniyet1)(= sigmemax1 sigmaemniyet1))(princ "I.Kademe Sistemi Diş Dibi Kınılması Açısından Emniyetlidir. "))

((> sigmemax1 sigmaemniyet1)(alert "I.Kademe Sistemi Diş Dibi Kınılması Açısından EMNİYETSİZdir!!!"))

)

(princ)

; 2. dişlinin eğilmeden ötürü diş dibi kınılması kontrolüne b1>b2 olduğu için gerek te yok!

(setq Ft2 Ft1);N

; 1. Dişliye ait yüzey ezilmesi açısından kontrol

; Kem malzeme katsayısı

(setq Kem1 (sqrt (* 0.35 E_1)))

(setq Kalfa (sqrt (/ 1 (* (sin alfam1)(cos alfam1))))

(setq KI1 (sqrt (/ (+ i1 1) i1)))

(setq romax11 (* (* Kem1 Kalfa KI1)(sqrt (/ (* 2 Mdç1 Kv)(* b1 (expt do1 2))))))

; 2. dişliye ait yüzey ezilmesi açısından kontrol

(setq Md2 (* verim1 i1 Md1))

(setq Mdç2 (* Kc Md2)); N.mm

(setq Kem1 (sqrt (* 0.35 E_1)))

(setq Kalfa (sqrt (/ 1 (* (sin alfam1)(cos alfam1))))

(setq KI1 (sqrt (/ (+ i1 1) i1)))

(setq romax12 (* (* Kem1 Kalfa KI1)(sqrt (/ (* 2 Mdç2 Kv)(* b2 (expt do2 2))))))

(cond

((> romax11 romax12)(setq romax1 romax11))

((< romax11 romax12)(setq romax1 romax12))

)

(cond

((or (< romax1 roemn1)(= romax1 roemn1))(princ "I.Kademe Sistemi Yüzey Ezilmesi Açısından Emniyetlidir. "))

((> romax1 roemn1)(alert "I.Kademe Sistemi Yüzey Ezilmesi Açısından EMNİYETSİZdir!!!"))

)

(princ)

);end sddr1

; EĞER ILKADEME MEKANİZMASI SİLİNDİRİK DÜZ DİŞLİ İSE;

(defun sddr2 ()

; II.Kademe için;

X KAYDIRMA HESABI

```

(setq z34 (+ z3 z4))
(cond
  ((= X_kod "1")(cond ((<= z34 63)(setq x (- 1.28 (* 0.0095 z34)))
    (> z34 63)(setq x 0.8))
  ))
  ((= X_kod "2")(cond ((<= z34 61)(setq x (- 1.27 (* 0.01756 z34)))
    (> z34 61)(setq x 0.2))
  ))
  ((= X_kod "3")(cond ((<= z34 56)(setq x (- 1.27 (* 0.023 z34)))
    (> z34 56)(setq x -0.2))
  ))
); end cond
(setq x3 (+ (/ x (+ i2 1)) / (- i2 1) (+ i2 1 (* 0.4 z34))))
(setq x4 (- x x3))
; z1 için Kf11
(setq zF z3)
(setq xF x3)
; zF değeri 15 ise 0.sıra, old.göre
(formfaktor)
(setq kf21 ffx)
(setq ffx nil)
; z2 için Kf12
(setq zF z4)
(setq xF x4)
; zF değeri 15 ise 0.sıra, old.göre
(formfaktor)
(setq kf22 ffx)
(setq ffx nil)
(cond ;hangisi büyükse o Kf2 olarak alındı
  (> kf21 kf22)(setq kf2 kf21)
  (< kf21 kf22)(setq kf2 kf22)
)
; Kavrama açısı iterasyonu
(setq alfa0 (* pi (/ 20.00 180.00)))
(setq sağ (- (* (+ (* 2 (/ (+ x3 x4) (+ z3 z4))) 1) / (sin alfa0) (cos alfa0))) alfa0))
(setq alfam2 alfa0)
(setq fark 1)
(setq sol (+ sağ 0.01))
(while (/= fark 0.000)

  (if (> sol sağ)(setq alfam2 (- alfam2 0.0000001))
    (setq alfam2 (+ alfam2 0.0000001))
  )
  (setq sol (- (/ (sin alfam2) (cos alfam2)) alfam2))
  (setq fark (atof (rtos (- sağ sol) 2 7)))
)
(setq inv_alfa0 (- (/ (sin alfa0) (cos alfa0)) alfa0))
(setq inv_alfam2 (- (/ (sin alfam2) (cos alfam2)) alfam2))

```

```

.....
(setq sigmaemniyet2 (/ (* Kz 0.50 sigm_K_2) (* Kcentik S))) ;N/mm2
(setq Md3 Md2)
(setq modul_21 (expt (/ (* 2 Md3 Kf2 Kc Kv Km2 Keps) (* (expt z3 2) Kgen sigmaemniyet2))
0.3333333333333333))
; Yüzey ezilmesine göre
(setq Ke2 (* 0.59 (sqrt E_2))) ;Elastisite Faktörü
(setq Roemn2 (/ (* 0.28 HB_2) S)) ;N/mm²
(setq Kalfa (sqrt (/ 1 (* (sin alfam2)(cos alfam2)))))
(setq KI2 (sqrt (/ (+ i2 1) i2)))
(setq modul_22 (expt (/ (* 2 Md3 Kc Kv Km2) (expt (* Ke2 Kalfa KI2) 2)) (* (expt z3 3) Kgen (expt
Roemn2 2))))0.3333333333333333))
(cond ;hangisi büyükse o modul1 olarak alındı
(> modul_21 modul_22)(setq modul_2 modul_21)
(< modul_21 modul_22)(setq modul_2 modul_22)
)
(setq modul modul_2)
(modulsec) ;uygun modül secimi yapıldı
(setq modul_2 modul)

;3 .dişli
(setq doo3 (* modul_2 z3)); 1 no.lu dişliye ait taksimat dairesi çapı
(setq do3 (* doo3 (/ (cos alfa0) (cos alfam2)))) ; 1 no.lu dişliye ait yuvarlanma dairesi çapı
(setq doo4 (* modul_2 z4)); 2 no.lu dişliye ait taksimat dairesi çapı
(setq do4 (* doo4 (/ (cos alfa0) (cos alfam2)))) ; 2 no.lu dişliye ait yuvarlanma dairesi çapı
(setq a2 (/ (+ do3 do4) 2))
(setq dbas3 (- (* 2 (- (+ a2 modul_2) (* x4 modul_2))) doo4))
(setq dbas4 (- (* 2 (- (+ a2 modul_2) (* x3 modul_2))) doo3))

(setq b3 (+ (* kgen do3) 5))

(setq dtem3 (- doo3 (* (* 2 modul_2) (- 1.00 x3))))
(setq dtab3 (- doo3 (* (* 2 modul_2) (- 1.25 x3))))

(setq b4 (* kgen do3))

(setq dtem4 (- doo4 (* (* 2 modul_2) (- 1.00 x4))))
(setq dtab4 (- doo4 (* (* 2 modul_2) (- 1.25 x4))))

;(setq deltaA2 (- a2 (/ (+ doo3 doo4) 2)))
;(setq byan2 (* deltaA2 (/ (sin alfam2) (cos alfam2))))
(setq so3 (* do3
(- (/ (+ (* pi 0.5) (* 2 x3 (/ (sin alfa0)(cos alfa0)))) z3)
(* 2 (/ (+ x3 x4) (+ z3 z4)) (/ (sin alfa0)(cos alfa0)))
)
)
)

```



```

)
(setq so4 (* do4
          (- (/ (+ (* pi 0.5) (* 2 x4 (/ (sin alfa0)(cos alfa0)))) z4)
            (* 2 (/ (+ x3 x4) (+ z3 z4)) (/ (sin alfa0)(cos alfa0))))
          )
)
)
)
(setq to3 (+ so3 so4))
(setq lo3 so4)
(setq to4 to3)
(setq lo4 so3)

; 3.dişlinin eğilmeden ötürü diş dibi kınılması kontrolü
;aynı mil üzerinde
(setq Mdç3 (* Kc Md3)); N.mm

(setq Ft3(/ (* 2 Mdç3 do3));N

(setq sigmemax2 (/ (* Ft3 kf2 kv km2)(* b3 modul_2));N/mm²
(cond
((or (< sigmemax2 sigmaemniyet1)= sigmemax2 sigmaemniyet2))(princ "ILKademe Sistemi Diş Dibi
Kınılması Açısından Emniyetlidir. ")
((> sigmemax2 sigmaemniyet2)(alert "ILKademe Sistemi Diş Dibi Kınılması Açısından
EMNİYETSİZdir!!! ")
)
)
(princ)
; 4.dişlinin eğilmeden ötürü diş dibi kınılması kontrolüne b1>b2 olduğu için gerek te yok!
(setq Ft4 Ft3);N

; 3.Dişliye ait yüzey ezilmesi açısından kontrol
; Kem malzeme katsayısı
(setq Kem2 (sqrt (* 0.35 E_2)))
(setq Kalfa (sqrt (/ 1 (* (sin alfam2)(cos alfam2))))))
(setq KI2 (sqrt (/ (+ i2 1)i2)))
(setq romax21 (* (* Kem2 Kalfa KI2)(sqrt (/ (* 2 Mdç3 Kv)(* b3 (expt do3 2))))))

; 4.dişliye ait yüzey ezilmesi açısından kontrol
(setq Md4 (* verim2 i2 Md3))
(setq Mdç4 (* Kc Md4)); N.mm
(setq romax22 (* (* Kem2 Kalfa KI2)(sqrt (/ (* 2 Mdç4 Kv)(* b4 (expt do4 2))))))
(cond
(> romax21 romax22)(setq romax2 romax21))
(< romax21 romax22)(setq romax2 romax22))
)
)
(cond
((or (< romax2 roemn2)=( romax2 roemn2))(princ "ILKademe Sistemi Yüzey Ezilmesi Açısından
Emniyetlidir. ")
(> romax2 roemn2)(alert "ILKademe Sistemi Yüzey Ezilmesi Açısından EMNİYETSİZdir!!! ")
)
)
)

```

```

)
(princ)

);end sddr2

(defun c:reduktor (/ dcl_id)
;DCL
  (setq dcl_id (load_dialog "reduktor.dcl"))
  (if (not (new_dialog "reduktor" dcl_id))(exit))
  (setvar "cmdecho" 0)
  (setvar "osmode" 0)
  (setvar "luprec" 8)
  (setvar "auprec" 8)
  (setq P 0.00)
  (setq ng 0.00)
  (setq nc 0.00)
  (setq lS nil)
  (setq lverim nil)
  (setq 2verim nil)
  (setq 3verim nil)
  (setq dislimal_1 "0")
    (setq milmal_1 "0")
  (setq dislimal_2 "0")
    (setq milmal_2 "0")
    (setq milmal_3 "0")
  (setq lz1 nil)
  (setq lz3 nil)
  (setq lkgen nil)
  ;(setq op1 "0")
    ;(setq op2 "0")
  ;(setq op01 "0")
    ;(setq op02 "0")
    ;(setq op3 "0")
    ;(setq op4 "0")
    (setq op5 "0")
    (setq op6 "0")
    (setq op7 "0")
    (setq op8 "0")
    (setq op9 "0")
    (setq op10 "0")
    (setq op11 "0")
    (setq op12 "0")
    (setq op13 "0")
    (setq op14 "0")
    (setq op15 "0")
    (setq op16 "0")
    (setq op17 "0")

```

(setq op18 "0")
(setq op19 "0")
(setq op20 "0")
(setq op21 "0")
(setq op22 "0")
(setq op23 "0")
(setq op24 "0")

; Redüktör Tipi Seçimi

; (action_tile "op1" "(setq op1 \$value)") ;I.Kademe Silindirik Düz Dişli Redüktör "
; (action_tile "op2" "(setq op2 \$value)") ;II.Kademe Silindirik Helisel Dişli Redüktör "
; (action_tile "op01" "(setq op01 \$value)") ;II.Kademe Silindirik Düz Dişli Redüktör "
; (action_tile "op02" "(setq op02 \$value)") ;II.Kademe Silindirik Helisel Dişli Redüktör "
; (action_tile "op3" "(setq op3 \$value)") ;Konik Dişli Redüktör "
; (action_tile "op4" "(setq op4 \$value)") ;Sonsuz Vida Dişli Redüktör "

; Giriş Çıkış Bilgileri

(set_tile "1P" (rtos P))
(set_tile "1ng" (rtos ng))
(set_tile "1nc" (rtos nc))
(action_tile "1P" "(setq P (atof \$value))")
(action_tile "1ng" "(setq ng (atof \$value))")
(action_tile "1nc" "(setq nc (atof \$value))")

; Pinyon Dişli Sayısı Tespiti (OTOMATİK)

; Genişlik Faktörü Tespiti

(action_tile "op8" "(setq op8 \$value)") ;Genel Maksatlı Kull. Dişli Çark "
(action_tile "op9" "(setq op9 \$value)") ;Düzgün ve Verimli Çalışan "

;Yük Dağılım Faktörü Tespiti

(action_tile "op10" "(setq op10 \$value)") ;Her İki Taraftan Simetrik Yataklanmış Dişli "
(action_tile "op11" "(setq op11 \$value)") ;Asimetrik Olarak Yerleştirilmiş Dişli - Çok Rijit Mil "
(action_tile "op12" "(setq op12 \$value)") ;Asimetrik Olarak Yerleştirilmiş Dişli - Az Rijit Mil "
(action_tile "op13" "(setq op13 \$value)") ;Karışık Yerleştirilmiş Dişli "

;Çalışma Faktörü Tespiti

(action_tile "op14" "(setq op14 \$value)") ;Düzgün Darbeli "
(action_tile "op15" "(setq op15 \$value)") ;Orta Darbeli "
(action_tile "op16" "(setq op16 \$value)") ;Ağır Darbeli "

;Motor Cinsi

(action_tile "op17" "(setq op17 \$value)") ;Elektrik veya Türbin "
(action_tile "op18" "(setq op18 \$value)") ;Çok Silindirli İçten Yanmalı "
(action_tile "op19" "(setq op19 \$value)") ;Tek Silindirli İçten Yanmalı "

;Kaydırma Faktörü

(action_tile "op20" "(setq op20 \$value)") ;Yüksek Diş Dibi Mukavemeti "
(action_tile "op21" "(setq op21 \$value)") ;Eşit Özellikler "
(action_tile "op22" "(setq op22 \$value)") ;Yüksek Kavrama Oranı "

;Zorlanma Faktörü

(action_tile "op23" "(setq op23 \$value)") ;Sık Sık Yön Değiştiren Dişli "
(action_tile "op24" "(setq op24 \$value)") ;Tek Yönlü Çalışan Dişli "

;Malzeme Listeleri

(action_tile "dislimal_1" "(setq dislimal_1 \$value)")

```

(action_tile "milmal_1" "(setq milmal_1 $value)")
(action_tile "dislimal_2" "(setq dislimal_2 $value)")
(action_tile "milmal_2" "(setq milmal_2 $value)")
(action_tile "milmal_3" "(setq milmal_3 $value)")

;z1,z3
(action_tile "1z1" "(setq 1z1 $value)")
(action_tile "1z3" "(setq 1z3 $value)")
(action_tile "1kgen" "(setq 1kgen $value)")
(action_tile "1S" "(setq 1S $value)")
(action_tile "1Verim" "(setq 1Verim $value)")
(action_tile "2Verim" "(setq 2Verim $value)")
(action_tile "3Verim" "(setq 3Verim $value)")
(action_tile "accept" "(done_dialog)")
(action_tile "cancel" "(exit)")
(start_dialog)
(unload_dialog dcl_id)
(princ)
.....
; Genel Hesaplamalar
.....
(cond
  ((= 1verim "1")(setq verim1 0.80))
  ((= 1verim "2")(setq verim1 0.81))
  ((= 1verim "3")(setq verim1 0.82))
  ((= 1verim "4")(setq verim1 0.83))
  ((= 1verim "5")(setq verim1 0.84))
  ((= 1verim "6")(setq verim1 0.85))
  ((= 1verim "7")(setq verim1 0.86))
  ((= 1verim "8")(setq verim1 0.87))
  ((= 1verim "9")(setq verim1 0.88))
  ((= 1verim "10")(setq verim1 0.89))
  ((= 1verim "11")(setq verim1 0.90))
  ((= 1verim "12")(setq verim1 0.91))
  ((= 1verim "13")(setq verim1 0.92))
  ((= 1verim "14")(setq verim1 0.93))
  ((= 1verim "15")(setq verim1 0.94))
  ((= 1verim "16")(setq verim1 0.95))
  ((= 1verim "17")(setq verim1 0.96))
  ((= 1verim "18")(setq verim1 0.97))
  ((= 1verim "19")(setq verim1 0.98))
  ((= 1verim "20")(setq verim1 0.99))
)
(cond
  ((= 2verim "1")(setq verim2 0.80))
  ((= 2verim "2")(setq verim2 0.81))
  ((= 2verim "3")(setq verim2 0.82))
  ((= 2verim "4")(setq verim2 0.83))

```

```

(= 2verim "5")(setq verim2 0.84)
(= 2verim "6")(setq verim2 0.85)
(= 2verim "7")(setq verim2 0.86)
(= 2verim "8")(setq verim2 0.87)
(= 2verim "9")(setq verim2 0.88)
(= 2verim "10")(setq verim2 0.89)
(= 2verim "11")(setq verim2 0.90)
(= 2verim "12")(setq verim2 0.91)
(= 2verim "13")(setq verim2 0.92)
(= 2verim "14")(setq verim2 0.93)
(= 2verim "15")(setq verim2 0.94)
(= 2verim "16")(setq verim2 0.95)
(= 2verim "17")(setq verim2 0.96)
(= 2verim "18")(setq verim2 0.97)
(= 2verim "19")(setq verim2 0.98)
(= 2verim "20")(setq verim2 0.99)
)
(cond
(= 3verim "1")(setq verim3 0.80)
(= 3verim "2")(setq verim3 0.81)
(= 3verim "3")(setq verim3 0.82)
(= 3verim "4")(setq verim3 0.83)
(= 3verim "5")(setq verim3 0.84)
(= 3verim "6")(setq verim3 0.85)
(= 3verim "7")(setq verim3 0.86)
(= 3verim "8")(setq verim3 0.87)
(= 3verim "9")(setq verim3 0.88)
(= 3verim "10")(setq verim3 0.89)
(= 3verim "11")(setq verim3 0.90)
(= 3verim "12")(setq verim3 0.91)
(= 3verim "13")(setq verim3 0.92)
(= 3verim "14")(setq verim3 0.93)
(= 3verim "15")(setq verim3 0.94)
(= 3verim "16")(setq verim3 0.95)
(= 3verim "17")(setq verim3 0.96)
(= 3verim "18")(setq verim3 0.97)
(= 3verim "19")(setq verim3 0.98)
(= 3verim "20")(setq verim3 0.99)
)
)
; z1 ve z3 hesabı
(setq z1 (+ (atof lz1) 16))
(setq z3 (+ (atof lz3) 16))
(cond
(= 1kgen "1")(Setq Kgen 0.25))
(= 1kgen "2")(Setq Kgen 0.40))
(= 1kgen "3")(Setq Kgen 0.60))
(= 1kgen "4")(Setq Kgen 0.80))

```

```
((= 1kgen "5")(Setq Kgen 1.00))
((= 1kgen "6")(Setq Kgen 1.20))
((= 1kgen "7")(Setq Kgen 1.40))
((= 1kgen "8")(Setq Kgen 1.60))
)
```

```
; Çevrim Oranlarının Hesaplanması
```

```
(setq it (/ ng nc))
(setq i1 (* 1.2 (sqrt it))) ; I.Kademe Çevrim Oranı
(setq i2 (/ it i1)) ; II.Kademe Çevrim Oranı
; Alttan kesmeyi önlemek amacıyla çark dişli sayıları minimum 17 alındı.
(setq z2 (atoi (rtos (* z1 i1) 2.0)))
(if (< z2 17)
    (setq z2 17)
    (setq z2 z2)
)
(setq z4 (atoi (rtos (* z3 i2) 2.0)))
(if (< z4 17)
    (setq z4 17)
    (setq z4 z4)
)
)
```

```
.....
(setq dat (getfiled "Form Bankası için Form.dat DOSYASI SECIMI" "Flash Diskte form.dat/" "dat" 8))
```

```
(setq g (open dat "r"))
(setq formdepo nil)
(setq sy11 0)
(setq ss 2)
(while (/= ss 0)
    (setq gg (read-line g))
    (setq dizi (strtok gg "\t "))
    (setq ss (length dizi))
    (setq sy11 (1+ sy11))
)
(setq sy11 (1- sy11))
(close g)
(setq h (open dat "r"))
(repeat sy11
    (setq gg (read-line h))
    (setq liste1 (strtok gg "\t "))
    (setq formdepo (cons liste1 formdepo))
)
(setq formdepo (reverse formdepo))
; 0.sıra 15 adet dişe, 85.sıra 100 dişe
```

```
; güç hesabı
```

(setq verimtoplam (* verim1 (* verim2 verim3)))
(setq pcikis (* P Verimtoplam))
(setq pkayıp (- P pcikis)) ; BG cinsinden kayıp
; Döndürme momentleri hesabı
(setq n1 ng) ; 1.mildeki hız dev/dk
(setq n2 (/ n1 i1)) ; 2.mildeki hız dev/dk
(setq n3 (/ n2 i2)) ; 3.mildeki hız dev/dk
(setq Md1 (/ (* P verim1 9550000) n1)) ; 1. mil Momenti N.mm

; I.Kademe Dişli Malzemesi

(cond

((= dislimal_1 "1")(Setq HB_1 1500 SIGM_K_1 500 E_1 205000 dislimalz_1 "CELİK GS-50.1"))
((= dislimal_1 "2")(Setq HB_1 1750 SIGM_K_1 600 E_1 205000 dislimalz_1 "CELİK GS-60.1"))
((= dislimal_1 "3")(Setq HB_1 1250 SIGM_K_1 420 E_1 210000 dislimalz_1 "MAKINA CELİĞİ St 42"))
((= dislimal_1 "4")(Setq HB_1 1500 SIGM_K_1 500 E_1 210000 dislimalz_1 "MAKINA CELİĞİ St 50"))
((= dislimal_1 "5")(Setq HB_1 1800 SIGM_K_1 600 E_1 210000 dislimalz_1 "MAKINA CELİĞİ St 60"))
((= dislimal_1 "6")(Setq HB_1 2080 SIGM_K_1 700 E_1 210000 dislimalz_1 "MAKINA CELİĞİ St 70"))
((= dislimal_1 "7")(Setq HB_1 1850 SIGM_K_1 600 E_1 210000 dislimalz_1 "İSLAH CELİĞİ C45"))
((= dislimal_1 "8")(Setq HB_1 2100 SIGM_K_1 700 E_1 210000 dislimalz_1 "İSLAH CELİĞİ C 60"))
((= dislimal_1 "9")(Setq HB_1 2200 SIGM_K_1 700 E_1 210000 dislimalz_1 "İSLAH CELİĞİ 37MnSi5"))
((= dislimal_1 "10")(Setq HB_1 3400 SIGM_K_1 900 E_1 210000 dislimalz_1 "İSLAH CELİĞİ 42CrMo4"))
((= dislimal_1 "11")(Setq HB_1 6370 SIGM_K_1 500 E_1 210000 dislimalz_1 "SEMENTASYON CELİĞİ C15"))
((= dislimal_1 "12")(Setq HB_1 6500 SIGM_K_1 800 E_1 210000 dislimalz_1 "SEMENTASYON CELİĞİ 16MnCr5"))
((= dislimal_1 "13")(Setq HB_1 6500 SIGM_K_1 1000 E_1 210000 dislimalz_1 "SEMENTASYON CELİĞİ 20MnCr5"))
((= dislimal_1 "14")(Setq HB_1 6500 SIGM_K_1 1200 E_1 210000 dislimalz_1 "SEMENTASYON CELİĞİ İSCrNiS"))
((= dislimal_1 "15")(Setq HB_1 1700 SIGM_K_1 200 E_1 120000 dislimalz_1 "LAM.GRAFİT DOK.DEMİR GGL-20"))
((= dislimal_1 "16")(Setq HB_1 2100 SIGM_K_1 250 E_1 128000 dislimalz_1 "LAM.GRAFİT DOKME DEMİR GGL-25"))
((= dislimal_1 "17")(Setq HB_1 1700 SIGM_K_1 450 E_1 176000 dislimalz_1 "KURE. GRAF. DOKME DEMİR GGG-45"))
((= dislimal_1 "18")(Setq HB_1 2000 SIGM_K_1 500 E_1 176000 dislimalz_1 "KURE. GRAF. DOK.DEMİR GGG-50"))
((= dislimal_1 "19")(Setq HB_1 2300 SIGM_K_1 600 E_1 210000 dislimalz_1 "KURE. GRAF.DOK. DEMİR GGG-60"))
((= dislimal_1 "20")(Setq HB_1 5600 SIGM_K_1 900 E_1 210000 dislimalz_1 "ALEV VEYA İND.SERT.CELİK 37MnSi5"))
((= dislimal_1 "21")(Setq HB_1 5950 SIGM_K_1 650 E_1 210000 dislimalz_1 "ALEV VEYA İND.SERT.CELİK C 45I"))
((= dislimal_1 "22")(Setq HB_1 5950 SIGM_K_1 1400 E_1 210000 dislimalz_1 "SIYANUR BAN.SERT.CELİK 40Cr4"))
((= dislimal_1 "23")(Setq HB_1 2100 SIGM_K_1 260 E_1 128000 dislimalz_1 "DOKME DEMİR GG-

26"))
 ((= dislimal_1 "24")(Setq HB_1 1700 SIGM_K_1 200 E_1 120000 dislimalz_1 "DOKME DEMIR GG-20"))
 ((= dislimal_1 "25")(Setq HB_1 2750 SIGM_K_1 800 E_1 176000 dislimalz_1 "DOKME DEMIR GGG-80"))
 ((= dislimal_1 "26")(Setq HB_1 3000 SIGM_K_1 1000 E_1 176000 dislimalz_1 "DOKME DEMIR GGG-100"))
 ((= dislimal_1 "27")(Setq HB_1 1500 SIGM_K_1 510 E_1 205000 dislimalz_1 "CELIK DOKUM GS-52"))
 ((= dislimal_1 "28")(Setq HB_1 1400 SIGM_K_1 500 E_1 210000 dislimalz_1 "ISLAH CELIGI C 22"))
 ((= dislimal_1 "29")(Setq HB_1 2600 SIGM_K_1 750 E_1 210000 dislimalz_1 "ISLAH CELiGI 34Cr4"))
 ((= dislimal_1 "30")(Setq HB_1 2600 SIGM_K_1 800 E_1 210000 dislimalz_1 "ISLAH CELIGI 37Cr4"))
 ((= dislimal_1 "31")(Setq HB_1 2600 SIGM_K_1 800 E_1 210000 dislimalz_1 "ISLAH CELIGi 37MnSi5"))
 ((= dislimal_1 "32")(Setq HB_1 3100 SIGM_K_1 1000 E_1 210000 dislimalz_1 "ISLAH CELIGi 34CrNiMo"))
 ((= dislimal_1 "33")(Setq HB_1 5600 SIGM_K_1 650 E_1 210000 dislimalz_1 "ALEV INDIK.SERT.CELIK Ck 45"))
 ((= dislimal_1 "34")(Setq HB_1 6100 SIGM_K_1 750 E_1 210000 dislimalz_1 "ALEV INDIK.SERTLES.CELIK 37Cr4"))
 ((= dislimal_1 "35")(Setq HB_1 6500 SIGM_K_1 950 E_1 210000 dislimalz_1 "ALEV INDIK.SERTLES.CELiK 42CrMo4"))
 ((= dislimal_1 "36")(Setq HB_1 4000 SIGM_K_1 650 E_1 210000 dislimalz_1 "AMON.BANYO.NiT.CELIK Ck 45"))
 ((= dislimal_1 "37")(Setq HB_1 5000 SIGM_K_1 950 E_1 210000 dislimalz_1 "AMON. BAN.NIT. CELLK 42CrMo4"))
 ((= dislimal_1 "38")(Setq HB_1 7400 SIGM_K_1 1200 E_1 210000 dislimalz_1 "SEMENTASYON CELIGI 15CrNi8"))
 ((= dislimal_1 "39")(Setq HB_1 900 SIGM_K_1 2000 E_1 105000 dislimalz_1 "DOKUM KAL.BRONZU GSnBz4"))
 ((= dislimal_1 "40")(Setq HB_1 1150 SIGM_K_1 3200 E_1 105000 dislimalz_1 "DOKUM KAL.BRONZU GSnBz4"))
 ((= dislimal_1 "41")(Setq HB_1 2600 SIGM_K_1 800 E_1 210000 dislimalz_1 "ISLAH CELIGi 37MnSi5"))
 ((= dislimal_1 "42")(Setq HB_1 5900 SIGM_K_1 420 E_1 210000 dislimalz_1 "SEMENTASYON CELIGI CIO"))
 ((= dislimal_1 "43")(Setq HB_1 6500 SIGM_K_1 900 E_1 210000 dislimalz_1 "SEMENTASYON CELIGI 15CrNi6"))
 ((= dislimal_1 "44")(Setq HB_1 6500 SIGM_K_1 1000 E_1 210000 dislimalz_1 "SEMENTASYON CELIGI 20MnCr5"))
 ((= dislimal_1 "45")(Setq HB_1 5870 SIGM_K_1 900 E_1 210000 dislimalz_1 "ALEV INDIK.SERTLES.CELIK 40Cr4"))
 ((= dislimal_1 "46")(Setq HB_1 5950 SIGM_K_1 1400 E_1 210000 dislimalz_1 "SIYAN.BANYO.SERTLES.CELiK 40Cr4"))
 ((= dislimal_1 "47")(Setq HB_1 5500 SIGM_K_1 1500 E_1 210000 dislimalz_1 "SIYAN.BANYO.SERTLES.CELIK 37MnSi5"))

); SIGM_K Pinyon dişlisine ait kopma mukavemetidir.

(cond

((= dislimal_2 "1")(Setq HB_2 1500 SIGM_K_2 500 E_2 205000 dislimalz_2 "CELIK GS-50.1"))
((= dislimal_2 "2")(Setq HB_2 1750 SIGM_K_2 600 E_2 205000 dislimalz_2 "CELIK GS-60.1"))
((= dislimal_2 "3")(Setq HB_2 1250 SIGM_K_2 420 E_2 210000 dislimalz_2 "MAKINA CELIGI St 42"))
((= dislimal_2 "4")(Setq HB_2 1500 SIGM_K_2 500 E_2 210000 dislimalz_2 "MAKINA CELIGI St 50"))
((= dislimal_2 "5")(Setq HB_2 1800 SIGM_K_2 600 E_2 210000 dislimalz_2 "MAKINA CELIGI St 60"))
((= dislimal_2 "6")(Setq HB_2 2080 SIGM_K_2 700 E_2 210000 dislimalz_2 "MAKINA CELIGI St 70"))
((= dislimal_2 "7")(Setq HB_2 1850 SIGM_K_2 600 E_2 210000 dislimalz_2 "ISLAH CELi<3i C45"))
((= dislimal_2 "8")(Setq HB_2 2100 SIGM_K_2 700 E_2 210000 dislimalz_2 "ISLAH CELIGi C 60"))
((= dislimal_2 "9")(Setq HB_2 2200 SIGM_K_2 700 E_2 210000 dislimalz_2 "ISLAH CELIGi 37MnSi5"))
((= dislimal_2 "10")(Setq HB_2 3400 SIGM_K_2 900 E_2 210000 dislimalz_2 "ISLAH CELIGi 42CrMo4"))
((= dislimal_2 "11")(Setq HB_2 6370 SIGM_K_2 500 E_2 210000 dislimalz_2 "SEMENTASYON CELIGI C15"))
((= dislimal_2 "12")(Setq HB_2 6500 SIGM_K_2 800 E_2 210000 dislimalz_2 "SEMENTASYON CELIGI 16MnCr5"))
((= dislimal_2 "13")(Setq HB_2 6500 SIGM_K_2 1000 E_2 210000 dislimalz_2 "SEMENTASYON CELIGI 20MnCr5"))
((= dislimal_2 "14")(Setq HB_2 6500 SIGM_K_2 1200 E_2 210000 dislimalz_2 "SEMENTASYON CELIGI ISCrNiS"))
((= dislimal_2 "15")(Setq HB_2 1700 SIGM_K_2 200 E_2 120000 dislimalz_2 "LAM.GRAFIT DOK.DEMiR GGL-20"))
((= dislimal_2 "16")(Setq HB_2 2100 SIGM_K_2 250 E_2 128000 dislimalz_2 "LAM.GRAFIT DOKME DEMiR GGL-25"))
((= dislimal_2 "17")(Setq HB_2 1700 SIGM_K_2 450 E_2 176000 dislimalz_2 "KURE. GRAF. DOKME DEMIR GGG-45"))
((= dislimal_2 "18")(Setq HB_2 2000 SIGM_K_2 500 E_2 176000 dislimalz_2 "KURE. GRAF. DOK.DEMiR GGG-50"))
((= dislimal_2 "19")(Setq HB_2 2300 SIGM_K_2 600 E_2 210000 dislimalz_2 "KURE. GRAF.DOK. DEMIR GGG-60"))
((= dislimal_2 "20")(Setq HB_2 5600 SIGM_K_2 900 E_2 210000 dislimalz_2 "ALEV VEYA IND.SERT.CELIK 37MnSi5"))
((= dislimal_2 "21")(Setq HB_2 5950 SIGM_K_2 650 E_2 210000 dislimalz_2 "ALEV VEYA IND.SERT.ÇELIK C 45I"))
((= dislimal_2 "22")(Setq HB_2 5950 SIGM_K_2 1400 E_2 210000 dislimalz_2 "SIYANUR BAN.SERT.CELIK 40Cr4"))
((= dislimal_2 "23")(Setq HB_2 2100 SIGM_K_2 260 E_2 128000 dislimalz_2 "DOKME DEMIR GG-26"))
((= dislimal_2 "24")(Setq HB_2 1700 SIGM_K_2 200 E_2 120000 dislimalz_2 "DOKME DEMIR GG-20"))
((= dislimal_2 "25")(Setq HB_2 2750 SIGM_K_2 800 E_2 176000 dislimalz_2 "DOKME DEMIR GGG-80"))
((= dislimal_2 "26")(Setq HB_2 3000 SIGM_K_2 1000 E_2 176000 dislimalz_2 "DOKME DEMIR GGG-100"))
((= dislimal_2 "27")(Setq HB_2 1500 SIGM_K_2 510 E_2 205000 dislimalz_2 "CELIK DOKUM GS-52"))
((= dislimal_2 "28")(Setq HB_2 1400 SIGM_K_2 500 E_2 210000 dislimalz_2 "ISLAH CELIGI C 22"))

```

((= dislimal_2 "29")(Setq HB_2 2600 SIGM_K_2 750 E_2 210000 dislimalz_2 "ISLAH CELiGi 34Cr4" ))
((= dislimal_2 "30")(Setq HB_2 2600 SIGM_K_2 800 E_2 210000 dislimalz_2 "ISLAH CELiGi 37Cr4" ))
((= dislimal_2 "31")(Setq HB_2 2600 SIGM_K_2 800 E_2 210000 dislimalz_2 "ISLAH CELiGi 37MnSi5" ))
((= dislimal_2 "32")(Setq HB_2 3100 SIGM_K_2 1000 E_2 210000 dislimalz_2 "ISLAH CELiGi 34CrNiMo" ))
((= dislimal_2 "33")(Setq HB_2 5600 SIGM_K_2 650 E_2 210000 dislimalz_2 "ALEV INDIK.SERT.CELIK Ck45" ))
((= dislimal_2 "34")(Setq HB_2 6100 SIGM_K_2 750 E_2 210000 dislimalz_2 "ALEV INDIK.SERTLES.CELIK 37Cr4" ))
((= dislimal_2 "35")(Setq HB_2 6500 SIGM_K_2 950 E_2 210000 dislimalz_2 "ALEV INDIK.SERTLES.CELiK 42CrMo4" ))
((= dislimal_2 "36")(Setq HB_2 4000 SIGM_K_2 650 E_2 210000 dislimalz_2 "AMON.BANYO.NiT.CELIK Ck45" ))
((= dislimal_2 "37")(Setq HB_2 5000 SIGM_K_2 950 E_2 210000 dislimalz_2 "AMON. BAN.NIT. CELLK 42CrMo4" ))
((= dislimal_2 "38")(Setq HB_2 7400 SIGM_K_2 1200 E_2 210000 dislimalz_2 "SEMENTASYON CELiGi 15CrNi8" ))
((= dislimal_2 "39")(Setq HB_2 900 SIGM_K_2 2000 E_2 105000 dislimalz_2 "DOKUM KAL.BRONZU GSnBz4" ))
((= dislimal_2 "40")(Setq HB_2 1150 SIGM_K_2 3200 E_2 105000 dislimalz_2 "DOKUM KAL.BRONZU GSnBz4" ))
((= dislimal_2 "41")(Setq HB_2 2600 SIGM_K_2 800 E_2 210000 dislimalz_2 "ISLAH CELiGi 37MnSi5" ))
((= dislimal_2 "42")(Setq HB_2 5900 SIGM_K_2 420 E_2 210000 dislimalz_2 "SEMENTASYON CELiGi CIO" ))
((= dislimal_2 "43")(Setq HB_2 6500 SIGM_K_2 900 E_2 210000 dislimalz_2 "SEMENTASYON CELiGi 15CrNi6" ))
((= dislimal_2 "44")(Setq HB_2 6500 SIGM_K_2 1000 E_2 210000 dislimalz_2 "SEMENTASYON CELiGi 20MnCr5" ))
((= dislimal_2 "45")(Setq HB_2 5870 SIGM_K_2 900 E_2 210000 dislimalz_2 "ALEV INDIK.SERTLES.CELIK 40Cr4" ))
((= dislimal_2 "46")(Setq HB_2 5950 SIGM_K_2 1400 E_2 210000 dislimalz_2 "SiYAN.BANYO.SERTLES.CELiK 40Cr4" ))
((= dislimal_2 "47")(Setq HB_2 5500 SIGM_K_2 1500 E_2 210000 dislimalz_2 "SiYAN.BANYO.SERTLES.CELIK 37MnSi5" ))
)
; Mil malzemesi
(cond
((= milmal_1 "1")(setq SIGM_ED_1 210 E_mil1 215000 milmalz_1 "Çelik Döküm Gs52"))
((= milmal_1 "2")(setq SIGM_ED_1 240 E_mil1 215000 milmalz_1 "Çelik Döküm Gs60"))
((= milmal_1 "3")(setq SIGM_ED_1 200 E_mil1 215000 milmalz_1 "Yapı Çeliği St42"))
((= milmal_1 "4")(setq SIGM_ED_1 230 E_mil1 215000 milmalz_1 "Yapı Çeliği St50"))
((= milmal_1 "5")(setq SIGM_ED_1 280 E_mil1 215000 milmalz_1 "Yapı Çeliği St60"))
((= milmal_1 "6")(setq SIGM_ED_1 330 E_mil1 215000 milmalz_1 "Yapı Çeliği St70"))
((= milmal_1 "7")(setq SIGM_ED_1 220 E_mil1 215000 milmalz_1 "Islah Çeliği C22"))
((= milmal_1 "8")(setq SIGM_ED_1 300 E_mil1 215000 milmalz_1 "Islah Çeliği C45"))
((= milmal_1 "9")(setq SIGM_ED_1 340 E_mil1 215000 milmalz_1 "Islah Çeliği C60"))
)

```

```

(= milmal_1 "10")(setq SIGM_ED_1 360 E_mil1 215000 milmalz_1 "Islah Çeliği 34Cr4")
(= milmal_1 "11")(setq SIGM_ED_1 350 E_mil1 215000 milmalz_1 "Islah Çeliği 37Cr4")
(= milmal_1 "12")(setq SIGM_ED_1 360 E_mil1 215000 milmalz_1 "Islah Çeliği 37MnSi5")
(= milmal_1 "13")(setq SIGM_ED_1 460 E_mil1 215000 milmalz_1 "Islah Çeliği 42CrMo4")
)
(cond
(= milmal_2 "1")(setq SIGM_ED_2 210 E_mil2 215000 milmalz_2 "Çelik Döküm Gs52")
(= milmal_2 "2")(setq SIGM_ED_2 240 E_mil2 215000 milmalz_2 "Çelik Döküm Gs60")
(= milmal_2 "3")(setq SIGM_ED_2 200 E_mil2 215000 milmalz_2 "Yapı Çeliği St42")
(= milmal_2 "4")(setq SIGM_ED_2 230 E_mil2 215000 milmalz_2 "Yapı Çeliği St50")
(= milmal_2 "5")(setq SIGM_ED_2 280 E_mil2 215000 milmalz_2 "Yapı Çeliği St60")
(= milmal_2 "6")(setq SIGM_ED_2 330 E_mil2 215000 milmalz_2 "Yapı Çeliği St70")
(= milmal_2 "7")(setq SIGM_ED_2 220 E_mil2 215000 milmalz_2 "Islah Çeliği C22")
(= milmal_2 "8")(setq SIGM_ED_2 300 E_mil2 215000 milmalz_2 "Islah Çeliği C45")
(= milmal_2 "9")(setq SIGM_ED_2 340 E_mil2 215000 milmalz_2 "Islah Çeliği C60")
(= milmal_2 "10")(setq SIGM_ED_2 360 E_mil2 215000 milmalz_2 "Islah Çeliği 34Cr4")
(= milmal_2 "11")(setq SIGM_ED_2 350 E_mil2 215000 milmalz_2 "Islah Çeliği 37Cr4")
(= milmal_2 "12")(setq SIGM_ED_2 360 E_mil2 215000 milmalz_2 "Islah Çeliği 37MnSi5")
(= milmal_2 "13")(setq SIGM_ED_2 460 E_mil2 215000 milmalz_2 "Islah Çeliği 42CrMo4")
)
(cond
(= milmal_3 "1")(setq SIGM_ED_3 210 E_mil3 215000 milmalz_3 "Çelik Döküm Gs52")
(= milmal_3 "2")(setq SIGM_ED_3 240 E_mil3 215000 milmalz_3 "Çelik Döküm Gs60")
(= milmal_3 "3")(setq SIGM_ED_3 200 E_mil3 215000 milmalz_3 "Yapı Çeliği St42")
(= milmal_3 "4")(setq SIGM_ED_3 230 E_mil3 215000 milmalz_3 "Yapı Çeliği St50")
(= milmal_3 "5")(setq SIGM_ED_3 280 E_mil3 215000 milmalz_3 "Yapı Çeliği St60")
(= milmal_3 "6")(setq SIGM_ED_3 330 E_mil3 215000 milmalz_3 "Yapı Çeliği St70")
(= milmal_3 "7")(setq SIGM_ED_3 220 E_mil3 215000 milmalz_3 "Islah Çeliği C22")
(= milmal_3 "8")(setq SIGM_ED_3 300 E_mil3 215000 milmalz_3 "Islah Çeliği C45")
(= milmal_3 "9")(setq SIGM_ED_3 340 E_mil3 215000 milmalz_3 "Islah Çeliği C60")
(= milmal_3 "10")(setq SIGM_ED_3 360 E_mil3 215000 milmalz_3 "Islah Çeliği 34Cr4")
(= milmal_3 "11")(setq SIGM_ED_3 350 E_mil3 215000 milmalz_3 "Islah Çeliği 37Cr4")
(= milmal_3 "12")(setq SIGM_ED_3 360 E_mil3 215000 milmalz_3 "Islah Çeliği 37MnSi5")
(= milmal_3 "13")(setq SIGM_ED_3 460 E_mil3 215000 milmalz_3 "Islah Çeliği 42CrMo4")
)
)
; Çentik Faktörü (Kcentik)
(setq Kcentik 1.50)
; Hız dinamik Faktörü (Kv)
(setq Kv 1.45)
; Rulman ömrü (Lh)
(setq Lh 20000)
; Kavrama Faktörü (Keps)
(setq Keps 1.00)
; Emniyet Katsayısı (S)
(cond
(= 1S "1")(setq S 1.25)
(= 1S "2")(setq S 1.30)
)

```

```
((= 1S "3")(setq S 1.35))
((= 1S "4")(setq S 1.40))
((= 1S "5")(setq S 1.45))
((= 1S "6")(setq S 1.50))
)
; Zorlanma Faktörü (Kz)
(cond
  ((= op23 "1")(setq Kz 1.00))
  ((= op24 "1")(setq Kz 1.40))
)
```

```
; Çalışma Faktörü (Kc)
(cond
  ((= op14 "1") (cond
    ((= op17 "1") (setq Kc 1.00))
    ((= op18 "1") (setq Kc 1.25))
    ((= op19 "1") (setq Kc 1.50))
  )) ; Düzgün
  ((= op15 "1") (cond
    ((= op17 "1") (setq Kc 1.25))
    ((= op18 "1") (setq Kc 1.50))
    ((= op19 "1") (setq Kc 1.75))
  )) ; Orta Darbeli
  ((= op16 "1") (cond
    ((= op17 "1") (setq Kc 1.75))
    ((= op18 "1") (setq Kc 2.00))
    ((= op19 "1") (setq Kc 2.25))
  )) ; Ağır Darbeli
)
```

```
; Kaydırma faktörü Kodunun belirlenmesi
(cond
  ((= op20 "1")(setq X_Kod "1"))
  ((= op21 "1")(setq X_Kod "2"))
  ((= op22 "1")(setq X_Kod "3"))
)
```

; Genişlik Faktörü (Kgen) ve Yük Dağılım Faktörü (Km1, Km2) tespiti;

```
(cond
  ((= Kgen 0.25) (cond
    ((= op10 "1") (setq Kmctvel 1.00)) ; Her İki Taraftan Simetrik Yataklanmış Dişli "
    ((= op11 "1") (setq Kmctvel 1.01)) ; Asimetrik Olarak Yerleştirilmiş Dişli - Çok Rijit Mil
    ((= op12 "1") (setq Kmctvel 1.06)) ; Asimetrik Olarak Yerleştirilmiş Dişli - Az Rijit Mil
  ))
)
```

```

"
    ((= op13 "1") (setq Kmcetvel 1.16)) ;Kaşık Yerleştirilmiş Dişli      "
  ))
((= Kgen 0.40) (cond
  ((= op10 "1") (setq Kmcetvel 1.00)) ;Her İki Taraftan Simetrik Yataklanmış Dişli      "
  ((= op11 "1") (setq Kmcetvel 1.04)) ;Asimetrik Olarak Yerleştirilmiş Dişli - Çok Rijit Mil
"
  ((= op12 "1") (setq Kmcetvel 1.10)) ;Asimetrik Olarak Yerleştirilmiş Dişli - Az Rijit Mil
"
  ((= op13 "1") (setq Kmcetvel 1.22)) ;Kaşık Yerleştirilmiş Dişli      "
  ))
((= Kgen 0.60) (cond
  ((= op10 "1") (setq Kmcetvel 1.03)) ;Her İki Taraftan Simetrik Yataklanmış Dişli      "
  ((= op11 "1") (setq Kmcetvel 1.08)) ;Asimetrik Olarak Yerleştirilmiş Dişli - Çok Rijit Mil
"
  ((= op12 "1") (setq Kmcetvel 1.16)) ;Asimetrik Olarak Yerleştirilmiş Dişli - Az Rijit Mil
"
  ((= op13 "1") (setq Kmcetvel 1.32)) ;Kaşık Yerleştirilmiş Dişli      "
  ))
((= Kgen 0.80) (cond
  ((= op10 "1") (setq Kmcetvel 1.06)) ;Her İki Taraftan Simetrik Yataklanmış Dişli      "
  ((= op11 "1") (setq Kmcetvel 1.13)) ;Asimetrik Olarak Yerleştirilmiş Dişli - Çok Rijit Mil
"
  ((= op12 "1") (setq Kmcetvel 1.22)) ;Asimetrik Olarak Yerleştirilmiş Dişli - Az Rijit Mil
"
  ((= op13 "1") (setq Kmcetvel 1.45)) ;Kaşık Yerleştirilmiş Dişli      "
  ))
((= Kgen 1.00) (cond
  ((= op10 "1") (setq Kmcetvel 1.10)) ;Her İki Taraftan Simetrik Yataklanmış Dişli      "
  ((= op11 "1") (setq Kmcetvel 1.18)) ;Asimetrik Olarak Yerleştirilmiş Dişli - Çok Rijit Mil
"
  ((= op12 "1") (setq Kmcetvel 1.29)) ;Asimetrik Olarak Yerleştirilmiş Dişli - Az Rijit Mil
"
  ((= op13 "1") (alert "Bu aralıkta Genişlik Faktörü Bulunamadı.));Kaşık Yerleştirilmiş
Dişli"
  ))
((= Kgen 1.20) (cond
  ((= op10 "1") (setq Kmcetvel 1.14)) ;Her İki Taraftan Simetrik Yataklanmış Dişli      "
  ((= op11 "1") (setq Kmcetvel 1.23)) ;Asimetrik Olarak Yerleştirilmiş Dişli - Çok Rijit Mil
"
  ((= op12 "1") (setq Kmcetvel 1.36)) ;Asimetrik Olarak Yerleştirilmiş Dişli - Az Rijit Mil
"
  ((= op13 "1") (alert "Bu aralıkta Genişlik Faktörü Bulunamadı.));Kaşık Yerleştirilmiş
Dişli"
  ))
((= Kgen 1.40) (cond

```

```

((= op10 "1") (setq Kmcetvel 1.19)) ;Her İki Taraftan Simetrik Yataklanmış Dişli "
((= op11 "1") (setq Kmcetvel 1.29)) ;Asimetrik Olarak Yerleştirilmiş Dişli - Çok Rijit Mil
"
((= op12 "1") (setq Kmcetvel 1.45)) ;Asimetrik Olarak Yerleştirilmiş Dişli - Az Rijit Mil
"
((= op13 "1") (alert "Bu aralıkta Genişlik Faktörü Bulunamadı.));Kaşık Yerleştirilmiş
Dişli"
))
((= Kgen 1.60) (cond
((= op10 "1") (setq Kmcetvel 1.25)) ;Her İki Taraftan Simetrik Yataklanmış Dişli "
((= op11 "1") (setq Kmcetvel 1.35)) ;Asimetrik Olarak Yerleştirilmiş Dişli - Çok Rijit Mil
"
((= op12 "1") (setq Kmcetvel 1.55)) ;Asimetrik Olarak Yerleştirilmiş Dişli - Az Rijit Mil
"
((= op13 "1") (alert "Bu aralıkta Genişlik Faktörü Bulunamadı.));Kaşık Yerleştirilmiş
Dişli"
))
)
(cond
((>= HB_1 350)(setq Km1 Kmcetvel))
((< HB_1 350)(setq Km1 (/ (+ Kmcetvel 1) 2)))
); Plastik malzemelerde Km = 1 olarak alınır.
; 2.Kademe için

(cond
((>= HB_2 350)(setq Km2 Kmcetvel))
((< HB_2 350)(setq Km2 (/ (+ Kmcetvel 1) 2)))
)

(sddr1)
(sddr2)
(milhesap1)
(milhesap2)
(milhesap3)
(rulman)
(command "layer" "set" "0" "")

(disliciz-1)
(disliciz-2)
(disliciz-3)
(disliciz-4)

(command "layer" "unlock" "evolvent1" "")
(command "layer" "unlock" "evolvent2" "")
(command "layer" "unlock" "evolvent3" "")
(command "layer" "unlock" "evolvent4" "")

(command "layer" "on" "evolvent1" "")

```

```
(command "layer" "on" "evolvent2" "")
(command "layer" "on" "evolvent3" "")
(command "layer" "on" "evolvent4" "")
```

```
(command "layer" "unlock" "daireler1" "")
(command "layer" "unlock" "daireler2" "")
(command "layer" "unlock" "daireler3" "")
(command "layer" "unlock" "daireler4" "")
```

```
(command "layer" "on" "daireler1" "")
(command "layer" "on" "daireler2" "")
(command "layer" "on" "daireler3" "")
(command "layer" "on" "daireler4" "")
(kamahesap1)
(kamahesap2)
(kamahesap3)
(cizim); profilden
```

```
(command "insert" "SABLON" (list 0 0) "" "" "" "")
```

; Tablo yazıları

```
(command "layer" "m" "text" "" "c" 4 "" "")
```

```
(command "text" (list 475.98 638.47) "0" (rtos p 2 3))
(command "text" (list 475.98 628.47) "0" (rtos ng 2 3))
(command "text" (list 475.98 618.47) "0" (rtos nc 2 3))
(command "text" (list 475.98 608.47) "0" (rtos verim1 2 3))
(command "text" (list 475.98 598.47) "0" (rtos verim2 2 3))
(command "text" (list 475.98 588.47) "0" (rtos verim3 2 3))
(command "text" (list 475.98 578.47) "0" (rtos S 2 3))
```

```
(command "text" (list 647.94 638.47) "0" dislimalz_1)
(command "text" (list 647.94 628.47) "0" dislimalz_2)
(command "text" (list 647.94 618.47) "0" milmalz_1)
(command "text" (list 647.94 608.47) "0" milmalz_2)
(command "text" (list 647.94 598.47) "0" milmalz_3)
```

```
(command "text" (list 475.98 514.79) "0" (rtos modul_1 2 3))
(command "text" (list 475.98 504.79) "0" (rtos modul_11 2 3))
(command "text" (list 475.98 494.79) "0" (rtos modul_12 2 3))
```

```
(command "text" (list 475.98 464.55) "0" (rtos z1 2 3))
(command "text" (list 475.98 454.79) "0" (rtos do1 2 3))
(command "text" (list 475.98 444.79) "0" (rtos b1 2 3))
(command "text" (list 475.98 434.79) "0" (rtos (* 0.37 modul_1) 2 3))
(command "text" (list 475.98 424.79) "0" (rtos to1 2 3))
(command "text" (list 475.98 414.79) "0" (rtos so1 2 3))
```

```

(command "text" (list 475.98 404.79) "0" (rtos lo1 2 3))

(command "text" (list 475.98 374.55) "0" (rtos z2 2 3))
(command "text" (list 475.98 364.79) "0" (rtos do2 2 3))
(command "text" (list 475.98 354.79) "0" (rtos b2 2 3))
(command "text" (list 475.98 344.79) "0" (rtos (* 0.37 modul_1) 2 3))
(command "text" (list 475.98 334.79) "0" (rtos to2 2 3))
(command "text" (list 475.98 324.79) "0" (rtos so2 2 3))
(command "text" (list 475.98 314.79) "0" (rtos lo2 2 3))

(command "text" (list 712.55 514.79) "0" (rtos modul_2 2 3))
(command "text" (list 712.55 504.79) "0" (rtos modul_21 2 3))
(command "text" (list 712.55 494.79) "0" (rtos modul_22 2 3))

(command "text" (list 712.55 464.55) "0" (rtos z3 2 3))
(command "text" (list 712.55 454.79) "0" (rtos do3 2 3))
(command "text" (list 712.55 444.79) "0" (rtos b3 2 3))
(command "text" (list 712.55 434.79) "0" (rtos (* 0.37 modul_2) 2 3))
(command "text" (list 712.55 424.79) "0" (rtos to3 2 3))
(command "text" (list 712.55 414.79) "0" (rtos so3 2 3))
(command "text" (list 712.55 404.79) "0" (rtos lo3 2 3))

(command "text" (list 712.55 374.55) "0" (rtos z4 2 3))
(command "text" (list 712.55 364.79) "0" (rtos do4 2 3))
(command "text" (list 712.55 354.79) "0" (rtos b4 2 3))
(command "text" (list 712.55 344.79) "0" (rtos (* 0.37 modul_2) 2 3))
(command "text" (list 712.55 334.79) "0" (rtos to4 2 3))
(command "text" (list 712.55 324.79) "0" (rtos so4 2 3))
(command "text" (list 712.55 314.79) "0" (rtos lo4 2 3))

(command "text" (list 475.98 276.61) "0" (rtos sigmemax1 2 3));
(command "text" (list 475.98 266.61) "0" (rtos sigmaemniyet1 2 3));

(command "text" (list 712.55 276.61) "0" (rtos sigmemax2 2 3));
(command "text" (list 712.55 266.61) "0" (rtos sigmaemniyet2 2 3));

(command "text" (list 475.98 232.84) "0" (rtos romax1 2 3));
(command "text" (list 475.98 222.84) "0" (rtos roemn1 2 3));

(command "text" (list 712.55 232.84) "0" (rtos romax2 2 3));
(command "text" (list 712.55 222.84) "0" (rtos roemn2 2 3));

(command "text" (list 475.98 178.74) "0" (rtos segim1 2 3));
(command "text" (list 475.98 168.74) "0" (rtos emnseğim 2 3));
(command "text" (list 475.98 158.74) "0" (rtos dmilcap1 2 3));
(command "text" (list 475.98 148.74) "0" (rtos rulsembol1 2 3));

(command "text" (list 644.76 178.74) "0" (rtos segim_2 2 3));

```



```
(command "text" (list 644.76 168.74) "0" (rtos emnseğim 2 3));
(command "text" (list 644.76 158.74) "0" (rtos dmlcap2 2 3));
(command "text" (list 644.76 148.74) "0" (rtos rulsembol2 2 3));
```

```
(command "text" (list 812.89 178.74) "0" (rtos segim3 2 3));
(command "text" (list 812.89 168.74) "0" (rtos emnseğim 2 3));
(command "text" (list 812.89 158.74) "0" (rtos dmlcap3 2 3));
(command "text" (list 812.89 148.74) "0" (rtos rulsembol3 2 3));
(command "-layer" "c" "t" "236,34,75" "daireler1" "");
(command "-layer" "c" "t" "16,89,178" "daireler2" "");
(command "-layer" "c" "t" "68,116,26" "daireler3" "");
(command "-layer" "c" "t" "5,128,101" "daireler4" "");
```

```
(command "-layer" "l" "dot2" "daireler1" "");
(command "-layer" "l" "dot2" "daireler2" "");
(command "-layer" "l" "dot2" "daireler3" "");
(command "-layer" "l" "dot2" "daireler4" "");
```

```
(command "-layer" "c" "40" "evolvent1" "");
(command "-layer" "c" "60" "evolvent2" "");
(command "-layer" "c" "150" "evolvent3" "");
(command "-layer" "c" "210" "evolvent4" "");
```

```
(command "-layer" "c" "40" "disli-1" "");
(command "-layer" "c" "60" "disli-2" "");
(command "-layer" "c" "150" "disli-3" "");
(command "-layer" "c" "210" "disli-4" "");
```

```
(command "layer" "unlock" "evolvent1" "");
(command "layer" "unlock" "evolvent2" "");
(command "layer" "unlock" "evolvent3" "");
(command "layer" "unlock" "evolvent4" "");
```

```
(command "_ltscale" 0.3)
);end defun
```

EK2 - DCL Dilinde Yazılmış Olan Arayüz Program Kodu

```
reduktor : dialog {
label = "AUTOLISP VE DCL PROGRAMLAMA DILI ILE IKI KADEMELI DUZ DISLI
REDUKTOR DIZAYNI";
:row {
//////////
:column {
fixed_height = true;
alignment = top;
:boxed_column {
```

```

alignment = left ;
label = "Giriş - Çıkış Bilgileri";
:edit_box {
label = "Giriş Gücü (P,kW)";
key = "1P";
edit_width = 5;
}
:edit_box {
label = "Giriş Devri (ng, dev/dk)";
key = "1ng";
edit_width = 5;
}
:edit_box {
label = "Çıkış Devri (nc, dev/dk)";
key = "1nc";
edit_width = 5;
}
}

:row {
:boxed_radio_column {
fixed_width = true;
label = "Pinyon Dişli Sayıları (Z1, Z3)";

:radio_button {
label = "&Genel Kullanım (17-20)";
key = "op5";
}
:radio_button {
label = "&Düzgün ve Verimli (20-26)";
key = "op6";
}
}
////////
:boxed_column {
fixed_width = true;
alignment = top;
:row {
:text { label = "Z1";}
:popup_list{
key = "1z1";
list = "... "
"\n17\n18\n19\n20\n21\n22\n23\n24\n25\n26";
edit_width = 5;
}
}
:row {
:text { label = "Z3";}

```

```

        :popup_list{
        key="1z3";
        list = "... "
            "\n17\n18\n19\n20\n21\n22\n23\n24\n25\n26";
        edit_width=5;
        }

    }}
}
:row {
:boxed_radio_column {
    label = "Genişlik Faktörü Tespiti";
        :radio_button {
            label = "&Genel Maks.D.Çark (0.8-1.2)";
            key = "op8";
        }
        :radio_button {
            label = "&Sınırlı Hacim (0.25-0.8)";
            key = "op9";
        }
    }
}
:boxed_column {
    fixed_width = true;
    alignment = top;
        :column {
            :text { label = "Kgenfak";}
        :popup_list{
            key="1kgen";
            list = "... "
                "\n0.25\n0.40\n0.60\n0.80\n1.00\n1.20\n1.40\n1.60";
            edit_width = 5;
        }
    }
}
:boxed_radio_column {
    label = "Yük Dağılım Faktörü Tespiti (Km)";
        :radio_button {
            label = "&İki Tar.Simetrik Yat. Dişli";
            key = "op10";
        }
        :radio_button {
            label = "&Asimetrik Dişli-Çok Rijit Mil";
            key = "op11";
        }
        :radio_button {
            label = "&Asimetrik Dişli-Az Rijit Mil";

```

```

        key="op12";
        }
:radio_button {
    label = "&Kaşık Yerleştirilmiş Dişli";
    key="op13";
    }
}

:boxed_radio_column {
    fixed_height=true;
    label = "Çalışma Faktörü Tespiti (Kç)";
    :radio_button {
        label = "&Düzgün Darbeli";
        key="op14";
        }
    :radio_button {
        label = "&Orta Darbeli";
        key="op15";
        }
    :radio_button {
        label = "&Ağır Darbeli";
        key="op16";
        }
    }
}
//İKİNCİ KOLON////////////////////////////////////
:column {
    fixed_height=true;
    alignment=top;
:boxed_radio_column {
    label = "Profil Kaydırma İle İyileştirme (X)";
    :radio_button {
        label = "&Yüksek Diş Dibi Mukav.";
        key="op20";
        }
    :radio_button {
        label = "&Eşit Özellikler";
        key="op21";
        }
    :radio_button {
        label = "&Yüksek Kavrama Oranı";
        key="op22";
        }
    }
}

:boxed_radio_column {

```

```

label = "Zorlanma Faktörü (Kz)";
    :radio_button {
        label = "&Sık Sık Yön Değ. Dişli";
        key = "op23";
    }
    :radio_button {
        label = "&Tek Yönlü Çal. Dişli.";
        key = "op24";
    }
}
//////////

```

```

:boxed_radio_column {
label = "Motor Cinsi";
    :radio_button {
        label = "&Elektrik veya Türbin";
        key = "op17";
    }
    :radio_button {
        label = "&Çok Sil.İçten Yanmalı";
        key = "op18";
    }
    :radio_button {
        label = "&Tek Sil.İçten Yanmalı";
        key = "op19";
    }
}

```

```

:boxed_column {
    :popup_list{
        label = "I.Kademe Dişli Verimi:";
        key = "1Verim";
        list = "Seçiniz..."
    }
}

```

```

"\n0.80\n0.81\n0.82\n0.83\n0.84\n0.85\n0.86\n0.87\n0.88\n0.89\n0.90\n0.91\n0.92\n0.93\n0.94\n0.95\n0.96\n0.97\n0.98\n0.99";
    edit_width = 10;
}
:popup_list{
    label = "II.Kademe Dişli Verimi:";
    key = "2Verim";
    list = "Seçiniz..."
}

```

```

"\n0.80\n0.81\n0.82\n0.83\n0.84\n0.85\n0.86\n0.87\n0.88\n0.89\n0.90\n0.91\n0.92\n0.93\n0.94\n0.95\n0.96\n0.97\n0.98\n0.99";
    edit_width = 10;
}
:popup_list{
    label = "Rulmanlı Yatakların Verimi:";
}

```

```

key="3Verim";
list="Seçiniz..."

"\n0.80\n0.81\n0.82\n0.83\n0.84\n0.85\n0.86\n0.87\n0.88\n0.89\n0.90\n0.91\n0.92\n0.93\n0.94\n0.95\n0.96\n0.97\n0.98\n0.99";
edit_width = 10;
}
:popup_list{
label = "Emniyet Katsayısı (S)";
key = "1S";
list = "Seçiniz..."
"\n1.25\n1.30\n1.35\n1.40\n1.45\n1.50";
edit_width = 10;
}
}
:column {
//DIŞLİ MALZEMESİ SEÇİMİ //////////
:boxed_column {
fixed_width = true;
label = "Dişli ve Mil Malzemeleri Seçimi";

:popup_list{
key = "dislimal_1";
list = "I.Kademe Dişli Malzemesini Seçiniz..."
"\n1__CELİK_GS-50.1"
"\n2__CELİK_GS-60.1"
"\n3__MAKINA CELİGİ_St 42"
"\n4__MAKINA CELİGİ_St 50"
"\n5__MAKINA CELİGİ_St 60"
"\n6__MAKINA CELİGİ_St 70"
"\n7__ISLAH CELİGİ_C45"
"\n8__ISLAH CELİGİ_C 60"
"\n9__ISLAH CELİGİ_37MnSi5"
"\n10__ISLAH CELİGİ_42CrMo4"
"\n11__SEMENTASYON CELİGİ_C15"
"\n12__SEMENTASYON CELİGİ_16MnCr5"
"\n13__SEMENTASYON CELİGİ_20MnCr5"
"\n14__SEMENTASYON CELİGİ_ISCrNiS"
"\n15__LAM.GRAFIT DOK.DEMİR_GGL-20"
"\n16__LAM.GRAFIT DOKME DEMİR_GGL-25"
"\n17__KURE. GRAF. DOKME DEMİR_GGG-45"
"\n18__KURE. GRAF. DOK.DEMİR_GGG-50"
"\n19__KURE. GRAF.DOK. DEMİR_GGG-60"
"\n20__ALEV VEYA IND.SERT.CELİK_37MnSi5"
"\n21__ALEV VEYA IND.SERT.ÇELİK_C 45I"
"\n22__SIYANUR BAN.SERT.CELİK_40Cr4"
"\n23__DOKME DEMİR_GG-26"
"\n24__DOKME DEMİR_GG-20"

```

```
"\n25_DOKME DEMIR_GGG-80"  
"\n26_DOKME DEMIR_GGG-100"  
"\n27_CELIK DOKUM_GS-52"  
"\n28_ISLAH CELIGI_C 22"  
"\n29_ISLAH CELiGi_34Cr4"  
"\n30_ISLAH CELIGI_37Cr4"  
"\n31_ISLAH CELIGi_37MnSi5"  
"\n32_ISLAH CELiGi_34CrNiMo"  
"\n33_ALEV INDIK.SERT.CELIK_Ck 45"  
"\n34_ALEV INDiK.SERTLES.CELIK_37Cr4"  
"\n35_ALEV INDiK.SERTLES.CELiK_42CrMo4"  
"\n36_AMON.BANYO.NiT.CELIK_Ck 45"  
"\n37_AMON. BAN.NIT. CELLK_42CrMo4"  
"\n38_SEMENTASYON CELIGI_15CrNi8"  
"\n39_DOKUM KALBRONZU_GSnBzI4"  
"\n40_DOKUM KALBRONZU_GSnBzI4"  
"\n41_ISLAH CELIGi_37MnSi5"  
"\n42_SEMENTASYON CELIGI_CIO"  
"\n43_SEMENTASYON CELIGI_15CrNi6"  
"\n44_SEMENTASYON CELIGI_20MnCr5"  
"\n45_ALEV INDiK.SERTLES.CELIK_40Cr4"  
"\n46_SiYAN.BANYO.SERTLES.CELiK_40Cr4"  
"\n47_SiYAN.BANYO.SERTLES.CELIK_37MnSi5";
```

```
edit_width=40;  
value=0;
```

```
}  
:popup_list{  
key="dislimal_2";  
list="ILKademe Dişli Malzemesini Seçiniz..."  
"\n1__CELiK_GS-50.1"  
"\n2__CELiK_GS-60.1"  
"\n3__MAKINA CELIGI_St 42"  
"\n4__MAKINA CELIGI_St 50"  
"\n5__MAKINA CELIGi_St 60"  
"\n6__MAKINA CELIGi_St 70"  
"\n7__ISLAH CELiGi_C45"  
"\n8__ISLAH CELIGi_C 60"  
"\n9__ISLAH CELIGi_37MnSi5"  
"\n10__ISLAH CELiGi_42CrMo4"  
"\n11__SEMENTASYON CELIGI_C15"  
"\n12__SEMENTASYON CELIGI_16MnCr5"  
"\n13__SEMENTASYON CELIGI_20MnCr5"  
"\n14__SEMENTASYON CELIGI_ISCrNiS"  
"\n15__LAM.GRAFIT DOK.DEMiR_GGL-20"  
"\n16__LAM.GRAFIT DOKME DEMiR_GGL-25"  
"\n17__KURE. GRAF. DOKME DEMiR_GGG-45"  
"\n18__KURE. GRAF. DOK.DEMiR_GGG-50"
```

```
"n19_KURE.GRAF.DOK.DEMIR_GGG-60"  
"n20_ALEV VEYA IND.SERT.CELIK_37MnSi5"  
"n21_ALEV VEYA IND.SERT.ÇELİK_C 45I"  
"n22_SİYANUR BAN.SERT.CELİK_40Cr4"  
"n23_DOKME DEMİR_GG-26"  
"n24_DOKME DEMİR_GG-20"  
"n25_DOKME DEMİR_GGG-80"  
"n26_DOKME DEMİR_GGG-100"  
"n27_CELİK DOKUM_GS-52"  
"n28_ISLAH CELİĞİ_C 22"  
"n29_ISLAH CELİĞİ_34Cr4"  
"n30_ISLAH CELİĞİ_37Cr4"  
"n31_ISLAH CELİĞİ_37MnSi5"  
"n32_ISLAH CELİĞİ_34CrNiMo"  
"n33_ALEV İNDİK.SERT.CELİK_Ck 45"  
"n34_ALEV İNDİK.SERTLES.CELİK_37Cr4"  
"n35_ALEV İNDİK.SERTLES.CELİK_42CrMo4"  
"n36_AMON.BANYO.NİT.CELİK_Ck 45"  
"n37_AMON.BAN.NİT.CELİK_42CrMo4"  
"n38_SEMENTASYON CELİĞİ_15CrNi8"  
"n39_DOKUM KALBRONZU_GSnBz4"  
"n40_DOKUM KALBRONZU_GSnBz4"  
"n41_ISLAH CELİĞİ_37MnSi5"  
"n42_SEMENTASYON CELİĞİ_CIO"  
"n43_SEMENTASYON CELİĞİ_15CrNi6"  
"n44_SEMENTASYON CELİĞİ_20MnCr5"  
"n45_ALEV İNDİK.SERTLES.CELİK_40Cr4"  
"n46_SİYAN.BANYO.SERTLES.CELİK_40Cr4"  
"n47_SİYAN.BANYO.SERTLES.CELİK_37MnSi5";
```

```
edit_width=40;
```

```
value=0;
```

```
}
```

```
:popup_list{
```

```
key="milmal_1";
```

```
list="1.Mile ait Malzemeyi Seçiniz..."
```

```
"n1_Çelik Döküm_Gs52"
```

```
"n2_Çelik Döküm_Gs60"
```

```
"n3_Yapı Çeliği_St42"
```

```
"n4_Yapı Çeliği_St50"
```

```
"n5_Yapı Çeliği_St60"
```

```
"n6_Yapı Çeliği_St70"
```

```
"n7_Islah Çeliği_C22"
```

```
"n8_Islah Çeliği_C45"
```

```
"n9_Islah Çeliği_C60"
```

```
"n10_Islah Çeliği_34Cr4"
```

```
"n11_Islah Çeliği_37Cr4"
```



```

        "\n12_Islah_Celiği_37MnSi5"
        "\n13_Islah_Celiği_42CrMo4";
edit_width=40;
value=0;
    }
:popup_list{
key="milmal_2";
list="2.Mile ait Malzemeyi Seçiniz..."
    "\n1_Çelik Döküm_Gs52"
    "\n2_Çelik Döküm_Gs60"
    "\n3_Yapı Çeliği_St42"
    "\n4_Yapı Çeliği_St50"
    "\n5_Yapı Çeliği_St60"
    "\n6_Yapı Çeliği_St70"
    "\n7_Islah Çeliği_C22"
    "\n8_Islah Çeliği_C45"
    "\n9_Islah Çeliği_C60"
    "\n10_Islah Çeliği_34Cr4"
    "\n11_Islah Çeliği_37Cr4"
    "\n12_Islah Çeliği_37MnSi5"
    "\n13_Islah Çeliği_42CrMo4";
edit_width=40;
value=0;
    }
:popup_list{
key="milmal_3";
list="3.Mile ait Malzemeyi Seçiniz..."
    "\n1_Çelik Döküm_Gs52"
    "\n2_Çelik Döküm_Gs60"
    "\n3_Yapı Çeliği_St42"
    "\n4_Yapı Çeliği_St50"
    "\n5_Yapı Çeliği_St60"
    "\n6_Yapı Çeliği_St70"
    "\n7_Islah Çeliği_C22"
    "\n8_Islah Çeliği_C45"
    "\n9_Islah Çeliği_C60"
    "\n10_Islah Çeliği_34Cr4"
    "\n11_Islah Çeliği_37Cr4"
    "\n12_Islah Çeliği_37MnSi5"
    "\n13_Islah Çeliği_42CrMo4";
edit_width=40;
value=0;
    }
}
} //end of boxed column

:row {

```

```
: spacer { width=1; }
: button {
  label="OK";
  is_default=true;
  key="accept";
  width=8;
  fixed_width=true;
}
: button {
  label="Cancel";
  is_cancel=true;
  key="cancel";
  width=8;
  fixed_width=true;
}
: spacer { width=1;}
}
}
}
//End dialog
```