

KLINGELNBERG STANDARDI

KN 3025/57

HAZIRLAYAN

Tuncer Özkan

Mak. Yük. Müh.

Maden Makina Fabrika Müdürü

ÖNSÖZ

Konik dişliler, plân çarkın dış yüzeyleri şekline göre düz ve eğrisel konik dişliler olmak üzere iki ana gruba ayrılır. Eğrisel konik dişlileri de imalat metotlarına göre genel olarak şöyle sıralamak mümkündür:

- Gleason (Daire yaylı)
- Oerlikon - Spiromatic (Episikloid eğrili)
- Klingelberg - Palloid (Evolvent eğrili)
- Klingelberg - Zylo - Palloid (Episikloid eğrili)
- Modül - Kurvex (Daire yaylı)

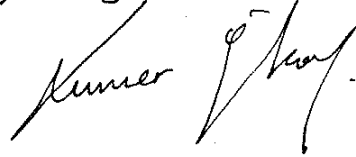
Görüldüğü gibi eğrisel dişlilerin dişleri özel tezgahlarda açılmakta dolayısıyla bu dişlilerin boyutlandırılması dişliyi imal edecek tezgahın verilerine bağlı olmaktadır.

Dilimizde bu konuda çok az eser olması ve pratikte uygulama alanlarının giderek artması nedeniyle, tamamen eğitim amacıyla hazırlamaya çalıştığımız bu kitap Klingelberg Standardı KN 3025/57 den alınmış olup "Palloid - Spiral konik dişlileri" kapsamaktadır.

Kitabın el yazılarını, cetvel ve şekillerini büyük bir itina ile hazırlayan Teknik ressam Rifat ŞENER'e, dokümanları için KLINGELBERG'e ve ayrıca Müh. Şükran BOZKURT'a, Müh. Tanju ÜNVER'e, Müh. Birol UZUN'a teşekkürü borç bilirim.

Zonguldak
Nisan 1986

Dipl. Ing. Tuncer ÖZKAN



KLINGELNBERG STANDARTLARI KN 3025/57

Bu yayın, daha önce yayınlanan "Klingelberg Palloid spiral konik dişli" hesaplamaları ile ilgili bütün kural ve talimatları geçersiz kılmaktadır (KN 3024, KN 3022, KN 3025, Aralık 1954 ve Mart 1956 yayınları).

Gerek duyulan ilave özel bilgiler, imalatçı firma tarafından sağlanmaya çalışılacaktır.

KLINGELNBERG

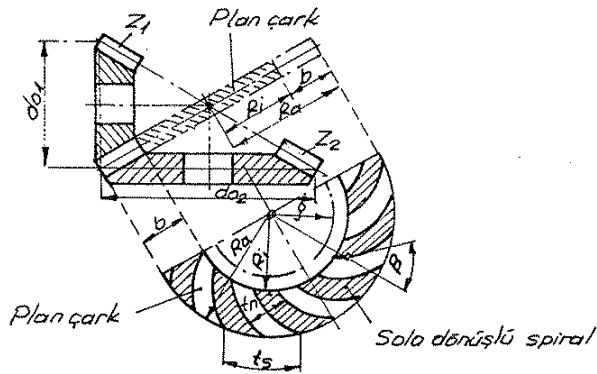
PALLOID-SPİRAL KONİK DIŞLİLER

(Klingelberg Standardı : KN 3025/57)

A) TEMEL BİLGİLER

Palloid spiral konik dişli çarklarda esas profil (referans profili) yani plan çarkın dış profili DIN 86B Standartına göre dir. Başka bir deyişle, taksimat koni açısı 90° olan konik dişliye plân çarkı adı verilir ve bu çark konik dişlilerin temel büyüklüklerini tarif etmek üzere referans profili olarak alınır. Dolayısıyla, bir konik dişli çark mekanizmasında iki hayali plân çarkı vardır. Konik dişli sola dönüşlü spiral ise plan çarkı sağa dönüşlü spiral, konik dişli sağa dönüşlü spiral ise plan çarkı sola dönüşlü spiraldir. Bu iki hayali plan çark, model ve dökümde boşluk payı hariç çakışmalıdır.

Plân çark, Şekil 1 de gösterildiği tarzda elde edilebilir.



Şekil-1

SEMBOLLER

Aksi belirtilmedikçe formüllerde kullandığımız birimler; ölçüler [mm], kuvvetler [kp], hız [m/sn] ve döndürme momenti [kp.m] dir.

<u>Semboller</u>	<u>Formül No.</u>	<u>Açıklama</u>
$Z_{1,2}$	—	Diş sayıları
Z_p	10	Plân çarkının diş sayısı

Z_n	57	Eş değer diş sayısı (Normal kesitte)
i	2	Çevrim oranı
t_s	-	Adım (Alın kesitinde)
t_n	-	Adım (Normal kesitte)
m_s	20	Alın kesitindeki modül
m_n	15-17	Normal kesitteki modül
$d_{o1,2}$	-	Taksimat dairelerinin çapları
$d_{m1,2}$	63	Taksimat konilerinin ortalama çapları
R_a	8	Diş taksimat konisi uzunluğu
R_i	19	iç taksimat konisi uzunluğu
b	11-14	Diş genişliği
ρ	18	Plân çarkın, normal taksimat dairesi yarı çapı
$h_{k1,2}$	22-27	Diş başı yükseklikleri
x	-	Profil kaydırma faktörü
α	-	Basınç açısı veya kavrama açısı (Normal kesitte)
β	-	Helis açısı
β_m	56	Ortalama helis açısı (Taksimat konisinin ortalama diş genişliğine göre)
β_r	65	Helis açısı (Eksenel yük hesaplamaları için)
δ	-	Eksenler arası açı
$\delta_{o1,2}$	7,1-3	Taksimat konisi açıları
$\delta_{p1,2}$	5,6,4	İmalat konisi açıları
ω_k	4b	Düzeltilme açısı
S	-	Helisel kavrama
E_s	53	Helisel kavrama oranı (Adım kavrama oranı)
E_p	54	Profil kavrama oranı
E	-	Toplam kavrama oranı

P_v	62-64	Çevre kuvveti
$P_{a1,2}$	66-67	Eksenel kuvvet
$P_r 1,2$	68-70,69-71	Radyal kuvvet
S_r	-	Efektif (hakiki) kesme boyu veya işleme boyu

B) KONİK DİŞLİ HESAPLARI

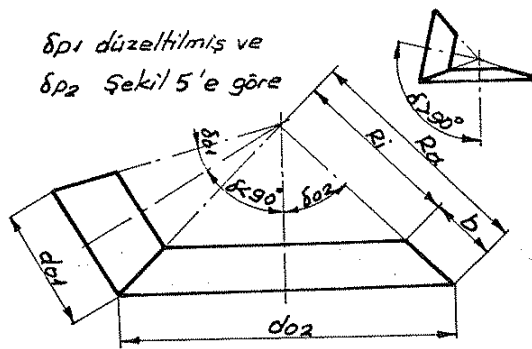
Konik dişlilerin eksenler arasındaki açı dar veya geniş ise;

$$\delta \leq 90^\circ$$

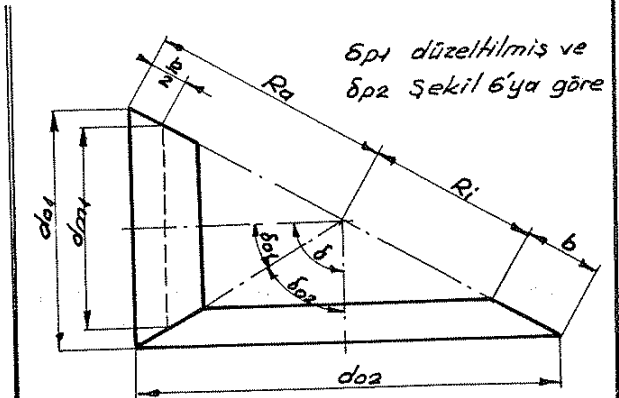
Konik dişlilerin eksenler arasındaki açı dik ise;

$$\delta = 90^\circ$$

Plan çarkı hesaplanırken, büyük çarkın taksimat dairesi çapı d_{o2} ve mekanizmanın çevrim oranı esas veri olarak alınır (Çevrim oranı yerine, dişlilerin diş sayıları Z_1 ve Z_2 yi de kullanmak mümkündür). Z_1 ve Z_2 diş sayılarının ortak çarpanı mümkünse olmamalı ve Z_1 diş sayısı otomobil sanayii mekanizmalarının dışında 8 den küçük olmamalıdır.



Şekil-2



Şekil-3

TAKSİMAT KONİSİ AÇISI δ_{o2}

Eksenler arasındaki açı;

$$\delta < 90^\circ \text{ ise :}$$

$$\cotg \delta_{o2} = \frac{Z_1}{Z_2 \cdot \sin \delta} + \cotg \delta \dots (1)$$

$$\delta > 90^\circ \text{ ise}$$

$$\cotg \delta_{o2} = \frac{Z_1}{Z_2 \cdot \sin(180-\delta)} - \cotg(180-\delta) \dots (3)$$

Eksenler arasındaki açı;

$$\delta = 90^\circ \text{ ise :}$$

$$\tg \delta_{o2} = \frac{Z_2}{Z_1} = i \dots (2)$$

İMALAT KONİSİ AÇISI δ_{p2}

Taksimat koni açısı δ_{o2} ve düzeltme açısı ω_k ile

$$\delta_{p2} = \delta_{o2} + \omega_k \quad (4)$$

formülü elde edilir.

Diş sayıları oranına göre; δ_{p2} imalat koni açısı ve düzeltme açısı ω_k değerleri Cetvel 1 de verilmiştir. Buna göre Taksimat koni açısı δ_{o2} ,

$$\delta_{o2} = \delta_{p2} - \omega_k \quad (4a)$$

şeklinde hesaplanır.

$\delta = 90^\circ$ ve $\delta \neq 90^\circ$ olan mekanizmalarda bütün diş sayıları oranı Cetvel 1 de gösterilmemiştir. Bu durumda taksimat koni açısı δ_{o2} ; formül (2), (1) veya (3) ile hesaplanmalıdır. Sonuçta tam veya yarım derece yaklaşımla δ_{p2} elde edilebilir. Düzeltme açısını belirleyen formülde

$$\omega_k = \delta_{p2} - \delta_{o2} \quad (4b)$$

şeklindedir.

İMALAT KONİSİ AÇISI δ_{p1}

$\delta \neq 90^\circ$ olan mekanizmada

pinyon için:

$$\delta_{p1} = \delta - \delta_{p2} \quad (5)$$

$\delta = 90^\circ$ olan mekanizmada

pinyon için:

$$\delta_{p1} = 90^\circ - \delta_{p2} \quad (6)$$

TAKSİMAT KONİSİ AÇISI δ_{o1}

Pinyonun imalat konisi açısı δ_{p1} 'in elde edilmesiyle hesaplanır

$$\delta_{o1} = \delta_{p1} + \omega_k \quad (7)$$

Plan çarkın boyutları, u ve Z_p Cetvel 1 den alınamıyorsa ($\delta = 90^\circ$ olan mekanizmalarda) kabaca sürgülü cetvelle hesaplanmalıdır.

DIŞ TAKSİMAT KONİSİ UZUNLUĞU R_a

$$R_a = \frac{d_{o2}}{2 \cdot \sin \delta_{p2}} = d_{o2} \cdot u \quad (8)$$

formülü ile hesaplanır. Burada u :

$$u = \frac{1}{2 \cdot \sin \delta_{p2}} \quad \text{dir.} \quad (9)$$

PLÂN ÇARKIN DIŞ SAYISI Z_p

$$Z_p = \frac{Z_2}{\sin \delta p_2} = 2 \cdot Z_2 \cdot u \quad (10)$$

formülü ile hesaplanır.

DIŞ GENİŞLİĞİ b

Genellikle konstrüktör tarafından seçilir. b genişliğinin basınç açısı α ya göre R_a ile ilgisi, ampirik olarak aşağıdaki gibidir.

- Hafif ve orta büyüklükteki güçlerde çalışan makina ve otomobil mekanizmaları için

Basınç açısı	Diş genişliği b	
$17\frac{1}{2}^\circ, 20^\circ$	$\frac{R_a}{3,5 \dots 5}$	(11)
- Ağır hizmetlerde çalışan makina ve otomobil mekanizmaları için ($i > 2,5$)

20°	$\frac{R_a}{3,5 \dots 5}$	(12)
------------	---------------------------	------
- Orta büyüklükteki güçlerde çalışan mekanizmalar için

20°	$\frac{R_a}{3,5}$	(13)
------------	-------------------	------
- Ağır hizmetlerde çalışan makineler, karayolu ve demiryolu vasıtaları için ($i < 2,5$)

$22\frac{1}{2}^\circ$	$\frac{R_a}{3,1 \dots 3,3}$	(14)
-----------------------	-----------------------------	------

Hafif büyüklükteki güçlerde çalışan mekanizmalarda, eğer Z_1 ve Z_2 diş sayıları yeterli profil kavrama oranına müsaade ediyorsa diş genişliği $b < R_a / 5$ alınabilir (Sayfa 46'ya bakınız)

NORMAL MODÜL m_n

b diş genişliğine bağlı olarak elde edilir

$$m_n = \frac{b}{7} \dots \frac{b}{10} \quad (15)$$

arasında olmalıdır

Sadece özel durumlarda bu sınır değerler büyüyebilir. Tavsiye edilen değerler;

- Yüzey sertleştirmesi yapılmış ve yüksek zorlanmalara maruz (Ağır hizmet mekanizmaları) dişliler için

$$m_n = \frac{b}{7} \dots \frac{b}{8} \quad (16)$$

• Islah edilmiş ve sertleştirilmemiş dişliler için

$$m_n = \frac{b}{8} \dots \frac{b}{10} \quad (17)$$

Elde edilen normal modül m_n yerine, m_n 'e en yakın olan değer cetveldен seçilebilir (Lütfen cetvel 3'e bakınız)

1	1,25 ⁺	1,5	1,75 ⁺	2	2,25 ⁺	2,5	2,75 ⁺
3	3,25 ⁺	3,5	3,75 ⁺	4	4,25 ⁺	4,5	-
5	-	5,5 ⁺	-	6	-	6,5 ⁺	-
7	-	7,5 ⁺	-	8	-	-	-

(+) olarak işaretlenen normal modüller kullanılmamalıdır. Eğer başka bir seçeneğiniz yoksa lütfen imalatçı firma ile temas kurunuz.

NORMAL TAKSİMAT DAİRESİ YARI ÇAPİ ρ

Şu şekilde hesaplanır

$$\rho = \frac{m_n \cdot Z_2}{2 \cdot \sin \delta_{p2}} = m_n \cdot Z_2 \cdot U \quad (18a)$$

veya

$$\rho = \frac{m_n \cdot Z_p}{2} \quad (18b)$$

İÇ TAKSİMAT KONİSİ UZUNLUĞU R_i

Şu formülden elde edilir

$$R_i = R_a - b \quad (19)$$

PLAN ÇARK DA AZDIRMA POZİZYONUNUN KONTROLÜ

Plan çark; normal taksimat dairesi yarı çapı ρ , normal modül m_n , koni uzunluğu R_a ve iç koni uzunluğu R_i ile tarif edilmektedir. Azdırma yı oluşturan taksimat konisi imalat doğrultusu, $\rho - m_n$ yarı çaplı daireye teğet olmalı ve tepesi A noktasıyla çakışmalıdır.

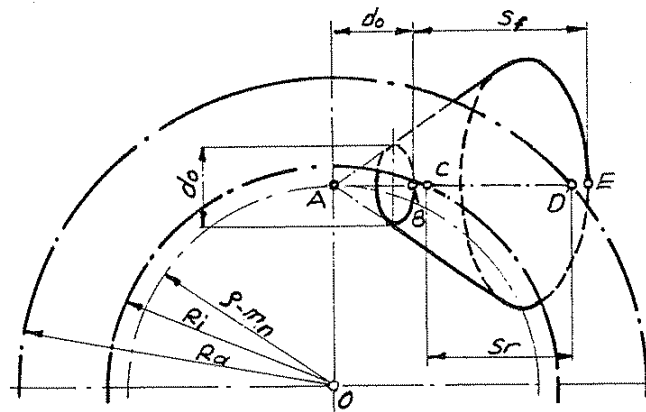
Azdırma koni açısının 60° olması halinde, azdırmanın herhangi bir taksimat dairesi çapı d , ait olduğu imalat doğrusuna eşittir.

Aşağıdaki şartların gerçekleşmesi halinde plan çark tasarımı

geçerlidir (Şekil-4).

1) R_i yarı çaplı daire, azdırmanın AE taksimat konisi imalat doğrusu ile S_f kesme boyunda kesişmelidir. Kesişme noktası C (R_i 'nin taksimat konisi imalat doğrultusunu kestiği nokta) A noktasından bakıldığında B noktasının arkasında olmalıdır. B noktası S_f kesme boyunun başladığı noktadır. Yalnız böyle bir durumla karşılaşıldığında azdırma, konik dişlinin iç çapından doğru kesme yapacaktır. C noktasının B ye yakın veya B noktasında olması en uygun durumdur. Bu şartla yapılan imalat ile, küçük helis açıları ve küçük boyuna kuvvetler elde edilebilecektir.

2) R_a yarı çaplı dairede, azdırmanın AE taksimat konisi imalat doğrusu ile S_f boyunda kesişmelidir. Kesişme noktası D (R_a 'nin taksimat konisi imalat doğrultusunu kestiği nokta) A noktasından bakıldığında E noktasının önünde olmalıdır. E noktası S_f kesme boyunun bittiği noktadır. Yalnız böyle bir durumla karşılaşıldığında, azdırma konik dişlinin dış çapından doğru kesme yapacaktır.



Şekil-4

İlgi durumuna göre Cetvel 4a veya 4b ile birlikte Cetvel 4'ün yardımlarıyla basit ve çabuk olarak kontrol yapılabilir. Cetvel 4 ;

$P-m_n$, R_i ve R_a yarı çaplı bir takım daire parçalarını göstermektedir. Cetvel 4a; şimdi kullanılmakta olan A, B, C serilerindeki azdırmaların taksimat konisi imalat doğrultularına ait diyagramları vermektedir ve Cetvel 4b halâ kullanılmakta olan eski a, b ve c serilerindeki azdırmalar için aynı bilgiyi vermektedir. 4a ve 4b cetvelinde aşağıdaki bilgiler bulunmaktadır:

a) d_0 = Azdırmanın en küçük taksimat dairesi çapı (Sayfa 7'ye bakınız).

b) S_f = Efektif kesme boyu

Cetvel 4a veya Cetvel 4b, Cetvel 4 üzerine öyle yerleştirilmelidir ki; Cetvel 4a veya 4b deki m_n yatay doğrusu Cetvel 4 deki $P-m_n$ değerlerini gösteren yatay doğru ile çakışsın. Aynı zamanda Cetvel 4a veya 4b deki m_n değerlerinin sağ tarafındaki düşey doğru ile Cetvel 4 deki $P-m_n$ değerlerinin sağ tarafındaki düşey doğruda çakışsın. Cetvel 4'e göre plân çarktaki azdırma pozisyonu şimdi kolayca işaretlenebilir. Cetvel 4 deki R_i ve R_a dairelerinin, Cetvel 4a veya 4b deki yatay m_n doğrusu (taksimat konisi imalat doğrusu) ile kesim noktaları bulunmalı ve istenen S_f kesme boyu ile efektif kesme boyu kontrol edilerek R_i , 1. şartta belirtildiği gibi verilmelidir.

Eğer kontrolde 1. şart yerine getirilmemişse mesela, S_f kesme boyu içindeki R_i dairesi taksimat konisi imalat doğrultusunu kesmiyorsa Z_1 veya Z_2 diş sayıları veya normal modül azaltılmalıdır. Eğer dişli konstrüksiyonu, taksimat dairesi çapının büyümesine müsaade ediyorsa bu da yapılabilir.

Eğer 2. şart olmuyorsa yani R_a dairesi S_f kesme boyunu içeren azdırmanın taksimat konisi imalat doğrultusunu kesmiyorsa

Z_1 ve Z_2 diş sayıları veya normal modül artırılmalıdır.

Mekanizmanın tespitinden sonra şimdiye kadar kabaca hesaplanan R_a , R_i , ρ ve Z_p değerleri artık doğru olarak hesaplanabilir. R_a , R_i ve ρ değerleri 0,01 mm ve Z_p değeride 0,0001 mm doğrulukla hesaplanmalıdır.

Şimdi gerekli olan diğer hesaplar yapılabilir.

ALIN MODÜLÜ m_s

$$m_s = \frac{d_{o2}}{Z_2} \quad (20)$$

formülü ile hesaplanır. Hesap 0,0001 mm. doğrulukta olmalıdır.

PİNYONUN TAKSİMAT DAİRESİ ÇAPI d_{o1}

$$d_{o1} = Z_1 \cdot m_s \quad (21)$$

formülü ile elde edilir. Hesap 0,01 mm. doğrulukta olmalıdır.

2) BASINÇ AÇISI α

Uygun bir basınç açısının seçimindeki amaç, dişli ve dişli oranı (çevrim oranı) içindir.

Genel makina imalatında, traktörlerde ve motorlu bisikletlerdeki dişlilerde $\alpha = 20^\circ$ kullanılır.

Çevrim oranı büyük olan otomobil sanayi mekanizmalarında ve genel makina imalatında büyük zorlanmalara maruz dişlilerde, $i < 2,5$ olmak üzere basınç açısı $22\frac{1}{2}^\circ$ seçilir.

3) PROFİL KAYDIRMA

Profil kaydırma yapılmış mekanizmalarda, kremayer dişlinin (Plân çarkın en dıştaki taksimat silindiri referans profili trapez olan kremayer) profil orta doğrusu karşılık dişlisinin taksimat dairesinden (taksimat konisinden) bir miktar uzaklaştırılmıştır.

Kremayer dişlinin profil orta doğrusunun taksimat dairesinden (taksimat konisinden) uzaklaşma miktarı, m_n normal modül ve

profil kaydırma faktörü x ile ifade edilir.

Kremayer dişlinin profil orta doğrusu, taksimat konisinden uzaklaştırılmış ise profil kaydırma pozitifdir (Vartı - dişlisi); eğer profil orta doğrusu taksimat konisinin içine sokulmuş ise profil kaydırma negatiftir (Veksi - dişlisi)

Eğer profil kaydırma yapılacaksa ve özellikle yüksek zorlanmalara maruz konik dişli mekanizmaları için ise, profil üzerinde dikkatli araştırma yapılmalıdır. Daha fazla bilgi için "Diş profili ile ilgili bölüme bakınız. (Sayfa 24)

"0" - KONİK MEKANİZMALARI

1) 0 - Dişlileri

0 - Dişlileri, profil kaydırma yapılmayan dişlilerdir dolayısıyla profil kaydırma faktörü $x=0$ dir

Bu gibi dişlilerde diş başı yükseklikleri:

$$h_{k1} = m_n \quad (22)$$

$$h_{k2} = m_n \quad (23)$$

formülleri ile hesaplanır.

2) V-0 - Dişlileri

Burada bir dişlinin pozitif profil kaydırması, karşı dişlinin negatif profil kaydırmasına eşittir. Pinyonda pozitif profil kaydırma yapılmıştır (Vartı - dişlisi). Böylece profil kaydırma faktörlerinin toplamı:

$$x_2 + x_1 = 0$$

Bu tip mekanizmalar özellikle büyük çevrim oranlarında çok kullanılır. Çünkü bu durum pinyon mukavemetini artırmaktadır.

Konik mekanizmayı oluşturan V-0 dişlilerinin diş başı yükseklikleri hesaplanırken aşağıdaki formüller kullanılır:

$$h_{k1} = (1 + x_1) \cdot m_n \quad (24)$$

$$hk_2 = 2 \cdot m_n - hk_1 \quad (25)$$

$(1+x_1)$ değeri çevrim oranına ve α basınç açısına göre Cetvel 2 den alınır. Cetvel 2 deki profil kaydırma faktörü x , pinyonda alttan kesilmeyi önlemek için kullanılır.

"V" - KONİK MEKANİZMALARI

V- Dişlilerinde, pinyon ve çarktaki profil kaydırma faktörleri eşit değildir. Dolayısıyla profil kaydırma faktörlerinin toplamı:

$$x_2 + x_1 \neq 0 \text{ dir.}$$

Profil kaydırma aynı veya aksi yönde olabilir. $V_{artı}$ - dişlileri ve V_{eksi} - dişlileri mevcut olup yalnız $V_{artı}$ - dişlileri önemlilik arzederler.

1) $V_{artı}$ - Dişlileri

$V_{artı}$ - mekanizması karşılıklı iki dişliden oluşur bu dişlilerin;

- Her ikisinde $V_{artı}$ - dişlisi
- Biri $V_{artı}$ - dişlisi, diğeri O - dişlisi
- Biri $V_{artı}$ - dişlisi, diğeri V_{eksi} - dişlisi

olabilir yalnız profil kaydırma faktörlerinin toplamı

$$x_2 + x_1 > 0 \text{ olmalıdır.}$$

$V_{artı}$ - dişlileri; küçük çevrim oranlarında, daha büyük efektif basınç açısı veya düzgün çalışma durumlarında kullanılır.

$V_{artı}$ - dişlilerinin diş başı yükseklikleri:

$$hk_1 = (1+x_1) \cdot m_n \quad (26)$$

$$hk_2 = (1+x_2) \cdot m_n \quad (27)$$

formülleri ile hesaplanır.

$V_{artı}$ - dişlilerinin, O - dişlileri ve V-O - dişlilerinden farkı dış boyutlardadır. O boyutlar (49) ve (52) formüllerine göre hesaplanır.

4) DIŞ PROFİLLERİ

I den IV 'e kadar diş profillerine sahip konik azdırmalar (kısaltılmış olarak gösterilişi $Z_f I$ v.s) imalatçı firma tarafından yapılmıştır. Birbirlerinden farkı, diş kalınlıkları ve diş başı geçiş yuvarlaklıklarıdır.

"0" Mekanizmasında (Profil kaydırma yapılmamış) imal edilen dişli ile azdırma için taksimat daireesi üzerindeki diş profilleri ;

Diş profili I ($Z_f I$): Pinyon ve disks şeklindeki çarkta (ayna dişlide) diş kalınlıkları eşittir.

Diş profili II ($Z_f II$): Pinyon da diş kalınlığı, $Z_f I$ de elde edilenden $0,05 \cdot m_n$ daha kalındır.

Diş profili III ($Z_f III$): Pinyonda diş kalınlığı, $Z_f I$ de elde edilenden $0,10 \cdot m_n$ daha kalındır.

Diş profili IV ($Z_f IV$): Pinyon da diş kalınlığı, $Z_f I$ de elde edilenden $0,15 \cdot m_n$ daha kalındır.

II, III, IV diş profilleri için azdırma diş kalınlıkları (taksimat daireeleri üzerinde) bu oranlar kadar $t/2 = m_n \cdot \pi/2$ den daha küçüktür (Pinyon azdırmaları); disks şeklindeki çarkın (ayna dişlinin) azdırmasının diş kalınlığı ise $t/2 = m_n \cdot \pi/2$ den büyük olmalıdır.

I ve III diş profilleri en çok kullanılanlardır.

Diş profili I ($Z_f I$): Basınç açısı α , 20° ve $22\frac{1}{2}^\circ$ ise;

Genel makina imalatında, mekanizmalarda ve otomobil endüstrisinde yalnız yük kamyonları ile konik dişlilerin çevrim oranı 2,5...3 den küçük olan mekanizmalarda kullanılır.

Seri I 'in azdırmaları pinyon ve disks şeklindeki çarkın (ayna dişlinin) imalatında kullanılır.

Diş profili III ($Z_f III$): Basınç açısı $17\frac{1}{2}^\circ$ ise ;

Otomobil endüstrisi: 1) Binek otomobillerinde

2) Yük kamyonlarında, eğer konik dişlilerin çevrim oranı 2,5... 3 den büyük ise kullanılır.

Diş profili III olan dişlilerde pinyonun dişi, ayna dişlisinin dişinin kalınlığını azaltarak, kalınlaştırılır. Amaç, az sayıdaki pinyon dişleri üzerinde, daha büyük kuvvetleri karşılayabilmek içindir.

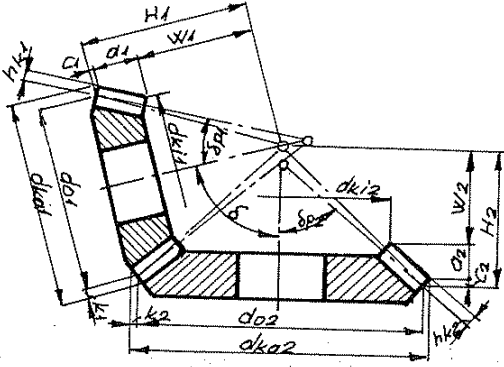
Diş profili III ($Z_f III$) için pinyon azdırmaları sağa dönüşlü spiral dir ve genellikle otomobil sanayiinde kullanılır. Eğer azdırmanın sola dönüşlü spiral olması istenirse, siparişte özellikle belirtilmelidir. Normalde azdırmalar stokta bulundurulmamaktadır.

Diş profilleri I ($Z_f I$) ve III ($Z_f III$)'ün yanı sıra diş profilleri II ($Z_f II$) ve IV ($Z_f IV$) özel durumlarda hatta ayna dişli ve pinyonda ki değişken kuvvetlerin daha iyi karşılanması istenildiğinde kullanılabilir. (diş profil faktörü Y -Lewis formülü). Bu özel azdırmaları kullanmadan önce lütfen imalatçı firma ile bağlantı kurup tavsiyelerini alınız.

5) GEOMETRİK BOYUTLARIN HESAPLANMASI

Konik dişlilerin eksenler arasındaki açı dar veya geniş ise :

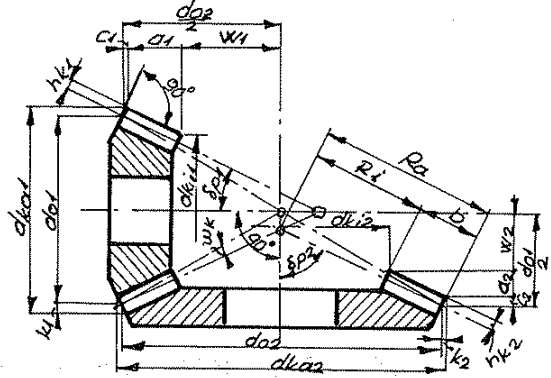
$$\delta \neq 90^\circ$$



Şekil-5

Konik dişlilerin eksenler arasındaki açı dik ise :

$$\delta = 90^\circ$$



Şekil-6

a) O- Dişlileri ve V-O- Dişlileri

$$a_1 = b \cdot \cos \delta p_1 \quad (28)$$

$$k_1 = h_{k1} \cdot \cos \delta p_1 \quad (29)$$

$$c_2 = h_{k2} \cdot \sin \delta p_2 \quad (30)$$

$$c_2 = h_{k2} \cdot \cos \delta p_1 \quad (31)$$

$$a_2 = b \cdot \cos \delta p_2 \quad (32)$$

$$a_2 = b \cdot \sin \delta p_1 \quad (33)$$

$$k_2 = h_{k2} \cdot \cos \delta p_2 \quad (34)$$

$$k_2 = h_{k2} \cdot \sin \delta p_1 \quad (35)$$

$$c_1 = h_{k1} \cdot \sin \delta p_1 \quad (36)$$

$$d_{ka1} = d_{o1} + 2k_1 \quad (37)$$

$$d_{ki1} = d_{ka1} - 2b \cdot \sin \delta p_1 \quad (38)$$

$$d_{ki1} = d_{ka1} - 2a_2 \quad (39)$$

$$d_{ka2} = d_{o2} + 2k_2 \quad (40)$$

$$d_{ki2} = d_{ka2} - 2b \cdot \sin \delta p_2 \quad (41)$$

$$d_{ki2} = d_{ka2} - 2a_1 \quad (42)$$

$$H_1 = \frac{d_{o1}}{2} \cot \delta p_1 \quad (43)$$

$$H_2 = \frac{d_{o2}}{2} \cot \delta p_2 \quad (44)$$

$$W_1 = H_1 - (c_1 + a_1) \quad (45)$$

$$W_1 = \frac{d_{o2}}{2} - (c_1 + a_1) \quad (46)$$

$$W_2 = H_2 - (c_2 + a_2) \quad (47)$$

$$W_2 = \frac{d_{o1}}{2} - (c_2 + a_2) \quad (48)$$

b) Vartı - Dişlileri

Dönüşüm bağıntılarının hesabı (28) - (44) formülleri ile yapılır. Montaj boyutlarındaki farklılık W_1 ve W_2 aşağıdaki formüllerle hesaplanarak bulunur.

$$W_1 = H_1 - (c_1 + a_1) + (x_1 + x_2) \cdot m_n \cdot \sin \delta_{p1} \quad (49) \quad \left| \quad W_1 = \frac{d_{o2}}{2} - (c_1 + a_1) + (x_1 + x_2) \cdot m_n \cdot \sin \delta_{p1} \quad (50) \right.$$

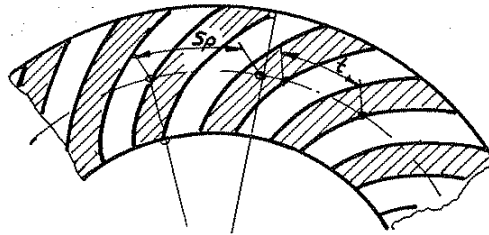
$$W_2 = H_2 - (c_2 + a_2) + (x_1 + x_2) \cdot m_n \cdot \sin \delta_{p2} \quad (51) \quad \left| \quad W_2 = \frac{d_{o1}}{2} - (c_2 + a_2) + (x_1 + x_2) \cdot m_n \cdot \cos \delta_{p1} \quad (52) \right.$$

c) KAVRAMA ORANI (KAVRAMA DEVAMI VEYA KAVRAMA SÜRESİ)

Spiral konik dişli çark mekanizmalarında kavrama oranı; adım kavrama oranı E_s ve profil kavrama oranı E_p ile elde edilir. Genel kaidede olarak adım kavrama oranı $E_s > 1,5$ ve profil kavrama oranı $E_p > 1$ dir. Yapılan deneylerde ortaya çıkan en iyi sonuç; diş sayısı az olan pinyonlarda E_s ve E_p toplamının 2,5 dan küçük olmaması, E_p profil kavrama oranınınında mümkün olduğu kadar büyük olması şeklindedir.

1) ADIM KAVRAMA ORANI E_s

Adım kavrama oranı E_s , ortalama taksimat konisi üzerinde alınır ve S_p nin alın adımı t ye oranıdır (Şekil 7)



Şekil-7

$$E_s = \frac{S_p}{t} = E_s' - E_s'' \quad (53)$$

E_s' cetvel 5a 'dan E_s'' de cetvel 5b 'den elde edilebilir.

2) PROFİL KAVRAMA ORANI E_p

Profil kavrama oranı E_p , kavrama boyunun alın taksimatına oranıdır (ortalama taksimat konisinde) ve aşağıdaki formül ile hesaplanır;

$$\epsilon_p = \epsilon_p' \cdot e \quad (54)$$

$$e = \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha \cdot \cos^2 \beta_m \quad (55)$$

$$\cos \beta_m = \frac{p}{R_a - 0.15 \cdot b} \quad (56)$$

e için cetvel 5c'ye bakınız. ϵ_p' değeride cetvel 6 dan alınır.

Profil kaydırma faktörü X , pinyonun eş değer diş sayısı Z_{N1} ve basıncı açısı α ya bağlıdır.

Eşdeğer diş sayısını veren formül;

$$Z_{N1} = \frac{Z_1}{\cos^3 \beta_m \cdot \cos \delta_{01}} \quad (57)$$

Eğer diş başı yüksekliği $h_{k1} = m_n$ (Formül 22) ise, profil kaydırma faktörü X diş çapta sıfırdır. Fakat düzeltme açısı ω_k ya bağlı olarak diş genişliği ortasında

$$X_m = \frac{h_{wkm}}{m_n} \quad (58)$$

$$h_{wkm} = \text{tg } \omega_k \cdot \frac{b}{2} \quad (59)$$

Eğer diş başı yüksekliği $h_{k1} \neq m_n$ ise diş genişliği ortasındaki profil kaydırma faktörü,

$$X_m = \frac{h_{k1} + h_{wkm} - m_n}{m_n} \quad (60)$$

D) DIŞ KUVVETLERİN HESAPLANMASI

1) ÇEVRE KUVVETİ P_{UM} 'İN GÜÇ VEYA DÖNDÜRME

MOMENTİNDEN ELDE EDİLMESİ

Çevre kuvveti P_{UM} , motorun döndürme momenti M_t ve pinyonun taksimat konisi ortalama çapı d_{m1} ise;

$$M_t = \frac{716 \cdot N}{n_1} \quad (\text{kp.m}) \quad (61)$$

N - İletilen güç (B.G)

n_1 - Pinyonun devir sayısı (d/dak)

içten yanmalı motorlarda döndürme momenti hesabı yapılırken motorun max. döndürme momenti (ait olduğu devirde) ile vites de-

giştirme mekanizmasının çevrim oranı çarpılır

Çevre kuvveti $P_{\mu M}$

$$P_{\mu M} = \frac{M_t \cdot 2000}{d_{m1}} \tag{62}$$

$$d_{m1} = d_{o1} - b \cdot \sin \delta_{p1} \tag{63}$$

2) SÜRTÜNME MOMENTİNDEN ELDE EDİLEN

ÇEVRE KUVVETİ $P_{\mu R}$

Taşıtlarda her zaman, meydana gelen pinyon çevre kuvveti $P_{\mu R}$ sürtünme momentinden elde edilmelidir.

Sürtünme momentinin elde edilme formülü;

$$M_{\mu R} = \mu \cdot Q_H \cdot \frac{Z_1}{Z_2 \cdot i_{st}} \cdot r_w \text{ dir.} \tag{64}$$

μ - Sürtünme katsayısı

a) Motorsikletlerde, otomobillerde ; $\mu = 0,6$

b) Kamyonlarda, traktörlerde ; $\mu = 0,8$

c) Paletli taşıtlarda ; $\mu = 1,0$

d) Demiryolu taşıtlarında } ; $\mu = \frac{7,5}{v_h + 44} + 0,16$
(KNIFFLER - CURTIUS'a göre)

v_h - Vasıtanın hareket hızı [km/saat]

Q_H - Yürütücü aks (tahrik aksı) üzerindeki yük ağırlığı, [kp]

$Z_{1,2}$ - Konik dişli çarkların diş sayıları

i_{st} - Konik dişli çarklar ve tekerlek arasındaki alın dişli çarkların çevrim oranı

r_w - Hakiki tekerlek yarı çapı veya zincir dişli çarkı yarı çapı [m].

3) EKSENEL KUVVETİN (P_a) HESAPLANMASI

Döndüren dişli çarktaki aksenal kuvvet P_{a1} ve döndürülen dişli çarktaki aksenal kuvvet P_{a2} ; taksimat konisi açıları δ_{o1} ve δ_{o2} ile kavrama açısı α ve β_r helis açısına bağlıdır. δ_o ve δ_p açıları arasında

ki küçük fark göz önüne alınırsa hesaplamalarda δ_{01} ve δ_{02} yerine δ_{p1} ve δ_{p2} alınabilir.

Eksenel ve radyal kuvvetin hesaplamasında β_r helis açısı gereklidir ve aşağıdaki formülle hesaplanır.

$$\cos \beta_r = \frac{p}{R_a - 0,6 \cdot b} \quad (65)$$

Eksenel kuvvet;

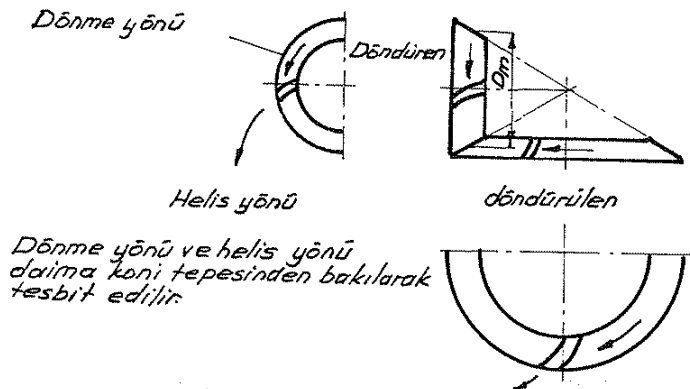
Pinyon için:

$$P_{a1} = P_u \cdot \left(\operatorname{tg} \alpha \cdot \frac{\sin \delta_{p1}}{\cos \beta_r} \pm \operatorname{tg} \beta_r \cdot \cos \delta_{p1} \right) \quad (66)$$

Çark için :

$$P_{a2} = P_u \cdot \left(\operatorname{tg} \alpha \cdot \frac{\sin \delta_{p2}}{\cos \beta_r} \mp \operatorname{tg} \beta_r \cdot \cos \delta_{p2} \right) \quad (67)$$

Bu formüller, eksenler arası açısı δ olan bütün dişli çarklarda kullanılır.



Şekil-8

Eğer dönme yönü ile helis yönü aynı yönde iseler (Şekil-8 deki gibi);

- Döndüren dişli çark için formül (66) da (+) işareti,
- Döndürülen dişli çark için formül (67) de (-) işareti kullanılır.

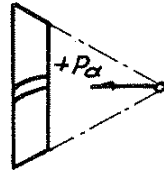
Eğer dönme yönü ile helis yönü aksi yönde iseler;

- Döndüren dişli çark için formül (66) da (-) işareti,
- Döndürülen dişli çark için formül (67) de (+) işareti kullanılır.

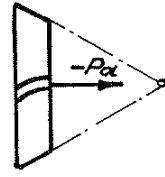
Hesaplamalar sonucu (+) çıkarsa, eksenel kuvvetin yönü koni tepesinden uzaklaşacak yöndedir (Şekil-9 a

Hesaplamalar sonucu (-) çıkarsa, eksenel kuvvetin yönü koni te-

pesine doğru olacaktır. (Şekil-9b)



Şekil-9a



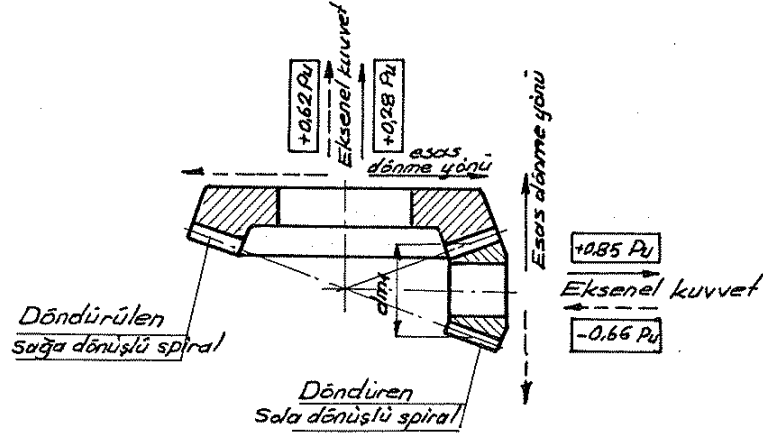
Şekil-9b

Genel kaide olarak, pinyonun helis yönü ile esas dönme yönünü ni tepesinden bakıldığında aynı olmalıdır. Bu şekilde düzenlenen mekanizmada ayna dişlisindeki eğilme kuvveti oldukça küçüktür. İki yönlü (her iki dönme yönünde) çalışan mekanizmalarda sola dönük spiralli pinyon seçilmesi tavsiye edilir.

Eksenel kuvvetin değerleri Cetvel 7 ve 8 den elde edilebilir.

EKSENEL KUVVET ŞEMASI

(Eksenel kuvvetin çevre kuvveti ile olan ilişkisi)



Şekil-10

4) RADYAL KUVVETİN (Pr) HESAPLANMASI

Eksenler arasındaki açı $\delta = 90^\circ$ olan mekanizmalarda radyal kuvvetler eksenel kuvvetlere eşittir şöyle ki;

$$Pr_1 = Pa_2 \quad (68)$$

$$Pr_2 = Pa_1 \quad (69)$$

Eksenler arasındaki açı $\delta \geq 90^\circ$ ise aşağıdaki formüller kullanılır

Pinyon için:

$$Pr_1 = Pu \cdot \left(\text{tg} \alpha \cdot \frac{\text{Cos } \delta p_1}{\text{Cos } \beta r} \mp \text{tg} \beta r \cdot \text{Sin } \delta p_1 \right) \quad (70)$$

Çark için:

$$Pr_2 = Pu \cdot \left(\text{tg} \alpha \cdot \frac{\text{Cos } \delta p_2}{\text{Cos } \beta r} \pm \text{tg} \beta r \cdot \text{Sin } \delta p_2 \right) \quad (71)$$

Eğer dönme yönü ile helis yönü aynı yönde iseler;

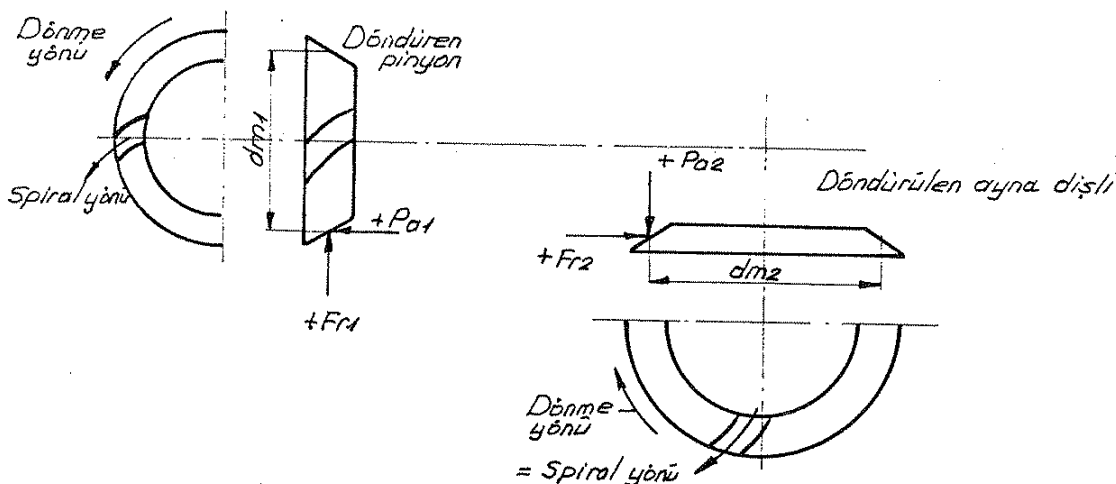
- Döndüren dişli çark için formül (70) de (-) işareti,
- Döndürülen dişli çark için formül (71) de (+) işareti konulur.

Eğer dönme yönü ile helis yönü aksi yönde iseler;

- Döndüren dişli çark için formül (70) de (+) işareti,
- Döndürülen dişli çark için formül (71) de (-) işareti konulur.

Hesaplamalar sonucu (+) çıkarsa, radyal kuvvetin yönü eksene doğrudur. (Şekil-9)

Hesaplamalar sonucu (-) çıkarsa, radyal kuvvetin yönü eksenden uzaklaşacak yöndedir (Şekil-9)



Şekil-9 Konik dişli çark çiftinde; eksenel kuvvetler ve Radyal kuvvetler.

D) DIŞIN MUKAVEMETİ (TAŞIMA KABİLİYETİ)

Konik dişlilerin boyutlarını tesbit ederken diş mukavemeti kontrol edilmeli ve tam yükteki çalışmada emniyet sağlanmalıdır.

Sertleştirilmiş dişlilerde diş tabanı mukavemeti önemli olduğundan, dişin taban mukavemeti hesaplanarak müsaade edilen emniyet limitleri dahilinde güç iletimi yapılmalıdır. Taban mukavemeti formüllerinde diğer faktörlerinde dişin mukavemetini etkileyeceği unutulmamalıdır. Mesela; yağlama metodu ve yağın cinsi, dişlilerin monte edildiği mil rijit de olsa dişin yayılma özelliği, diş yüzeylerinin işlenme durumu ve diş yüzeyleri arasındaki kayma durumları dişlilerin performansı ve mukavemeti üzerinde etkin rol oynarlar.

Dişin kırılma yükünün hesaplamasında Lewis formülü kullanılır.

$$P_{bB} = \sigma_B \cdot \frac{6}{6+\nu} \cdot m_n \cdot \pi \cdot b \cdot y \quad [kp] \quad (72)$$

Yüksek hızlarda çalışan (10 m/sn.'in üzerinde) konik dişlilerde tasarım ve imalat çok dikkatli yapılmalıdır. Mekanizmanın dinamik yük kapasitesi hesaplanırken $\frac{6}{6+\nu}$ yerine $\frac{10}{10+\nu}$ değeri kullanılır yani;

$$\nu < 10 \text{ m/sn için } f_\nu = \frac{6}{6+\nu}$$

$$\nu > 10 \text{ m/sn " } f_\nu = \frac{10}{10+\nu}$$

faktörleri kullanılır.

σ_B - Statik kopma mukavemeti [kp/cm^2]

16 Mn Cr5, ECN 35 için statik kopma mukavemeti 12000 kp/cm^2 dir. Statik kopma mukavemeti ve Brinell sertliği diğer çelik malzemelerde farklıdır.

f_ν - Hız faktörü

ν - Çevre hızı (Ortalama taksimat dairesi çapında)

$$\nu = \frac{d m_n \cdot \pi \cdot n_1}{60000} \quad [m/sn] \quad (73)$$

m_n - Normal modül [cm]

b - Diş genişliği [cm]

y - Diş profil faktörü (Eşdeğer diş sayısı Z_n (Formül 57), basıncı açısı α , azdırmanın diş başı geçiş yuvarlaklığı r , profil

kaydırma faktörü x_m (formül 60) ve diş profiline bağlı olarak cetvel 13 ve 14 de y değerleri verilmiştir).

Diş başı geçiş yuvarlaklığı büyük olan azdırmalar kullanıldığında ($r = 0,31 \cdot m_n$ den $0,38 \cdot m_n$ ' e kadar) profil kaydırma yapılmamış dişliler için y değerleri aşağıdaki cetveldен seçilir:

PROFIL KAYDIRMA YAPILMAMIŞ DIŞLİLER İÇİN

y - DEĞERLERİ

(Azdırmada diş başı geçiş yuvarlaklığı $r = 0,31 \cdot m_n$ den $0,38 \cdot m_n$ ' e kadar)

Z_n	$\alpha = 17 \frac{1}{2}^\circ$ Diş profili III	$\alpha = 20^\circ$ Diş profili I	$\alpha = 22 \frac{1}{2}^\circ$ Diş profili I
10	0,068	0,068	0,071
11	0,074	0,074	0,078
12	0,079	0,078	0,082
13	0,082	0,082	0,087
14	0,086	0,086	0,091
15	0,090	0,090	0,095
16	0,093	0,093	0,098
18	0,098	0,098	0,104
20	0,103	0,102	0,109
22	0,107	0,106	0,113
24	0,110	0,109	0,117
26	0,113	0,112	0,120
30	0,118	0,117	0,125
35	0,122	0,121	0,130
40	0,126	0,125	0,133

Profil kaydırma yapılmış dişlilerde, azdırmanın diş başı geçiş yuvarlaklığı $r = 0,31 \cdot m_n$ den $0,38 \cdot m_n$ ' e kadar olmak üzere y - değerleri cetvel 13 ve 14 de verilmiştir.

r değeri daha küçük olan azdırmalar kullanıldığında y değerleri profil çizimlerinden elde edilmelidir « Grafik metot ile diş profillerinin incelenme kaideleri » ne bakınız.

Kırılma emniyeti

$$S_b = \frac{P_{bB}}{P_u} \tag{74}$$

Genel makina imalatında ve taşıt mekanizmalarında P_u değeri formül (62) den elde edilir. Taşıt mekanizmalarında sürtünme momentinden be-

saplanacak olan P_{UR} değeri de (formül 64) aynı zamanda düşünülmalıdır. Ampirik emniyet değerleri her zaman yüksek emniyet değerleri ile mukayese edilmelidir.

Emniyet değerleri aşağıdaki değerlerin altında olmamalıdır.

Kardan milli hafif kamyonlarda 1. Vites için	1,1 ... 1,3
Kardan milsiz blok mekanizmalarda 1. Vites için	1,6 ... 1,8
Zirai traktörlerde 1. veya 2. Vites için	2,5 ... 4
Paletli taşıtlarda 1. Vites için	3 ... 4
Sabit mekanizmalar için	3 ... 5

E) GRAFİK METOT İLE DİŞ PROFİLLERİNİN

İNCELENME YÖNTEMLERİ

KN 3024 tipi azdırmalarla imal edilen konik dişlilerin (1953 den önce imalatçı firma tarafından teslimi yapılan) en fazla kullanılan azdırmalarının diş profil faktörü y , cetvel 13 ve 14 den alınır. Diş profil faktörü y , Z_n ve profil kaydırma faktörü x 'e bağlıdır. Bu şekillerde sivri tepe ve alttan kesme sınırlarında verilmiştir.

Cetvel 15 ve 16 bize, diş tabanı kalınlık faktörü $f = \frac{S_f}{m_n}$ değerlerini verirken bu faktörde, Z_n ve x 'e bağlıdır.

Bu metot, pinyon ve çarkta profil kaydırma yapılmış dişin şekli çizilmeksizin çabuk ve kolay olarak diş tabanı kalınlıklarının mukayesesini sağlar. İlaveten bu şekiller aynı zamanda alttan kesme sınırı ile sivri tepe sınırını ve diş başında diş kalınlığının $0,1 \cdot m_n$, $0,2 \cdot m_n$ ve $0,3 \cdot m_n$ değerlerini de göstermek için çizilmiştir. Diş başı kısmının sertleşmesini engellemek için diş başında diş kalınlığı $0,4 \cdot m_n$ den küçük olmamalıdır.

Buna rağmen, eğer KN 3024 azdırmaları dışında azdırmalar

kullanılacaksa pinyon ve çarkta diş profilinin grafik metotta incelenmesini eğer konik dişliler ağır hizmet işlerinde kullanılacaksa ve eğer çevrim oranında oldukça büyükse, tavsiye ederiz. Bu türlü bir çizimde diş tabanı kalınlığı S_f 'i görebilir böylece diş profil faktörü y 'yi elde edebiliriz.

Değişik tarzda dizayn edilmiş fakat diş boyutları aynı ise ve aynı iş için karşılaştırılan kopma mukavemetine sahip dişlilerde diş profillerinin incelenmesinde grafik metodu öneririz.

İnceleme, normal kesitte ve dişin ortasında örneğin, $R = R_a - 0,5 \cdot b$ kadar plan çark merkezinden uzakta, kavrama kontrolü ile mukavemet hesaplarını yapabilecek şekilde sürdürülmelidir.

Eğer alttan kesme ve sivri tepe kontrolü gerekiyorsa, pinyonun incelenmesi normal kesitte ve plan çark merkezinden $R = R_a - b$ kadar mesafede yapılmalıdır.

Pinyonda alttan kesmenin incelenmesinin gerekliliği yalnız büyük çevrim oranlı mekanizmalarda aynı dişlinin bir kremayer görevi yapmasından dolayıdır.

R 'nin tam değeri formüle uygulandığında aşağıdaki formüller, dişin ortasından geçen normal kesitte ve küçük çaplı pinyonun normal kesitlerinde kullanılır.

Bahsedilen noktadaki helis açısı

$$\beta = \varphi - \psi \tag{75}$$

$$\cos \varphi = \frac{p - m_n}{R} \tag{76}$$

$$\operatorname{tg} \psi = \frac{m_n}{R \cdot \sin \varphi} \tag{77}$$

Eşdeğer diş sayısı Z_{n1} , (57) formülüne göre şu şekilde hesaplanır:

$$Z_{n1} = \frac{Z_1}{\cos^3 \beta \cdot \cos \delta_{o1}}$$

Bu formülde, görüldüğü gibi düzeltilmemiş taksimat koni açısı δ_{01} 'in cosinüsü kullanılır.

Ayrıca:

- Normal kesitte, taksimat dairesi çapı d_{0n1}

$$d_{0n1} = Z_{n1} \cdot m_n \quad (78)$$

- Normal kesitte, temel dairesi çapı d_{gn1}

$$d_{gn1} = d_{0n1} \cdot \cos \alpha \quad (79)$$

- Düzeltme açısına bağlı olarak profil kaydırma (W_k Cetvel 1'e göre)

$$h_{wk} = \operatorname{tg} W_k \cdot (R\alpha - R) \quad (80)$$

- Normal kesitte, diş başı dairesi çapı d_{kn1} (h_{k1} , (22) veya (26) formüllerinden birine göre)

$$d_{kn1} = d_{0n1} + 2(h_{k1} + h_{wk}) \quad (81)$$

- Normal kesitte, taban dairesi çapı d_{fn1}

$$d_{fn1} = d_{kn1} - 4,6 \cdot m_n \quad (82)$$

- Profil kaydırma faktörü x

$$x = \frac{h_{k1} + h_{wk} - m_n}{m_n} \quad (83)$$

- Normal kesitte, taksimat dairesi üzerindeki normal diş kalınlığı

\hat{S}_n

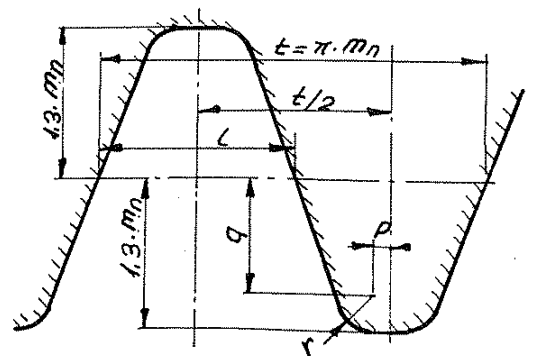
$$\hat{S}_n = l + 2 \cdot x \cdot m_n \cdot \operatorname{tg} \alpha \quad (84)$$

(84) formülündeki l değeri aşağıdaki cetvelden alınabilir.

$m_n = 1$ için değerler

α	$17\frac{1}{2}^\circ$ Zf III		Zf I	
	Pinyon	Çark	20°	$22\frac{1}{2}^\circ$
l	$\frac{\pi}{2} + 0,1$	$\frac{\pi}{2} - 0,1$	$\frac{\pi}{2}$	$\frac{\pi}{2}$
p	0,075	0,125	0,05	0,05
q	0,942	0,942	0,91	0,985
r	0,35	0,35	0,38	0,31

Bütün değerler m_n ile çarpılmalıdır



Cetvel, diş profili grafiğinin elde edilmesi için gerekli olan kremayer dişlinin boyutlarını verir. Bu cetvelde Z_f , diş profili I veya III için azdırma tipini belirtir.

Diş profilleri şimdi sınıflandırılabilir. Diş başı ve temel daireleri d_{k1} ve d_{g1} arasındaki involüt eğrileri bilinen yollarla uç noktalardan geçen normal diş kalınlığının \widehat{S}_n , taksimat dairesinde (dönü) noktalanmasıyla oluşturulur.

Diş tabanı geçiş yuvarlaklığının şekillendirilebilmesi için diş simetri ekseni öncelikle çizilmelidir. Daha sonra diş simetri ekseninin taksimat dairesini kestiği noktadan taksimat dairesine bir teğet çizilir ve çizilen teğetten $x \cdot m_n$ mesafede, teğete bir paralel doğru daha çizilir. Bu doğru üzerinde $\frac{t}{2} = \frac{m_n \cdot \pi}{2}$ noktası işaretlenerek bu noktadan cetveldeki P ve Q değerleri ile freze dişinin (esas kremayer dişinin) diş başı geçiş yuvarlaklığının r yarıçaplı merkezi bulunur. Bu orta nokta yuvarlanma hareketinde involüt halkasını (ilmiğini) tarif eder. Esas kremayerin diş başı geçiş yuvarlaklığı yarıçapıyla eşit uzaklıktaki involüt halkası artık çizilebilir bu da bize diş tabanı geçiş yuvarlaklığını verir. Eğer bu eğri, diş yüzeyi eğrisi olan involütü keser ise diş alttan kesilmiş olur.

Diş simetri ekseni ile 30° lik açılar yaparak, diş tabanı geçiş yuvarlıklarına teğetler çizilirse teğetlerin temas ettiği iki nokta arasındaki mesafeye diş tabanı kalınlığı S_f denir.

Daha sonra dişe etki eden kuvvetin tesir doğrultusu çizilmelidir, mesela kuvvetin diş başına (A noktasına) etkisi halinde A noktasından temel dairesine bir teğet çizilir. Teğetin, diş simetri eksenini kestiği noktanın S_f doğrusuna olan h mesafesi dişin eğilme kuvvet koludur.

Eğer S_f ve h çizimden elde edilebilirse - şeklin çizildiği ölçek göz önüne alınarak - dış profil faktörü y aşağıdaki formüle göre hesaplanır:

$$y = \frac{S_f^2}{6 \cdot t \cdot h} \tag{85}$$

Profil kavrama oranının elde edilebilmesi için, kuvvetin tesir doğrultusu ile taksimat dairesinin (Normal kesitte) kesiştiği noktadaki taksimat dairesinin normali üzerinde $m_n (t-x)$ mesafesi işaretlenir (esas kremayerin dış başı doğrusu). Bu noktadan normale çizilen dik, kuvvetin tesir doğrultusunu I noktasında keser. $\bar{AI} = E_n$ normal kesitte kavrama boyudur. Kavrama boyu E_n ve taksimat (adım) t_n arasındaki oran normal kesitte profil kavrama oranının ara değeri E_p' dir. Taksimatın (adımın) hesaplanması için aşağıdaki formül kullanılır:

$$t_n = m_n \cdot \pi \cdot \cos \alpha \tag{86}$$

Profil kavrama oranı E_p değeride formül (54) ile elde edilir:

$$E_p = E_p' \cdot e$$

e - Hesaplama faktörü (Cetvel 5c)

F) PALLOID - KONİK DİŞLİLERDE HESAPLAMA

ÖRNEĞİ

Bir takım tezgahında çalışan konik dişli çiftinde aşağıdaki değerler verilmekte olup yük taşıma kabiliyetinin hesabı istenmektedir.

- Eksenler arası açı $\delta = 90^\circ$
- Pinyonun devir sayısı $n_1 = 1000 \text{ d/d.}$
- İletilecek güç $N = 15 \text{ HP}$
- Çevrim oranı $i = 4$ (Tam doğrulukta elde edilmektedir)
- Çarkın taksimat dairesi çapı $d_{o2} = 180 \text{ mm.}$
- Diş genişliği $b = 24 \text{ mm.}$

I- PLAN ÇARK BÜYÜKLÜKLERİNİN BAŞLANGIÇ DEĞERLERİNİN HESAPLANMASI

- Diş sayıları

$Z_1 = 10$ Kabul (Z_1 diş sayısı otomobil sanayi mekanizmalarının dışında 8 den küçük olmamalıdır).

$$i = \frac{Z_2}{Z_1} \quad (\text{Formül 2})$$

$$4 = \frac{Z_2}{10}$$

$$\| Z_2 = 40$$

- μ faktörü

$$\left. \begin{array}{l} Z_1 = 10 \\ Z_2 = 40 \end{array} \right\} \text{ için}$$

$$\| \mu = 0,51 \quad (\text{Cetvel 1})$$

- Diş taksimat konisi uzunluğu

$$R_a = d_{o2} \cdot \mu \quad (\text{Formül 8})$$

$$R_a = 180 \cdot 0,51$$

$$\| R_a = 92 \text{ mm.}$$

- Diş genişliği

$$b \cong \frac{R_a}{3,5 \cdot 5} \quad (\text{Formül 11})$$

$$b = \frac{92}{3,5 \cdot 5} = 19 \dots 26$$

$$\| \underline{b = 24 \text{ mm.}} \quad (\text{Konstrüktöre göre})$$

- Normal modül

$$m_n \cong \frac{b}{7 \cdot 8} \quad (\text{Formül 16})$$

$$m_n = \frac{24}{7 \cdot 8} = 3 \dots 3,4 \text{ mm}$$

$$\| \underline{m_n = 3 \text{ mm}} \quad (\text{Kabul})$$

- Normal - Taksimat daireesi yarıçapı

$$f = m_n \cdot Z_2 \cdot u \quad (\text{Formül 18a})$$

$$f = 3 \cdot 40 \cdot 0,51$$

$$\| \underline{f = 61,5 \text{ mm}}$$

- İç taksimat konisi uzunluğu

$$R_i = R_a - b \quad (\text{Formül 19})$$

$$R_i = 92 - 24$$

$$\| \underline{R_i = 68 \text{ mm}}$$

II - PLAN ÇARK'A GÖRE AZDIRMA POZİSYONUNUN KONTROLÜ

Hesaplanan R_a , R_i , f ve m_n değerleri $m_n = 3$ azdirmasının kullanım ihtiyaçlarını karşılar. Standart B, 3-39-48-20°-I için karar verilmiştir çünkü S_r kesme boyu S_f kesme boyunun içindedir ve R_i değeri uygun olarak yerleştirilir.

III - PLAN ÇARK BÜYÜKLÜKLERİNİN KESİN DEĞERLERİNİN

HESAPLANMASI

- İmalat konisi açıları

Çark için,

$$\| \underline{\delta_{p2} = 77^\circ 30'} \quad (\text{Cetvel 1})$$

Pinyon için,

$$\delta_{p1} = 90^\circ - \delta_{p2} \quad (\text{Formül 16})$$

$$\delta p_1 = 90^\circ - 77^\circ 30'$$

$$\|\delta p_1 = 12^\circ 30'\|$$

- U Faktörü

$$\|U = 0,512138 \text{ (Cetvel 1)}\|$$

veya hesapla

$$U = \frac{1}{2 \cdot \sin \delta p_2} \text{ (Formül 9)}$$

$$U = \frac{1}{2 \cdot \sin 77^\circ 30'}$$

$$\|U = 0,51214\|$$

- Diş taksimat konisi uzunluğu

$$R_\alpha = d_{o2} \cdot U \text{ (Formül 8)}$$

$$R_\alpha = 180 \cdot 0,512138$$

$$\|R_\alpha = 92,18 \text{ mm.}\|$$

- Plân çarkın diş sayısı

$$\|Z_p = 40,9710 \text{ (Cetvel 1)}\|$$

veya hesapla

$$Z_p = 2 \cdot Z_2 \cdot U \text{ (Formül 10)}$$

$$Z_p = 2 \cdot 40 \cdot 0,512138$$

$$\|Z_p = 40,9710\|$$

- Normal modül

$$m_n = \frac{b}{7 \dots 8} \text{ (Formül 16)}$$

$$m_n = \frac{24}{7 \dots 8} = 3 \dots 3,4 \text{ mm}$$

$$\|m_n = 3 \text{ mm.}\|$$

- Normal taksimat dairesi yarı çapı

$$\rho = m_n \cdot Z_2 \cdot U \text{ (Formül 18 a)}$$

$$\rho = 3 \cdot 40 \cdot 0,512138$$

$$\|\rho = 61,46 \text{ mm.}\|$$

- İç taksimat konisi uzunluğu

$$R_i = R_a - b \quad (\text{Formül 19})$$

$$R_i = 92,18 - 24$$

$$\| R_i = 68,18 \text{ mm}$$

- Alın modülü

$$m_s = \frac{d_{o2}}{Z_2} \quad (\text{Formül 20})$$

$$m_s = \frac{180}{40}$$

$$\| m_s = 4,5 \text{ mm.}$$

- Pinyonun taksimat dairesi çapı

$$d_{o1} = Z_1 \cdot m_s \quad (\text{Formül 21})$$

$$d_{o1} = 10 \cdot 4,5$$

$$\| d_{o1} = 45 \text{ mm.}$$

- Basınç açısı (Kavrama açısı)

$$\| \alpha = 20^\circ$$

- Profil kaydırma

Basınç açısı $\alpha = 20^\circ$, $Z_f I$, $i \geq 1$ ve $Z_1 = 10$, $Z_2 = 40$ için cetvel 2 ye göre ;

$$\| 1 + x_1 = 1,2$$

- Dış başı yükseklikleri (V-O-Dişlileri)

Pinyon için ;

$$h_{k1} = (1 + x_1) \cdot m_n \quad (\text{Formül 24})$$

$$h_{k1} = 1,2 \cdot 3$$

$$\| h_{k1} = 3,6 \text{ mm.}$$

Çark için ;

$$h_{k2} = 2 \cdot m_n - h_{k1} \quad (\text{Formül 25})$$

$$h_{k2} = 2 \cdot 3 - 3,6$$

$$\| h_{k2} = 2,4 \text{ mm.}$$

IV - V - D - DIŞLİLERİ İÇİN GEOMETRİK BÜYÜKLÜKLER

$$a_1 = b \cdot \cos \delta_{p1} \quad (\text{Formül 28})$$

$$a_1 = 24 \cdot \cos 12^\circ 30'$$

$$\| \underline{a_1} = 23,43 \text{ mm.}$$

$$k_1 = h_{k1} \cdot \cos \delta_{p1} \quad (\text{Formül 29})$$

$$k_1 = 3,6 \cdot \cos 12^\circ 30'$$

$$\| \underline{k_1} = 3,51 \text{ mm.}$$

$$c_2 = h_{k2} \cdot \cos \delta_{p1} \quad (\text{Formül 31})$$

$$c_2 = 2,4 \cdot \cos 12^\circ 30'$$

$$\| \underline{c_2} = 2,34 \text{ mm}$$

$$a_2 = b \cdot \sin \delta_{p1} \quad (\text{Formül 33})$$

$$a_2 = 24 \cdot \sin 12^\circ 30'$$

$$\| \underline{a_2} = 5,19 \text{ mm}$$

$$k_2 = h_{k2} \cdot \sin \delta_{p1} \quad (\text{Formül 35})$$

$$k_2 = 2,4 \cdot \sin 12^\circ 30'$$

$$\| \underline{k_2} = 0,52 \text{ mm.}$$

$$c_1 = h_{k1} \cdot \sin \delta_{p1} \quad (\text{Formül 36})$$

$$c_1 = 3,6 \cdot \sin 12^\circ 30'$$

$$\| \underline{c_1} = 0,78 \text{ mm}$$

$$d_{ka1} = d_{o1} + 2 \cdot k_1 \quad (\text{Formül 37})$$

$$d_{ka1} = 45 + 2 \cdot 3,51$$

$$\| \underline{d_{ka1}} = 52,02 \text{ mm.}$$

$$d_{ki1} = d_{ka1} - 2 \cdot a_2 \quad (\text{Formül 39})$$

$$d_{ki1} = 52,02 - 2 \cdot 5,19$$

$$\| \underline{d_{ki1}} = 41,64 \text{ mm.}$$

$$d_{ka2} = d_{o2} + 2 \cdot k_2 \quad (\text{Formül 40})$$

$$d_{ka2} = 180 + 2 \cdot 0,52$$

$$\underline{d_{k02} = 181,04 \text{ mm}}$$

$$d_{ki2} = d_{k02} - 2 \cdot a_1 \text{ (Formül 42)}$$

$$d_{ki2} = 181,04 - 2 \cdot 23,43$$

$$\underline{d_{ki2} = 134,18 \text{ mm.}}$$

$$W_1 = \frac{d_{02}}{2} - (c_1 + a_1) \text{ (Formül 46)}$$

$$W_1 = \frac{180}{2} - (0,78 + 23,43)$$

$$\underline{W_1 = 65,79 \text{ mm.}}$$

$$W_2 = \frac{d_{01}}{2} - (c_2 + a_2) \text{ (Formül 48)}$$

$$W_2 = \frac{45}{2} - (2,34 + 5,19)$$

$$\underline{W_2 = 14,97 \text{ mm.}}$$

V - KAVRAMA ORANI

- Adım kavrama oranı

Ara değerler E'_s ve E''_s

$$\frac{R_a - P}{m_n} = \frac{92,18 - 61,46}{3}$$

$$\frac{R_a - P}{m_n} = 10,24$$

$$Z_p = 40,9710$$

$$\left. \begin{array}{l} \frac{R_a - P}{m_n} = 10,24 \\ Z_p = 40,9710 \end{array} \right\} E'_s = 1,8 \text{ (Cetvel 5a)}$$

$$\frac{R_i - P}{m_n} = \frac{68,18 - 61,46}{3}$$

$$\frac{R_i - P}{m_n} = 2,24$$

$$Z_p = 40,9710$$

$$\left. \begin{array}{l} \frac{R_i - P}{m_n} = 2,24 \\ Z_p = 40,9710 \end{array} \right\} E''_s = 0,22 \text{ (Cetvel 5b)}$$

$$E_s = E'_s - E''_s \text{ (Formül 53)}$$

$$E_s = 1,8 - 0,22$$

$$\underline{E_s = 1,58}$$

- Ortalama helis açısı

$$\cos \beta_m = \frac{P}{R_a - 0,5 \cdot b} \text{ (Formül 56)}$$

$$\cos \beta_m = \frac{61,46}{92,18 - 0,5 \cdot 24} = 0,77$$

$$\underline{\beta_m = 40^\circ}$$

- Düzeltme açısı

$$\underline{\omega_k = 1^\circ 32'} \quad (\text{Cetvel 1})$$

- Pinyonun taksimat konisi açısı

$$\delta_{01} = \delta_{p1} + \omega_k \quad (\text{Formül 7})$$

$$\delta_{01} = 12^\circ 30' + 1^\circ 32'$$

$$\underline{\delta_{01} = 14^\circ 02'}$$

- Eşdeğer diş sayısı

$$Z_{n1} = \frac{Z_1}{\cos^3 \beta_m \cdot \cos \delta_{01}} \quad (\text{Formül 57})$$

$$Z_{n1} = \frac{10}{\cos^3 40 \cdot \cos 14^\circ 02'}$$

$$\underline{Z_{n1} = 22,93}$$

- e faktörü

$$\left. \begin{array}{l} \beta_m = 40^\circ \\ \alpha = 20^\circ \end{array} \right\} \underline{e = 0,636} \quad (\text{Cetvel 5c})$$

veya hesapla

$$e = \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha \cdot \cos^2 \beta_m \quad (\text{Formül 55})$$

$$e = \sin^2 20 + \cos^2 20 \cdot \cos^2 40$$

$$\underline{e = 0,635}$$

- Açı düzeltmesi yapıldıktan sonra diş genişliği ortasındaki profil kaydırma

$$h_{wk_m} = \text{tg } \omega_k \cdot \frac{b}{2} \quad (\text{Formül 59})$$

$$h_{wk_m} = \text{tg } 1^\circ 32' \cdot \frac{24}{2}$$

$$\underline{h_{wk_m} = 0,321 \text{ mm.}}$$

- Profil kaydırma faktörü

$$x_m = \frac{h_{k1} + h_{wk_m} - m_n}{m_n} \quad (\text{Formül 60})$$

$$x_m = \frac{3,6 + 0,321 - 3}{3}$$

$$\underline{x_m = 0,307}$$

- Profil kavrama oranının ara değeri ϵ'_p

$$\alpha = 20^\circ, i > 3 \text{ için}$$

$$\left. \begin{array}{l} Z_{n1} = 22,93 \\ x_m = 0,307 \end{array} \right\} \underline{\epsilon'_p = 1,68} \quad (\text{Cetvel 6d})$$

- Profil kavrama oranı

$$\epsilon_p = \epsilon'_p \cdot e \quad (\text{Formül 54})$$

$$\epsilon_p = 1,68 \cdot 0,635$$

$$\|\underline{\epsilon_p} = 1,07$$

- Toplam profil kavrama oranı

$$\epsilon = \epsilon_s + \epsilon_p$$

$$\epsilon = 1,58 + 1,07$$

$$\|\underline{\epsilon} = 2,65$$

VI - DIŞ KUVVETLERİN HESAPLANMASI

1) ÇEVRE KUVVETİ P_U

- Döndürme momenti

$$M_t = \frac{716 \cdot N}{n_1}$$

$$M_t = \frac{716 \cdot 15}{1000}$$

$$\|\underline{M_t} = 10,74 \text{ kpm.}$$

- Pinyonda taksimat konisinin ortalama çapı

$$d_{m1} = d_{o1} - b \cdot \sin \beta_{p1} \quad (\text{Formül 63})$$

$$d_{m1} = 45 - 24 \cdot \sin 12^\circ 30'$$

$$\|\underline{d_{m1}} = 39,81 \text{ mm.}$$

- Çevre kuvveti (Motor momentinden elde edilen)

$$P_{UM} = \frac{M_t \cdot 2000}{d_{m1}} \quad (\text{Formül 62})$$

$$P_{UM} = \frac{10,74 \cdot 2000}{39,81}$$

$$\|\underline{P_{UM}} = 539 \text{ kp.}$$

Yukarıdaki değerler sayfa 41 deki nomogramdan da elde edilebilir.

2) EKSENEL KUVVET

Döndüren olarak pinyon alınmıştır.

- Helis açısı

$$\cos \beta_r = \frac{\rho}{R_a - 0,6 \cdot b} \quad (\text{Formül 65})$$

$$\cos \beta_r = \frac{61,46}{92,18 - 0,6 \cdot 24}$$

$$\cos \beta_r = 0,7902$$

$$\|\beta_r \approx 37^\circ 50'$$

a) Dönme yönü ile helis yönü aynı, mesalâ saat ibresinin ters yönünde dönme ve sola dönüşlü helis

• Aksenal kuvvet

Pinyon için :

$$P_{a1} = P_u \left(\operatorname{tg} \alpha \cdot \frac{\sin \delta_{p1}}{\cos \beta_r} + \operatorname{tg} \beta_r \cdot \cos \delta_{p1} \right) \quad (\text{Formül 66})$$

$$P_{a1} = 539 \left(\operatorname{tg} 20^\circ \cdot \frac{\sin 12^\circ 30'}{\cos 37^\circ 50'} + \operatorname{tg} 37^\circ 50' \cdot \cos 12^\circ 30' \right)$$

$$\|\underline{P_{a1}} = + 462 \text{ kp.}$$

Çark için :

$$P_{a2} = P_u \cdot \left(\operatorname{tg} \alpha \cdot \frac{\sin \delta_{p2}}{\cos \beta_r} - \operatorname{tg} \beta_r \cdot \cos \delta_{p2} \right) \quad (\text{Formül 67})$$

$$P_{a2} = 539 \cdot \left(\operatorname{tg} 20^\circ \cdot \frac{\sin 77^\circ 30'}{\cos 37^\circ 50'} - \operatorname{tg} 37^\circ 50' \cdot \cos 77^\circ 30' \right)$$

$$\|\underline{P_{a2}} = + 152 \text{ kp.}$$

Yukarıdaki değerler Cetvel 8 den de elde edilebilir.

b) Dönme yönü ile helis yönü ters, mesala saat ibresinin yönünde dönme ve sola dönüşlü helis

• Aksenal kuvvet

Pinyon için :

$$P_{a1} = P_u \left(\operatorname{tg} \alpha \cdot \frac{\sin \delta_{p1}}{\cos \beta_r} - \operatorname{tg} \beta_r \cdot \cos \delta_{p1} \right) \quad (\text{Formül 66})$$

$$P_{a1} = 539 \left(\operatorname{tg} 20^\circ \cdot \frac{\sin 12^\circ 30'}{\cos 37^\circ 50'} - \operatorname{tg} 37^\circ 50' \cdot \cos 12^\circ 30' \right)$$

$$\|\underline{P_{a1}} = - 355 \text{ kp}$$

Çark için :

$$P_{a2} = P_u \left(\operatorname{tg} \alpha \cdot \frac{\sin \delta_{p2}}{\cos \beta_r} + \operatorname{tg} \beta_r \cdot \cos \delta_{p2} \right) \quad (\text{Formül 67})$$

$$P_{a2} = 539 \left(\operatorname{tg} 20^\circ \cdot \frac{\sin 77^\circ 30'}{\cos 37^\circ 50'} + \operatorname{tg} 37^\circ 50' \cdot \cos 77^\circ 30' \right)$$

$$\|\underline{P_{a2}} = 333 \text{ kp.}$$

Yukarıdaki değerler Cetvel 8 den de elde edilir.

3) RADYAL KUVVET

a) Dönme yönü ile helis yönü aynı, mesela saat ibresinin ters yönünde dönme ve sola dönüşlü helis

Radyal kuvvet

Pinyon için :

$$Pr_1 = Pa_2 \quad (\text{Formül 68})$$

$$\|Pr_1 = +152 \text{ kp.}$$

Çark için :

$$Pr_2 = Pa_1 \quad (\text{Formül 69})$$

$$\|Pr_2 = +462 \text{ kp.}$$

b) Dönme yönü ile helis yönü ters, mesela saat ibresinin yönünde dönme ve sola dönüşlü helis

Radyal kuvvet

Pinyon için :

$$Pr_1 = Pa_2 \quad (\text{Formül 68})$$

$$\|Pr_1 = +333 \text{ kp.}$$

Çark için :

$$Pr_2 = Pa_1 \quad (\text{Formül 69})$$

$$\|Pr_2 = -355 \text{ kp}$$

VII - DIŞIN MUKAVEMETİ (TAŞIMA KABİLİYETİ)

Pinyon ve çark malzemesi olarak 16 Mn Cr 5 (Semantasyonla sertleştirilmiş) kabul edelim.

- Çevre hızı

$$v = \frac{\pi \cdot d_{m1} \cdot n_1}{60000} \quad (\text{Formül 73})$$

$$v = \frac{\pi \cdot 39,81 \cdot 1000}{60000}$$

$$\| v = 2,08 \text{ m/sn.}$$

- Statik kopma mukavemeti

$\sigma_B = 12000 \text{ kp/cm}^2$

• Diş profil faktörü

$$\left. \begin{aligned} r &= 0,38 \cdot m_n \\ x_m &= 0,307 \\ Z_{H1} &= 22,9 \end{aligned} \right\} \parallel y = 0,123 \text{ (Çizelge 14)}$$

• Eğilme zorlanması (Lewis'e göre)

$P_{bB} = \sigma_B \cdot \frac{6}{6+2J} \cdot m_n \cdot \pi \cdot b \cdot y$ (Formül 72)

$P_{bB} = 12000 \cdot \frac{6}{6+2,08} \cdot 0,3 \cdot \pi \cdot 2,4 \cdot 0,123$

$\parallel P_{bB} = 2479 \text{ kp}$

• Kırılma emniyeti

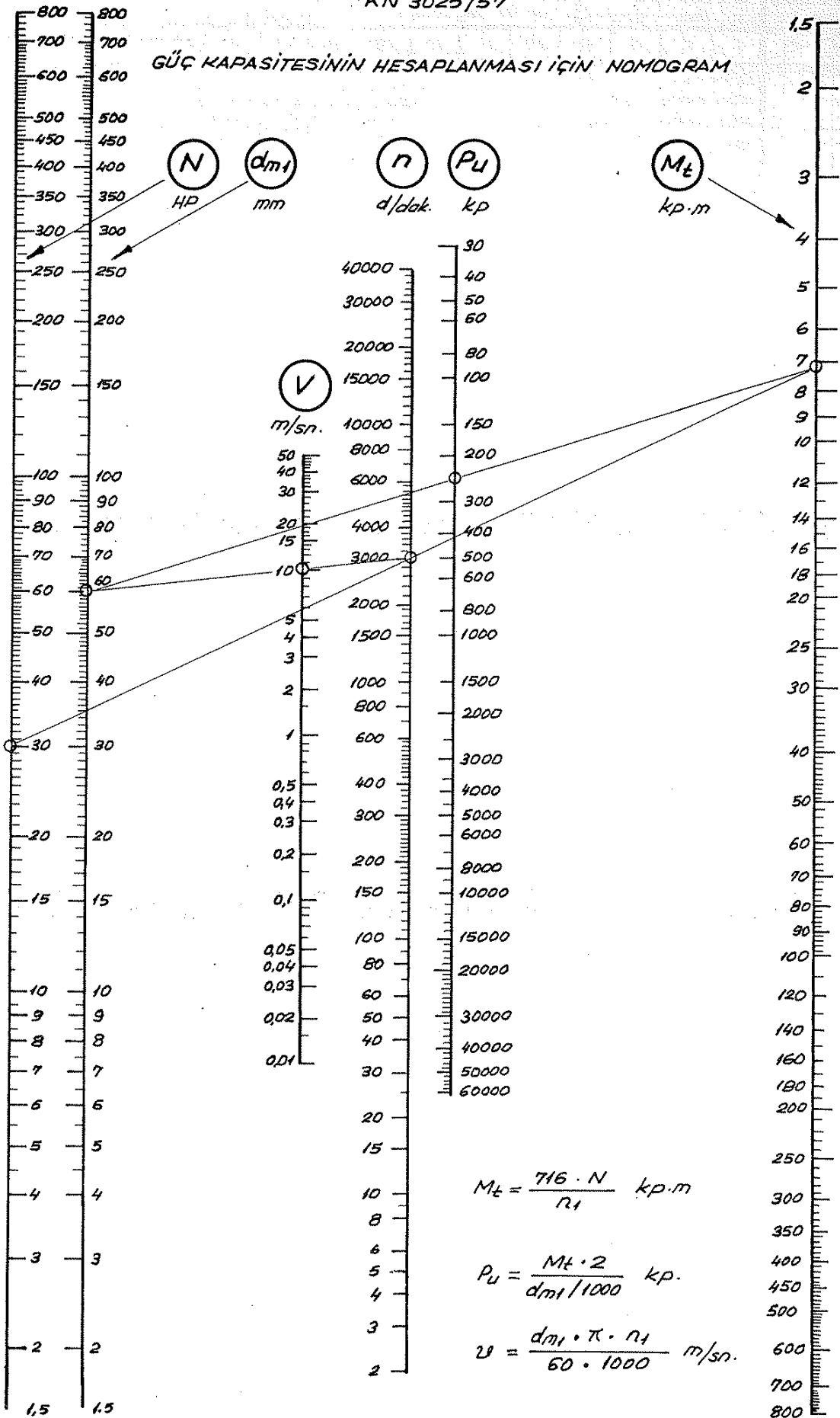
$S_b = \frac{P_{bB}}{P_{LM}}$ (Formül 74)

$S_b = \frac{2479}{539}$

$\parallel S_b \approx 4,6$ uygun (Emniyet faktörü, stasyoner mekanizmalarda

$S_b = 3 \dots 5$ dir).

GÜÇ KAPASİTESİNİN HESAPLANMASI İÇİN NOMOGRAM



KN 3025		Z ₁ ve Z ₂ ye bağlı olarak W _k , δ _{p2} , Z _p ve U değerleri															Cetvel I Z ₁ =6-23, Z ₂ =18-38																	
Z ₂ \ Z ₁	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23																
18	Düzeltme açısı W _k															20'	23'	18'	8'	-8'	0													
	Koni açısı δ _{p2}															54° 30'	52° 30'	50° 30'	48° 30'	46° 30'	45°													
	Plan çarkın dış sayısı Z _p															22,1098	22,6886	23,275	24,0333	24,849	25,657													
	Hesaplama Faktörü U															0,61416	0,60223	0,59097	0,57992	0,56907	0,55842													
19																17'	28'	21'	11'	6'	-11'	-3'	0											
																58°	56°	54°	52°	50°	48°	46° 30'	45°											
																22,4043	22,9181	23,4352	24,1114	24,8029	25,5472	26,1935	26,8700											
																5,09588	5,03107	4,96832	4,90744	4,84844	4,79132	4,73607	4,68270											
20																34'	19'	28'	31'	0'	22'	10'	-8'	-1'	2'	0								
																64° 30'	61° 30'	59° 30'	57° 30'	55°	53° 30'	51° 30'	49° 30'	48°	46° 30'	45°								
																22,2521	22,7578	23,2118	23,7138	24,4156	24,8799	25,5555	26,3016	26,9128	27,5721	28,2842								
																5,56303	5,68945	5,80285	5,92844	6,10389	6,21999	6,38888	6,55707	6,72821	6,89303	7,07104								
21																56'	51'	42'	28'	15'	11'	2'	-1'	6'	8'	0								
																72° 30'	70°	67° 30'	65°	63°	60° 30'	58° 30'	56° 30'	54° 30'	52°	49° 30'	45°							
																22,0781	22,3478	22,7302	23,1709	23,5688	24,1280	24,6294	25,1832	25,7947	26,2947	27,1677	28,2585							
																5,24263	5,32080	5,41196	5,54688	5,61184	5,74475	5,86614	5,99599	6,14160	6,26064	6,43376	6,59507							
22																1° 15'	1° 9'	59'	45'	27'	34'	37'	35'	28'	17'	12'	2'	18'	16'	10'	0			
																76°	73° 30'	71°	68° 30'	66°	64°	62°	60°	58°	56°	54°	52° 30'	51°	49° 30'	48°	46° 30'	45°		
																22,6734	22,9449	23,2676	23,6453	24,0819	24,4773	24,9165	25,4033	25,9410	26,5377	27,1934	27,7305	28,3918	29,5041	30,1293	31,1126			
																5,15305	5,21474	5,28810	5,37392	5,47315	5,56303	5,66285	5,77247	5,89588	6,03107	6,18032	6,30219	6,43785	6,59340	6,72821	6,89303	7,07104		
23																1° 37'	1° 26'	1° 11'	52'	37'	34'	33'	29'	20'	7'	10'	-2'	3'	4'	1'	-6'	14'	0	
																77°	74° 30'	72°	69° 30'	67°	65°	63°	61°	59°	57°	55° 30'	53° 30'	51°	49° 30'	47°	45° 30'	44°	42°	
																23,6050	23,8681	24,1835	24,5551	24,9864	25,3777	25,8134	26,2971	26,8325	27,4244	27,9882	28,6120	29,1875	29,8074	30,4493	31,1957	31,7079	32,5268	
																5,13452	5,18871	5,25729	5,33806	5,43183	5,51688	5,61161	5,71477	5,83315	5,96182	6,07000	6,21999	6,34510	6,47987	6,62506	6,78168	6,89303	7,07104	
24																1° 32'	1° 16'	55'	40'	37'	34'	34'	29'	15'	30'	41'	19'	22'	21'	18'	11'	4'	-13'	
																77° 30'	75°	72° 30'	70° 30'	68°	66°	64°	62°	60°	58° 30'	56° 30'	54° 30'	53° 30'	52°	50° 30'	49° 30'	47° 30'	45°	
																24,5826	24,8465	25,1646	25,4604	25,8850	26,2711	26,7025	27,1816	27,7127	28,1499	28,7808	29,2887	29,9560	30,4565	31,1034	31,8003	32,5521	33,3639	
																5,17636	5,24263	5,30425	5,39270	5,47315	5,56303	5,66283	5,77247	5,89588	6,03107	6,18032	6,30219	6,43785	6,59340	6,72821	6,89303	7,07104		
25																1° 30'	1° 9'	1° 15'	48'	48'	45'	39'	28'	15'	18'	13'	15'	14'	10'	5'	5'	5'	-9'	7'
																78°	75° 30'	73° 30'	71°	69°	67°	65°	63°	61°	59° 30'	57° 30'	56°	54° 30'	53°	51° 30'	50°	48° 30'	47° 30'	
																25,5585	25,8225	26,0737	26,4405	26,7787	27,1592	27,5844	28,0581	28,5809	29,0148	29,4423	30,1554	30,7080	31,3032	31,9444	32,6354	33,3796	33,9084	
																5,11169	5,16449	5,21474	5,28810	5,37573	5,43183	5,51688	5,61161	5,71477	5,83315	5,92946	6,03107	6,14160	6,26064	6,38888	6,51707	6,67592	6,78168	
26																1° 30'	1° 34'	1° 6'	1° 6'	1° 21'	56'	47'	34'	18'	23'	6'	11'	12'	5'	4'	-4'	14'	0	
																78° 30'	76° 30'	74°	72°	70°	68°	66°	64°	62°	60° 30'	58° 30'	57°	55° 30'	54°	52° 30'	51°	50°	48° 30'	
																26,5328	26,9388	27,0479	27,4479	27,6687	28,0120	28,4404	28,9278	29,4487	29,8727	30,4935	31,0015	31,4548	32,1377	32,7724	33,4556	33,9408	34,7148	
																5,10246	5,14208	5,20151	5,25729	5,32090	5,39270	5,47315	5,56303	5,66283	5,74475	5,84414	5,96182	6,07000	6,18032	6,30219	6,43376	6,52707	6,67592	
27																1° 32'	1° 30'	1° 30'	56'	49'	40'	28'	43'	24'	33'	3'	12'	11'	8'	2'	23'	10'	-4'	
																77°	77°	75°	72° 30'	70° 30'	68° 30'	66° 30'	65°	63°	61° 30'	59° 30'	58°	56° 30'	55°	53° 30'	52° 30'	51°	49° 30'	
																27,5053	27,7102	27,9523	28,3102	28,6430	29,0192	29,4419	29,7812	30,3027	30,7230	31,3359	31,8378	32,3784	32,9610	33,5880	34,0329	34,7423	35,5072	
																5,09357	5,13152	5,17636	5,24263	5,30425	5,37392	5,45221	5,51688	5,61161	5,69445	5,80295	5,89588	5,99599	6,10389	6,21999	6,30219	6,43376	6,59340	
28																1° 36'	1° 32'	1° 27'	1° 19'	1° 9'	57'	42'	29'	14'	16'	14'	12'	11'	8'	5'	5'	5'	5'	
																79° 30'	77° 30'	75° 30'	73° 30'	71° 30'	69° 30'	67° 30'	65° 30'	64°	62° 30'	60° 30'	59°	57° 30'	56°	54° 30'	53° 30'	52°	50° 30'	
																28,4770	28,6797	28,9211	29,2025	29,5259	29,8931	30,3070	30,7706	31,1530	31,5658	32,1706	32,4656	33,1994	33,7740	34,3430	34,8319	35,5326	36,2873	
																5,09518	5,12138	5,16449	5,21474	5,27286	5,33806	5,41196	5,49475	5,56303	5,63692	5,70475	5,83315	5,92946	6,03107	6,14160	6,21999	6,34510	6,47987	
29																1° 41'	1° 34'	1° 25'	1° 14'	1° 2'	46'	53'	39'	44'	21'	23'	23'	20'	16'	6'	25'	11'	-5'	
																80°	78°	76°	74°	72°	70°	68° 30'	66° 30'	65°	63°	61° 30'	60°	58° 30'	57°	55° 30'	54° 30'	53°	51° 30'	
																29,4473	29,6478	29,8877	30,1688	30,4923	30,8612	31,1687	31,6229	31,9979	32,5473	32,9988	33,4861	34,0120	34,5786	35,1886	35,8213	36,1117	37,0555	
																5,07712	5,11169	5,15305	5,20151	5,25729	5,32090	5,37392	5,45221	5,51688	5,61161	5,69445	5,77347	5,86144	5,96182	6,07000	6,14160	6,26064	6,38888	
30																1° 43'	1° 38'	1° 26'	1° 12'	56'	1° 8'	48'	56'	31'	34'	34'	32'	28'	21'	11'	20'	15'	-1'	
																80° 30'	78° 30'	76° 30'	74° 30'	72° 30'	71°	68°	68°	67° 30'	65° 30'	64°	62° 30'	61°	59° 30'	58°	56° 30'	55° 30'	54°	
																30,4170	30,6148	30,8525	31,1723	31,4538	31,7286	32,1344	32,4718	32,9685	33,3782	33,8215	34,3086	34,8177	35,3753	35,9759	36,4020	37,0819	37,8143	
																5,06950	5,10246	5,14208	5,18871	5,24263	5,28810	5,35573	5,41196	5,49475	5,53692	5,63692	5,71677	5,80295	5,89588	5,99599	6,08219	6,18032	6,30219	
31																1° 27'	1° 43'	1° 28'	1° 11'	1° 23'	1° 2'	48'	48'	18'	18'	14'	14'	10'	30'	20'	7'	2'	2'	
																80° 30'	79°	77°	75°	73° 30'	71° 30'	69° 30'	68°	66° 30'	64° 30'	63°	61° 30'	60°	59°	57° 30'	56°	55°	53° 30'	
																31,4409	31,5801	31,8154	32,0934	32,3314	32,6884	33,0960	33,4767	33,8007	34,3456	34,7920	35,2746	35,7955	36,1655	36,7654	37,3926	37,8441	38,5639	
																5,06950	5,09357	5,13152	5,17636	5,21474	5,27286	5,33806	5,41196	5,49475	5,53692	5,61161	5,69445	5,77347	5,83315	5,92946	6,03107	6,10389	6,21999	
32																1° 37'	1° 50'	1° 32'	1° 12'	1° 21'	58'	1° 3'	37'	38'	37'	34'	28'	21'	12'	30'	16'	11'	12'	
																81°	79° 30'	77° 30'	75° 30'	74°	72°	70° 30'	68° 30'	67°	65° 30'	64°	62° 30'	61°	59° 30'	58° 30'	57°	55° 30'	54° 30'	
																32,3886	32,5452	32,7788	33,0527	33,2897	33,6467	33,9472	34,3971	34,7637	35,1664	35,5034	36,0763	36,5873	37,1389	37,7305	38,1556	38,8288	39,3062	
																5,06232	5,08518	5,12138	5,16449	5,20151	5,25729	5,30425	5,37392	5,43183	5,49475	5,56303	5,63692	5,71677	5,80295	5,86144	5,96182	6,07000	6,14160	
33																1° 18'	1° 29'	1° 38'	1° 15'	1° 21'	56'	59'	1°	29'	27'	22'	45'	37'	26'	13'	28'	11'	23'	
																82°	80° 30'																	

KN 3025		Z ₁ ve Z ₂ ye bağlı olarak W _k , S _{p2} , Z _p ve U değerleri											Cetvel 1a Z ₁ = 24-41, Z ₂ = 24-38			
Z ₁ \ Z ₂	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	
<i>Dikkat</i> Sayfa 42. Plan çark dış sayılarının küçük olması nedeniyle, mümkün ise kalın çizilmiş sınır çizgisinin sol tara- fındaki değerlerden kaçınılmalıdır.																
24	0 45° 33,9410 707104															
25	-10 46° 34,7544 695082	0 45° 35,3552 707104														
26	18° 47° 30' 35,2647 678168	-7° 46° 36,1443 695082	0 45° 36,6994 707104													
27	8° 48° 30' 36,0500 667592	-12° 47° 36,9180 683667	-5° 46° 37,5344 695082	0 45° 38,1836 707104												
28	6° 48° 30' 36,8222 687540	16° 48° 30' 37,3852 667592	-9° 47° 38,2854 683667	-3° 46° 38,9246 695082	0 45° 39,5878 707104											
29	7° 50° 30' 37,5832 647987	16° 49° 30' 38,1373 657540	-7° 48° 38,8236 672821	-3° 47° 39,6527 683667	-1° 46° 40,3148 695082	0 45° 41,0120 707104										
30	10° 51° 30' 38,3333 638888	18° 50° 30' 38,8792 647987	-5° 49° 39,7504 662506	-1° 48° 40,3693 672821	11° 47° 41,0200 683667	2° 46° 41,7049 695082	0 45° 42,4252 707104									
31	15° 52° 30' 39,0748 630239	23° 51° 30' 39,6111 638888	-1° 50° 40,4678 652707	3° 49° 41,0754 662506	5° 48° 41,7149 672821	6° 47° 42,3874 683667	4° 46° 43,0951 695082	0 45° 43,8404 707104								
32	22° 53° 30' 39,8079 621999	2° 50° 30' 40,6864 634510	6° 51° 41,1961 643376	9° 50° 41,7732 652707	11° 49° 42,4004 662506	11° 48° 43,0605 672821	9° 47° 43,7547 683667	5° 46° 44,4852 695082	0 45° 45,2547 707104							
33	2° 54° 40,7801 618032	9° 53° 41,3202 626644	14° 52° 41,8777 634510	17° 51° 42,4628 643376	19° 50° 43,0787 652707	19° 49° 43,7254 662506	16° 48° 44,4062 672821	11° 47° 45,1220 683667	0 46° 45,8754 695082	0 45° 46,6689 707104						
34	13° 55° 41,5065 610389	20° 54° 42,0262 618032	24° 53° 42,5724 626644	-3° 51° 30' 43,1444 638888	-2° 50° 30' 44,0631 647987	-5° 49° 30' 44,7127 657540	-5° 48° 30' 45,3963 667592	-9° 47° 30' 46,1154 678168	16° 47° 46,8894 683667	9° 46° 47,2656 695082	0 45° 48,0831 707104					
35	22° 56° 42,2175 603107	2° 55° 30' 42,9912 614160	6° 54° 30' 43,5399 621999	9° 53° 30' 44,1187 630239	10° 52° 30' 44,7222 638888	10° 51° 30' 45,3591 647987	6° 50° 30' 46,0278 657540	2° 49° 30' 46,7314 667592	2° 48° 30' 47,4718 678168	-4° 47° 30' 48,2512 683667	-11° 46° 30' 48,6557 695082	0 45° 49,4973 707104				
36	11° 56° 30' 43,1911 599599	7° 55° 30' 43,8824 606700	20° 54° 30' 44,2495 614160	22° 53° 30' 44,7839 621999	23° 52° 30' 45,3972 630239	21° 51° 30' 46,0551 638888	18° 50° 30' 46,7429 647987	14° 49° 30' 47,3429 657540	8° 48° 30' 48,0666 667592	1° 47° 30' 48,8281 678168	-8° 46° 30' 49,6298 683667	12° 46° 50,0459 695082	0 45° 50,9145 707104			
37	28° 57° 30' 43,8716 592846	3° 56° 44,6299 603107	6° 55° 30' 45,1488 610389	9° 54° 45,7344 618032	9° 53° 46,3287 626644	6° 52° 46,9539 634510	2° 51° 47,6098 643376	-3° 50° 48,2803 652707	-8° 49° 49,0254 662506	16° 48° 30' 49,8254 672821	5° 47° 30' 50,1844 683667	-5° 46° 30' 51,0084 695082	13° 46° 51,4361 707104	0 45° 52,3260		
38	17° 58° 44,8087 587588	20° 57° 45,3098 596182	23° 56° 45,8341 603107	24° 55° 46,3896 610389	24° 54° 46,9704 618032	21° 53° 47,5809 626644	17° 52° 48,2228 634510	12° 51° 48,8966 643376	6° 50° 49,6057 652707	4° 49° 50,3505 662506	-11° 48° 51,1344 672821	9° 47° 30' 51,5408 683667	-3° 46° 30' 52,3870 695082	44° 46° 53,7399 707104	0 45°	

KN 3025		Z ₁ ve Z ₂ ye bağlı olarak W _k , S _{p2} , Z _p ye U değerleri													Cetvel I b Z ₁ = 6-23, Z ₂ = 39-53				
Z ₂ \ Z ₁	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
39	10 15' 82° 30' 503367 504317	10 41' 81° 30' 505551	10 36' 80° 507712	10 30' 79° 30' 510246	10 23' 79° 513152	10 15' 78° 30' 516449	10 6' 78° 520151	56' 77° 30' 524263	45' 77° 528810	1° 2' 76° 30' 532090	48' 76° 537192	33' 75° 30' 541196	46' 75° 545221	28' 74° 30' 549246	39° 20' 74° 553361	18° 73° 30' 557476	26° 73° 561601	32° 72° 30' 565731	
40	10 2' 82° 30' 504317	10 26' 81° 30' 505551	10 48' 80° 30' 506950	10 41' 79° 30' 509357	10 32' 79° 512138	10 23' 78° 30' 515305	10 12' 78° 518871	1° 77° 30' 522484	44' 77° 527248	1° 31' 76° 30' 530425	48' 76° 535573	32' 75° 30' 541196	44' 75° 545221	24° 74° 30' 549246	34° 74° 553361	42° 73° 30' 557476	19° 73° 561601	24° 72° 30' 565731	
41	10 20' 83° 413077	10 11' 81° 30' 414552	10 32' 80° 30' 415639	10 53' 79° 30' 416985	10 48' 79° 419159	10 31' 78° 30' 421651	10 19' 78° 424462	1° 6' 77° 30' 427629	51° 77° 431098	1° 6' 76° 30' 434624	1° 16' 76° 438298	31° 75° 30' 441924	42° 75° 445221	22° 74° 30' 448446	30° 74° 451671	37° 73° 30' 454196	13° 73° 456731	17° 72° 30' 459246	
42	10 8' 83° 423153	10 28' 82° 424427	10 47' 81° 425632	10 36' 80° 30' 426801	10 54' 80° 428024	10 41' 79° 30' 429201	10 29' 79° 430384	1° 12' 78° 30' 431524	56° 78° 432629	1° 31' 77° 30' 433824	1° 21' 77° 435024	51° 76° 30' 436224	1° 21' 76° 437424	1° 21' 75° 30' 438824	1° 21' 75° 440224	1° 21' 74° 30' 441624	1° 21' 74° 443024	1° 21' 73° 30' 444424	1° 21' 73° 445824
43	5° 1' 83° 433228	10 15' 82° 434225	10 32' 81° 435232	10 49' 80° 30' 436232	10 36' 80° 437232	10 21' 79° 30' 438232	10 38' 79° 439232	1° 19' 78° 30' 440232	51° 78° 441232	1° 6' 77° 30' 442232	1° 16' 77° 443232	31° 76° 30' 444232	42° 76° 445232	22° 75° 30' 446232	30° 75° 447232	37° 74° 30' 448232	13° 74° 449232	17° 73° 30' 450232	17° 73° 451232
44	10 16' 83° 30' 503236	10 21' 82° 504317	10 38' 81° 30' 505493	10 49' 80° 30' 506670	10 32' 80° 507846	10 44' 79° 30' 509023	10 26' 79° 510200	1° 26' 78° 30' 511376	1° 11' 78° 512553	1° 21' 77° 30' 513729	1° 11' 77° 514906	41° 76° 30' 516082	52° 76° 517259	32° 75° 30' 518436	40° 75° 519613	47° 74° 30' 520789	23° 74° 522166	31° 73° 30' 523343	36° 73° 524519
45	10 6' 83° 30' 503236	10 21' 82° 30' 504317	10 38' 81° 30' 505493	10 49' 80° 30' 506670	10 32' 80° 507846	10 44' 79° 30' 509023	10 26' 79° 510200	1° 26' 78° 30' 511376	1° 11' 78° 512553	1° 21' 77° 30' 513729	1° 11' 77° 514906	41° 76° 30' 516082	52° 76° 517259	32° 75° 30' 518436	40° 75° 519613	47° 74° 30' 520789	23° 74° 522166	31° 73° 30' 523343	36° 73° 524519
46	5° 1' 83° 30' 503236	10 9' 82° 30' 504317	10 22' 81° 30' 505493	10 34' 80° 30' 506670	10 46' 80° 507846	10 57' 79° 30' 509023	10 37' 79° 510200	1° 17' 78° 30' 511376	1° 27' 78° 512553	1° 17' 77° 30' 513729	1° 7' 77° 514906	47° 76° 30' 516082	58° 76° 517259	38° 75° 30' 518436	46° 75° 519613	53° 74° 30' 520789	29° 74° 522166	37° 73° 30' 523343	42° 73° 524519
47	4° 7' 83° 30' 503236	5° 58' 82° 30' 504317	10 10' 81° 30' 505493	10 20' 80° 30' 506670	10 31' 80° 507846	10 40' 79° 30' 509023	10 49' 79° 510200	10 28' 78° 30' 511376	1° 5° 78° 512553	1° 12' 77° 30' 513729	1° 2° 77° 514906	48° 76° 30' 516082	59° 76° 517259	39° 75° 30' 518436	48° 75° 519613	55° 74° 30' 520789	31° 74° 522166	39° 73° 30' 523343	44° 73° 524519
48	10 8' 84° 502755	10 18' 83° 503753	10 18' 82° 504751	10 28' 81° 30' 505749	10 38' 80° 30' 506747	10 48' 80° 507745	10 58' 79° 30' 508743	1° 8' 79° 509741	1° 18' 78° 30' 510739	1° 28' 78° 511737	1° 18' 77° 30' 512735	58° 76° 30' 513733	69° 76° 514731	49° 75° 30' 515729	58° 75° 516727	65° 74° 30' 517725	41° 74° 518723	49° 73° 30' 519721	54° 73° 520719
49	5° 1' 84° 502755	10 8' 83° 503753	10 16' 82° 504751	10 24' 81° 30' 505749	10 32' 80° 30' 506747	10 40' 80° 507745	10 48' 79° 30' 508743	1° 6' 79° 509741	1° 16' 78° 30' 510739	1° 24' 78° 511737	1° 14' 77° 30' 512735	57° 76° 30' 513733	68° 76° 514731	48° 75° 30' 515729	57° 75° 516727	64° 74° 30' 517725	36° 74° 518723	44° 73° 30' 519721	49° 73° 520719
50	5° 1' 84° 502755	5° 58' 83° 503753	10 51' 82° 30' 504751	10 42' 81° 30' 505749	10 48' 80° 30' 506747	10 54' 80° 507745	1° 0° 79° 30' 508743	1° 10° 79° 509741	1° 20° 78° 30' 510739	1° 30° 78° 511737	1° 20° 77° 30' 512735	60° 76° 30' 513733	71° 76° 514731	51° 75° 30' 515729	60° 75° 516727	67° 74° 30' 517725	39° 74° 518723	47° 73° 30' 519721	52° 73° 520719
51	4° 1' 84° 502755	5° 51' 83° 503753	10 25' 82° 30' 504751	10 36' 81° 30' 505749	10 40' 80° 30' 506747	10 44' 80° 507745	10 48' 79° 30' 508743	1° 2° 79° 509741	1° 12° 78° 30' 510739	1° 22° 78° 511737	1° 12° 77° 30' 512735	61° 76° 30' 513733	72° 76° 514731	52° 75° 30' 515729	61° 75° 516727	68° 74° 30' 517725	40° 74° 518723	48° 73° 30' 519721	53° 73° 520719
52	3° 5' 84° 502755	10 10' 83° 30' 503753	10 15' 82° 30' 504751	10 19' 81° 30' 505749	10 23' 80° 30' 506747	10 27' 80° 507745	10 31' 79° 30' 508743	1° 5' 79° 509741	1° 15° 78° 30' 510739	1° 25° 78° 511737	1° 15° 77° 30' 512735	62° 76° 30' 513733	73° 76° 514731	53° 75° 30' 515729	62° 75° 516727	69° 74° 30' 517725	41° 74° 518723	49° 73° 30' 519721	54° 73° 520719
53	5° 1' 84° 30' 502311	10 11' 83° 30' 503216	10 15' 82° 30' 504171	10 20' 81° 30' 505131	10 24' 80° 30' 506091	10 28' 80° 507051	10 32' 79° 30' 508011	1° 7' 79° 508971	1° 17° 78° 30' 509931	1° 27° 78° 510891	1° 17° 77° 30' 511851	63° 76° 30' 512811	74° 76° 513771	54° 75° 30' 514731	63° 75° 515691	70° 74° 30' 516651	42° 74° 517611	50° 73° 30' 518571	55° 73° 519531
54	5° 1' 84° 30' 502311	5° 51' 83° 30' 503216	10 51' 82° 30' 504171	10 42' 81° 30' 505131	10 48' 80° 30' 506091	10 54' 80° 507051	1° 0° 79° 30' 508011	1° 10° 79° 508971	1° 20° 78° 30' 509931	1° 30° 78° 510891	1° 20° 77° 30' 511851	64° 76° 30' 512811	75° 76° 513771	55° 75° 30' 514731	64° 75° 515691	71° 74° 30' 516651	43° 74° 517611	51° 73° 30' 518571	56° 73° 519531
55	4° 4' 84° 30' 502311	5° 45' 83° 30' 503216	10 17' 82° 30' 504171	10 18' 81° 30' 505131	10 18' 80° 30' 506091	10 18' 80° 507051	10 18' 79° 30' 508011	1° 18' 79° 508971	1° 28° 78° 30' 509931	1° 38° 78° 510891	1° 28° 77° 30' 511851	65° 76° 30' 512811	76° 76° 513771	56° 75° 30' 514731	65° 75° 515691	72° 74° 30' 516651	44° 74° 517611	52° 73° 30' 518571	57° 73° 519531
56	3° 1' 84° 30' 502311	10 8' 83° 30' 503216	10 8' 82° 30' 504171	10 8' 81° 30' 505131	10 8' 80° 30' 506091	10 8' 80° 507051	10 8' 79° 30' 508011	1° 8' 79° 508971	1° 18° 78° 30' 509931	1° 28° 78° 510891	1° 18° 77° 30' 511851	66° 76° 30' 512811	77° 76° 513771	57° 75° 30' 514731	66° 75° 515691	73° 74° 30' 516651	45° 74° 517611	53° 73° 30' 518571	58° 73° 519531
57	3° 1' 84° 30' 502311	10 8' 83° 30' 503216	10 8' 82° 30' 504171	10 8' 81° 30' 505131	10 8' 80° 30' 506091	10 8' 80° 507051	10 8' 79° 30' 508011	1° 8' 79° 508971	1° 18° 78° 30' 509931	1° 28° 78° 510891	1° 18° 77° 30' 511851	66° 76° 30' 512811	77° 76° 513771	57° 75° 30' 514731	66° 75° 515691	73° 74° 30' 516651	45° 74° 517611	53° 73° 30' 518571	58° 73° 519531
58	24° 84° 30' 502311	5° 1' 84° 502755	5° 1' 83° 503753	10 19' 82° 30' 504751	10 19' 81° 30' 505749	10 19' 80° 30' 506747	10 19' 80° 507745	10 19' 79° 30' 508743	1° 19° 79° 509741	1° 29° 78° 30' 510739	1° 19° 77° 30' 511737	67° 76° 30' 512735	78° 76° 513733	58° 75° 30' 514731	67° 75° 515729	74° 74° 30' 516727	46° 74° 517725	54° 73° 30' 518723	59° 73° 519721
59	48° 85° 502755	46° 84° 503753	10 13' 83° 30' 504751	10 10' 82° 30' 505749	10 3° 81° 30' 506747	1° 31° 80° 30' 507745	1° 31° 80° 508743	1° 31° 79° 30' 509741	1° 41° 79° 510739	1° 51° 78° 30' 511737	1° 41° 77° 30' 512735	68° 76° 30' 513733	79° 76° 514731	59° 75° 30' 515729	68° 75° 516727	75° 74° 30' 517725	47° 74° 518723	55° 73° 30' 519721	60° 73° 520719

KN 3025	Z ₁ ve Z ₂ ye bağlı olarak U _k : Sp ₂ , Z _p ve U değerleri											Cetvel I c Z ₁ = 6-23, Z ₂ = 39-59							
	Z ₂	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41
39	6'	10'	11'	12'	11'	8'	4'	-1'	-8'	14'	5'	-6'	13'	0	15'	0			
	58° 30'	57° 30'	56° 30'	55° 30'	54° 30'	53° 30'	52° 30'	51° 30'	50° 30'	50° 30'	50° 30'	49° 30'	48° 30'	47° 30'	46° 30'	45° 30'			
40	28'	30'	31'	31'	0	-3'	22'	19'	10'	1'	-8'	11'	-1'	16'	2'	18'	0		
	58° 30'	58° 30'	57° 30'	56° 30'	55° 30'	54° 30'	53° 30'	52° 30'	51° 30'	50° 30'	49° 30'	48° 30'	47° 30'	46° 30'	44° 30'	43° 30'	42° 30'	41° 30'	40° 30'
41	24'	24'	23'	22'	20'	16'	12'	6'	-2'	10'	4'	-1'	17'	4'	17'	4'	0		
	60° 30'	59° 30'	58° 30'	57° 30'	56° 30'	55° 30'	54° 30'	53° 30'	52° 30'	51° 30'	50° 30'	49° 30'	48° 30'	47° 30'	46° 30'	45° 30'	44° 30'	43° 30'	42° 30'
42	16'	16'	16'	14'	11'	7'	2'	26'	19'	9'	-1'	18'	6'	-7'	8'	-7'	6'	-11'	
	60° 30'	59° 30'	58° 30'	57° 30'	56° 30'	55° 30'	54° 30'	53° 30'	52° 30'	51° 30'	50° 30'	49° 30'	48° 30'	47° 30'	46° 30'	45° 30'	44° 30'	43° 30'	42° 30'
43	40'	40'	40'	38'	34'	30'	24'	19'	9'	0	20'	9'	-4'	13'	-2'	12'	-4'	8'	
	61° 30'	60° 30'	59° 30'	58° 30'	57° 30'	56° 30'	55° 30'	54° 30'	53° 30'	52° 30'	51° 30'	50° 30'	49° 30'	48° 30'	47° 30'	46° 30'	45° 30'	44° 30'	43° 30'
44	37'	36'	35'	32'	28'	23'	17'	10'	2'	22'	19'	17'	0	17'	0	17'	16'	-1'	
	62° 30'	61° 30'	60° 30'	59° 30'	58° 30'	57° 30'	56° 30'	55° 30'	54° 30'	53° 30'	52° 30'	51° 30'	50° 30'	49° 30'	48° 30'	47° 30'	46° 30'	45° 30'	44° 30'
45	34'	33'	31'	28'	23'	18'	11'	4'	25'	18'	4'	23'	10'	-4'	11'	-5'	8'	-10'	
	62° 30'	61° 30'	60° 30'	59° 30'	58° 30'	57° 30'	56° 30'	55° 30'	54° 30'	53° 30'	52° 30'	51° 30'	50° 30'	49° 30'	48° 30'	47° 30'	46° 30'	45° 30'	44° 30'
46	33'	31'	29'	25'	20'	14'	9'	2'	29'	19'	9'	-2'	16'	3'	19'	4'	18'	1'	13'
	63° 30'	62° 30'	61° 30'	60° 30'	59° 30'	58° 30'	57° 30'	56° 30'	55° 30'	54° 30'	53° 30'	52° 30'	51° 30'	50° 30'	49° 30'	48° 30'	47° 30'	46° 30'	45° 30'
47	31'	31'	31'	29'	23'	17'	10'	2'	24'	15'	4'	-2'	-3'	-3'	-3'	-6'	3'	-6'	
	63° 30'	62° 30'	61° 30'	60° 30'	59° 30'	58° 30'	57° 30'	56° 30'	55° 30'	54° 30'	53° 30'	52° 30'	51° 30'	50° 30'	49° 30'	48° 30'	47° 30'	46° 30'	45° 30'
48	34'	31'	27'	22'	15'	8'	30'	24'	11'	1'	19'	6'	22'	8'	22'	6'	18'	0	
	64° 30'	63° 30'	62° 30'	61° 30'	60° 30'	59° 30'	58° 30'	57° 30'	56° 30'	55° 30'	54° 30'	53° 30'	52° 30'	51° 30'	50° 30'	49° 30'	48° 30'	47° 30'	46° 30'
49	36'	32'	27'	21'	15'	7'	29'	21'	19'	28'	15'	2'	18'	3'	18'	1'	14'	-5'	
	64° 30'	63° 30'	62° 30'	61° 30'	60° 30'	59° 30'	58° 30'	57° 30'	56° 30'	55° 30'	54° 30'	53° 30'	52° 30'	51° 30'	50° 30'	49° 30'	48° 30'	47° 30'	46° 30'
50	38'	34'	28'	21'	14'	7'	28'	18'	7'	25'	13'	0	14'	0	14'	0	14'	0	
	65° 30'	64° 30'	63° 30'	62° 30'	61° 30'	60° 30'	59° 30'	58° 30'	57° 30'	56° 30'	55° 30'	54° 30'	53° 30'	52° 30'	51° 30'	50° 30'	49° 30'	48° 30'	47° 30'
51	42'	37'	31'	24'	16'	37'	18'	6'	24'	41'	28'	43'	-2'	11'	24'	6'	18'		
	65° 30'	64° 30'	63° 30'	62° 30'	61° 30'	60° 30'	59° 30'	58° 30'	57° 30'	56° 30'	55° 30'	54° 30'	53° 30'	52° 30'	51° 30'	50° 30'	49° 30'	48° 30'	47° 30'
52	47'	41'	34'	26'	18'	33'	20'	18'	6'	24'	11'	27'	12'	26'	9'	22'	4'	15'	
	66° 30'	65° 30'	64° 30'	63° 30'	62° 30'	61° 30'	60° 30'	59° 30'	58° 30'	57° 30'	56° 30'	55° 30'	54° 30'	53° 30'	52° 30'	51° 30'	50° 30'	49° 30'	48° 30'
53	50'	45'	38'	31'	21'	41'	21'	11'	21'	26'	11'	21'	8'	21'	5'	21'	5'	3'	13'
	66° 30'	65° 30'	64° 30'	63° 30'	62° 30'	61° 30'	60° 30'	59° 30'	58° 30'	57° 30'	56° 30'	55° 30'	54° 30'	53° 30'	52° 30'	51° 30'	50° 30'	49° 30'	48° 30'
54	28'	24'	18'	14'	6'	35'	22'	9'	24'	12'	27'	11'	25'	8'	20'	2'	12'		
	66° 30'	66° 30'	65° 30'	64° 30'	63° 30'	62° 30'	61° 30'	60° 30'	59° 30'	58° 30'	57° 30'	56° 30'	55° 30'	54° 30'	53° 30'	52° 30'	51° 30'	50° 30'	49° 30'
55	34'	27'	19'	13'	29'	18'	37'	24'	11'	28'	13'	28'	12'	26'	8'	20'	2'	12'	
	67° 30'	66° 30'	65° 30'	64° 30'	63° 30'	62° 30'	61° 30'	60° 30'	59° 30'	58° 30'	57° 30'	56° 30'	55° 30'	54° 30'	53° 30'	52° 30'	51° 30'	50° 30'	49° 30'
56	42'	33'	24'	14'	23'	41'	23'	11'	30'	21'	16'	30'	14'	27'	10'	21'	2'	13'	
	67° 30'	66° 30'	65° 30'	64° 30'	63° 30'	62° 30'	61° 30'	60° 30'	59° 30'	58° 30'	57° 30'	56° 30'	55° 30'	54° 30'	53° 30'	52° 30'	51° 30'	50° 30'	49° 30'
57	50'	41'	31'	21'	16'	32'	16'	32'	19'	33'	17'	33'	17'	29'	11'	23'	4'	14'	
	68° 30'	67° 30'	66° 30'	65° 30'	64° 30'	63° 30'	62° 30'	61° 30'	60° 30'	59° 30'	58° 30'	57° 30'	56° 30'	55° 30'	54° 30'	53° 30'	52° 30'	51° 30'	50° 30'
58	58'	49'	39'	28'	16'	34'	21'	38'	23'	38'	23'	38'	17'	30'	11'	25'	6'	15'	
	68° 30'	67° 30'	66° 30'	65° 30'	64° 30'	63° 30'	62° 30'	61° 30'	60° 30'	59° 30'	58° 30'	57° 30'	56° 30'	55° 30'	54° 30'	53° 30'	52° 30'	51° 30'	50° 30'
59	38'	28'	17'	11'	23'	41'	23'	13'	28'	15'	31'	17'	31'	17'	28'	8'	18'		
	68° 30'	67° 30'	66° 30'	65° 30'	64° 30'	63° 30'	62° 30'	61° 30'	60° 30'	59° 30'	58° 30'	57° 30'	56° 30'	55° 30'	54° 30'	53° 30'	52° 30'	51° 30'	50° 30'

KN3025		Z1 ve Z2 ye bağılı olarak Wk, Sp2, Zp ve U değerleri															Cetvel I d' Z1 = 6-23, Z2 = 60-80				
Z2	Z1	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23		
60	45	35°	1° 6'	1° 21'	1° 28'	1° 23'	1° 49'	1° 44'	1° 38'	1° 32'	1° 26'	1° 19'	1° 12'	1° 4'	56'	48'	1° 8'	58'			
	85°	84° 30'	83° 30'	82° 30'	82°	81°	80° 30'	79° 30'	78° 30'	77° 30'	76° 30'	76° 30'	74° 30'	73° 30'	72° 30'	71° 30'	71°	70°			
	501233	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236		
61	37	31°	58'	1° 24'	1° 19'	1° 43'	1° 38'	1° 32'	1° 26'	1° 20'	1° 14'	1° 7'	1° 1'	1° 26'	1° 18'	1° 9'	1°	50'	40'		
	85°	84° 30'	83° 30'	83°	82°	81° 30'	80° 30'	79° 30'	78° 30'	77° 30'	76° 30'	76° 30'	74° 30'	73° 30'	72° 30'	71° 30'	71°	70°			
	501233	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236		
62	32	26°	81°	1° 16'	1° 10'	1° 34'	1° 29'	1° 23'	1° 17'	1° 11'	1° 5'	1° 28'	1° 20'	1° 11'	1° 2'	1° 13'	1° 5'	1° 13'	5'		
	85°	84° 30'	83° 30'	83°	82°	81° 30'	80° 30'	80°	79° 30'	78° 30'	77° 30'	76° 30'	75° 30'	74° 30'	73° 30'	72° 30'	71° 30'	70° 30'			
	501233	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236		
63	26	50°	44'	1° 8'	1° 3'	1° 27'	1° 21'	1° 15'	1° 9'	1° 3'	1° 45'	1° 37'	1° 28'	1° 19'	1° 10'	1° 1'	1° 15'	1° 3'			
	85°	84° 30'	83° 30'	83°	82° 30'	81° 30'	80° 30'	80°	79° 30'	78° 30'	77° 30'	76° 30'	75° 30'	74° 30'	73° 30'	72° 30'	71° 30'	70° 30'			
	501233	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236		
64	21	45°	1° 8'	1°	1° 23'	1° 15'	1° 37'	1° 29'	1° 21'	1° 13'	1° 6'	1° 23'	1° 15'	1° 6'	1° 21'	1° 13'	1° 5'	1° 10'	46'		
	85°	84° 30'	84°	83°	82° 30'	81° 30'	80° 30'	80°	79° 30'	78° 30'	77° 30'	76° 30'	75° 30'	74° 30'	73° 30'	72° 30'	71° 30'	70° 30'			
	501233	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236		
65	16	39°	51°	1° 15'	1° 10'	1° 28'	1° 20'	1° 12'	1° 5'	1° 30'	1° 22'	1° 13'	1° 4'	1° 23'	1° 15'	1° 6'	1° 11'	1° 12'	59'		
	85°	84° 30'	84°	83°	82° 30'	82°	81°	80° 30'	79° 30'	78° 30'	78° 30'	76° 30'	75° 30'	74° 30'	73° 30'	72° 30'	71° 30'	70° 30'			
	501233	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236		
66	42	33°	55'	1° 16'	1° 7'	1° 28'	1° 18'	1° 38'	1° 28'	1° 18'	1° 8'	1° 38'	1° 27'	1° 15'	1° 34'	1° 24'	1° 9'	1° 11'	1° 13'		
	85° 30'	84° 30'	84°	83° 30'	82° 30'	82°	81°	80° 30'	79° 30'	78° 30'	78° 30'	76° 30'	75° 30'	74° 30'	73° 30'	72° 30'	71° 30'	70° 30'			
	501233	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236		
67	37	28°	48'	1° 9'	1° 59'	1° 18'	1° 39'	1° 28'	1° 18'	1° 8'	1° 38'	1° 27'	1° 15'	1° 34'	1° 24'	1° 9'	1° 11'	1° 13'			
	85° 30'	84° 30'	84°	83° 30'	82° 30'	82°	81° 30'	80° 30'	80°	79° 30'	78° 30'	78° 30'	76° 30'	75° 30'	74° 30'	73° 30'	72° 30'	71° 30'			
	501233	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236		
68	33	43°	1° 2'	1° 22'	1° 11'	1° 30'	1° 19'	1° 38'	1° 28'	1° 18'	1° 8'	1° 38'	1° 27'	1° 15'	1° 34'	1° 24'	1° 9'	1° 11'			
	85° 30'	85°	84°	83° 30'	83°	82°	81° 30'	81°	80°	79° 30'	78° 30'	78° 30'	76° 30'	75° 30'	74° 30'	73° 30'	72° 30'	71° 30'			
	501233	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236		
69	28	48°	37°	56'	1° 15'	1° 15'	1° 15'	1° 22'	1° 14'	1° 6'	1° 28'	1° 17'	1° 5'	1° 25'	1° 17'	1° 8'	1° 11'	1° 11'			
	85° 30'	85°	84°	83° 30'	83°	82°	81° 30'	81°	80° 30'	80° 30'	78° 30'	78° 30'	76° 30'	75° 30'	74° 30'	73° 30'	72° 30'	71° 30'			
	501233	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236		
70	24	43°	1° 1'	1° 1'	1° 8'	1° 26'	1° 16'	1° 31'	1° 21'	1° 11'	1° 52'	1° 41'	1° 30'	1° 19'	1° 8'	1° 27'	1° 17'	1° 11'			
	85° 30'	85°	84° 30'	83° 30'	83°	82° 30'	81° 30'	81°	80° 30'	79° 30'	79° 30'	76° 30'	75° 30'	74° 30'	73° 30'	72° 30'	71° 30'	70° 30'			
	501233	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236		
71	20	38°	56'	43'	1° 1'	1° 18'	1° 16'	1° 23'	1° 13'	1° 3'	1° 42'	1° 31'	1° 20'	1° 9'	1° 28'	1° 18'	1° 13'	1° 13'			
	85° 30'	85°	84° 30'	83° 30'	83°	82° 30'	82°	81° 30'	80° 30'	80° 30'	78° 30'	78° 30'	76° 30'	75° 30'	74° 30'	73° 30'	72° 30'	71° 30'			
	501233	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236		
72	16	33°	50'	50'	1° 8'	1° 11'	1° 28'	1° 17'	1° 7'	1° 32'	1° 21'	1° 10'	1° 47'	1° 36'	1° 25'	1° 14'	1° 9'	1° 13'			
	85° 30'	85°	84° 30'	84°	83° 30'	82° 30'	82°	81° 30'	80° 30'	80° 30'	78° 30'	78° 30'	76° 30'	75° 30'	74° 30'	73° 30'	72° 30'	71° 30'			
	501233	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236		
73	12	29°	48'	1° 2'	1° 18'	1° 4'	1° 20'	1° 36'	1° 26'	1° 16'	1° 37'	1° 26'	1° 15'	1° 4'	1° 33'	1° 23'	1° 8'	1° 16'			
	85° 30'	85°	84° 30'	84°	83° 30'	82° 30'	82°	81° 30'	80° 30'	80° 30'	78° 30'	78° 30'	76° 30'	75° 30'	74° 30'	73° 30'	72° 30'	71° 30'			
	501233	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236		
74	38	24°	40'	56'	1° 12'	57°	1° 13'	1° 28'	1° 18'	1° 8'	1° 42'	1° 31'	1° 20'	1° 9'	1° 28'	1° 18'	1° 13'	1° 16'			
	85°	84° 30'	84°	83° 30'	82° 30'	82°	81° 30'	81°	80°	79° 30'	78° 30'	78° 30'	76° 30'	75° 30'	74° 30'	73° 30'	72° 30'	71° 30'			
	501233	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236		
75	34	35°	51°	1° 16'	1° 21'	1° 15'	1° 20'	1° 34'	1° 24'	1° 14'	1° 33'	1° 22'	1° 11'	1° 4'	1° 33'	1° 23'	1° 8'	1° 16'			
	85°	84° 30'	84°	83° 30'	83°	82°	81° 30'	81°	80° 30'	79° 30'	78° 30'	78° 30'	76° 30'	75° 30'	74° 30'	73° 30'	72° 30'	71° 30'			
	501233	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236		
76	31	15°	31°	45'	1°	1° 14'	1° 28'	1° 12'	1° 26'	1° 40'	1° 53'	1° 37'	1° 49'	1° 32'	1° 45'	1° 27'	1° 9'	1° 20'			
	85°	84° 30'	84°	83° 30'	83°	82° 30'	82° 30'	81° 30'	81°	80° 30'	80°	79° 30'	78° 30'	77° 30'	77° 30'	75° 30'	74° 30'	73° 30'			
	501233	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236		
77	27	42°	26°	40°	51°	1° 8'	1° 21'	1° 35'	1° 18'	1° 31'	1° 44'	1° 57'	1° 39'	1° 52'	1° 34'	1° 47'	1° 29'	1° 40'			
	85°	84° 30'	84°	83° 30'	83°	82° 30'	82°	81°	80° 30'	80° 30'	78° 30'	78° 30'	76° 30'	75° 30'	74° 30'	73° 30'	72° 30'	71° 30'			
	501233	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236		
78	24	38°	51°	35°	1° 2'	1° 15'	1° 28'	1° 15'	1° 23'	1° 36'	1° 49'	1° 32'	1° 45'	1° 28'	1° 41'	1° 24'	1° 37'	1° 20'			
	85°	84° 30'	84°	83° 30'	83°	82° 30'	82°	81° 30'	81° 30'	80° 30'	79° 30'	78° 30'	78° 30'	76° 30'	75° 30'	74° 30'	73° 30'	72° 30'			
	501233	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236	501236		
79	21	34°	47°	1°	43°	56°	1° 8'	1° 21'	1° 33'	1° 45'	1° 57'	1° 39'	1° 51'	1° 33'	1° 45'	1° 27'	1° 39'				

KN 3025		Z1 ve Z2 ye bağlı olarak Uk, Sp2, Zp ve U değerleri														Cetvel I - e Z1=24-41, Z2=60-80				
Z2	Z1	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	
60	48'	37'	56'	44'	31'	48'	34'	19'	34'	19'	32'	15'	28'	20'	10'	21'	31'	11'	21'	
	60°	60°	60° 30'	66° 30'	65° 30'	65° 30'	64°	63°	62° 30'	61° 30'	61°	60°	59° 30'	58° 30'	58°	59° 30'	56° 30'	56°	56°	
61	49'	38'	57'	45'	32'	49'	35'	20'	35'	20'	33'	16'	29'	21'	11'	22'	32'	12'	22'	
	60° 30'	60° 30'	60° 30'	66° 30'	65° 30'	65° 30'	64°	63°	62° 30'	61° 30'	61°	60°	59° 30'	58° 30'	58°	59° 30'	56° 30'	56°	56°	
62	50'	39'	58'	46'	33'	50'	36'	21'	36'	21'	34'	17'	30'	22'	12'	23'	33'	13'	23'	
	60° 30'	60° 30'	60° 30'	66° 30'	65° 30'	65° 30'	64°	63°	62° 30'	61° 30'	61°	60°	59° 30'	58° 30'	58°	59° 30'	56° 30'	56°	56°	
63	51'	40'	59'	47'	34'	51'	37'	22'	37'	22'	35'	18'	31'	23'	13'	24'	34'	14'	24'	
	60° 30'	60° 30'	60° 30'	66° 30'	65° 30'	65° 30'	64°	63°	62° 30'	61° 30'	61°	60°	59° 30'	58° 30'	58°	59° 30'	56° 30'	56°	56°	
64	52'	41'	60'	48'	35'	52'	38'	23'	38'	23'	36'	19'	32'	24'	14'	25'	35'	15'	25'	
	60° 30'	60° 30'	60° 30'	66° 30'	65° 30'	65° 30'	64°	63°	62° 30'	61° 30'	61°	60°	59° 30'	58° 30'	58°	59° 30'	56° 30'	56°	56°	
65	53'	42'	61'	49'	36'	53'	39'	24'	39'	24'	37'	20'	33'	25'	15'	26'	36'	16'	26'	
	60° 30'	60° 30'	60° 30'	66° 30'	65° 30'	65° 30'	64°	63°	62° 30'	61° 30'	61°	60°	59° 30'	58° 30'	58°	59° 30'	56° 30'	56°	56°	
66	54'	43'	62'	50'	37'	54'	40'	25'	40'	25'	38'	21'	34'	26'	16'	27'	37'	17'	27'	
	60° 30'	60° 30'	60° 30'	66° 30'	65° 30'	65° 30'	64°	63°	62° 30'	61° 30'	61°	60°	59° 30'	58° 30'	58°	59° 30'	56° 30'	56°	56°	
67	55'	44'	63'	51'	38'	55'	41'	26'	41'	26'	39'	22'	35'	27'	17'	28'	38'	18'	28'	
	60° 30'	60° 30'	60° 30'	66° 30'	65° 30'	65° 30'	64°	63°	62° 30'	61° 30'	61°	60°	59° 30'	58° 30'	58°	59° 30'	56° 30'	56°	56°	
68	56'	45'	64'	52'	39'	56'	42'	27'	42'	27'	40'	23'	36'	28'	18'	29'	39'	19'	29'	
	60° 30'	60° 30'	60° 30'	66° 30'	65° 30'	65° 30'	64°	63°	62° 30'	61° 30'	61°	60°	59° 30'	58° 30'	58°	59° 30'	56° 30'	56°	56°	
69	57'	46'	65'	53'	40'	57'	43'	28'	43'	28'	41'	24'	37'	29'	19'	30'	40'	20'	30'	
	60° 30'	60° 30'	60° 30'	66° 30'	65° 30'	65° 30'	64°	63°	62° 30'	61° 30'	61°	60°	59° 30'	58° 30'	58°	59° 30'	56° 30'	56°	56°	
70	58'	47'	66'	54'	41'	58'	44'	29'	44'	29'	42'	25'	38'	30'	20'	31'	41'	21'	31'	
	60° 30'	60° 30'	60° 30'	66° 30'	65° 30'	65° 30'	64°	63°	62° 30'	61° 30'	61°	60°	59° 30'	58° 30'	58°	59° 30'	56° 30'	56°	56°	
71	59'	48'	67'	55'	42'	59'	45'	30'	45'	30'	43'	26'	39'	31'	21'	32'	42'	22'	32'	
	60° 30'	60° 30'	60° 30'	66° 30'	65° 30'	65° 30'	64°	63°	62° 30'	61° 30'	61°	60°	59° 30'	58° 30'	58°	59° 30'	56° 30'	56°	56°	
72	60'	49'	68'	56'	43'	60'	46'	31'	46'	31'	44'	27'	40'	32'	22'	33'	43'	23'	33'	
	60° 30'	60° 30'	60° 30'	66° 30'	65° 30'	65° 30'	64°	63°	62° 30'	61° 30'	61°	60°	59° 30'	58° 30'	58°	59° 30'	56° 30'	56°	56°	
73	61'	50'	69'	57'	44'	61'	47'	32'	47'	32'	45'	28'	41'	33'	23'	34'	44'	24'	34'	
	60° 30'	60° 30'	60° 30'	66° 30'	65° 30'	65° 30'	64°	63°	62° 30'	61° 30'	61°	60°	59° 30'	58° 30'	58°	59° 30'	56° 30'	56°	56°	
74	62'	51'	70'	58'	45'	62'	48'	33'	48'	33'	46'	29'	42'	34'	24'	35'	45'	25'	35'	
	60° 30'	60° 30'	60° 30'	66° 30'	65° 30'	65° 30'	64°	63°	62° 30'	61° 30'	61°	60°	59° 30'	58° 30'	58°	59° 30'	56° 30'	56°	56°	
75	63'	52'	71'	59'	46'	63'	49'	34'	49'	34'	47'	30'	43'	35'	25'	36'	46'	26'	36'	
	60° 30'	60° 30'	60° 30'	66° 30'	65° 30'	65° 30'	64°	63°	62° 30'	61° 30'	61°	60°	59° 30'	58° 30'	58°	59° 30'	56° 30'	56°	56°	
76	64'	53'	72'	60'	47'	64'	50'	35'	50'	35'	48'	31'	44'	36'	26'	37'	47'	27'	37'	
	60° 30'	60° 30'	60° 30'	66° 30'	65° 30'	65° 30'	64°	63°	62° 30'	61° 30'	61°	60°	59° 30'	58° 30'	58°	59° 30'	56° 30'	56°	56°	
77	65'	54'	73'	61'	48'	65'	51'	36'	51'	36'	49'	32'	45'	37'	27'	38'	48'	28'	38'	
	60° 30'	60° 30'	60° 30'	66° 30'	65° 30'	65° 30'	64°	63°	62° 30'	61° 30'	61°	60°	59° 30'	58° 30'	58°	59° 30'	56° 30'	56°	56°	
78	66'	55'	74'	62'	49'	66'	52'	37'	52'	37'	50'	33'	46'	38'	28'	39'	49'	29'	39'	
	60° 30'	60° 30'	60° 30'	66° 30'	65° 30'	65° 30'	64°	63°	62° 30'	61° 30'	61°	60°	59° 30'	58° 30'	58°	59° 30'	56° 30'	56°	56°	
79	67'	56'	75'	63'	50'	67'	53'	38'	53'	38'	51'	34'	47'	39'	29'	40'	50'	30'	40'	
	60° 30'	60° 30'	60° 30'	66° 30'	65° 30'	65° 30'	64°	63°	62° 30'	61° 30'	61°	60°	59° 30'	58° 30'	58°	59° 30'	56° 30'	56°	56°	
80	68'	57'	76'	64'	51'	68'	54'	39'	54'	39'	52'	35'	48'	40'	30'	41'	51'	31'	41'	
	60° 30'	60° 30'	60° 30'	66° 30'	65° 30'	65° 30'	64°	63°	62° 30'	61° 30'	61°	60°	59° 30'	58° 30'	58°	59° 30'	56° 30'	56°	56°	

(1+X₁) Faktörü
(Diş başı yüksekliğinin tesbit edilmesi için)

Çetvel 2

Diş başı yükseklikleri h_{k1} ve h_{k2} , (24) ve (25) formülleri ile hesaplanır.

Yalnız $\delta = 90^\circ$ ve
 $b = (7 \dots 10) m_n$ için uygundur.

Basınç açısı $\alpha = 17\frac{1}{2}^\circ$ Zf III

i > 3

Z ₂	Z ₁										
	6 ⁺	7 ⁺	8	9	10	11	12	13	14	15	16
22	1,46	1,46	1,43								
24	1,42	1,42	1,40								
26	1,40	1,40	1,39	1,36							
28	1,40	1,40	1,38	1,36							
30	1,41	1,41	1,38	1,35	1,32						
35	1,42	1,42	1,39	1,37	1,33	1,29	1,23				
40	1,43	1,43	1,40	1,38	1,34	1,29	1,24	1,18	1,12		
45	1,44	1,44	1,42	1,39	1,35	1,30	1,24	1,18	1,12	1,06	1,00
50	1,45	1,45	1,43	1,41	1,36	1,31	1,25	1,19	1,12	1,06	1,00
55	1,47	1,47	1,45	1,42	1,38	1,32	1,25	1,18	1,12	1,06	1,00
60	1,48	1,48	1,46	1,44	1,39	1,33	1,26	1,18	1,13	1,06	1,00
70	1,50	1,50	1,49	1,47	1,41	1,34	1,27	1,19	1,13	1,07	1,00
80	1,52	1,52	1,51	1,48	1,44	1,36	1,28	1,20	1,13	1,07	1,00

Basınç açısı $\alpha = 20^\circ$ Zf I

i > 1

Z ₂	Z ₁										
	6 ⁺	7 ⁺	8	9	10	11	12	13	14	15	16
18								1,00	1,00	1,00	1,00
20					1,17	1,02	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
22	1,30	1,30	1,27	1,23	1,16	1,04	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
24	1,28	1,28	1,26	1,22	1,16	1,06	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
26	1,26	1,26	1,25	1,22	1,16	1,07	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
28	1,26	1,26	1,25	1,22	1,17	1,08	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
30	1,26	1,26	1,25	1,22	1,17	1,09	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
35	1,27	1,27	1,26	1,23	1,18	1,11	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
40	1,28	1,28	1,28	1,24	1,20	1,13	1,02	1,00	1,00	1,00	1,00
45	1,29	1,29	1,29	1,25	1,21	1,15	1,05	1,00	1,00	1,00	1,00
50	1,31	1,31	1,30	1,26	1,23	1,16	1,07	1,00	1,00	1,00	1,00
55	1,32	1,32	1,32	1,29	1,24	1,18	1,09	1,00	1,00	1,00	1,00
60	1,33	1,33	1,33	1,30	1,26	1,20	1,11	1,03	1,00	1,00	1,00
70	1,36	1,36	1,36	1,32	1,29	1,24	1,16	1,08	1,00	1,00	1,00
80	1,39	1,39	1,38	1,35	1,32	1,27	1,20	1,12	1,00	1,00	1,00

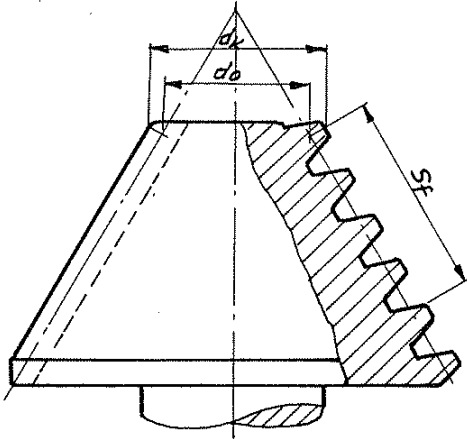
Basınç açısı $\alpha = 22\frac{1}{2}^\circ$ Zf I

Z ₂	Z ₁										
	6 ⁺	7 ⁺	8 ⁺	9	10	11	12	13	14	15	16
18								1,00	1,00	1,00	1,00
20					1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
22		1,18	1,12	1,03	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
24			1,12	1,03	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
26				1,04	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
28				1,04	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
30					1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
35						1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
40							1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
45								1,00	1,00	1,00	1,00
50									1,00	1,00	1,00

+ Pinyonlarının diş sayıları az olan ağır hizmet mekanizmaları için pinyon dişlerine mukavemet kazandırılmış özel azdırmalar kullanılmalıdır.

Konik azdırma

Cetvel 3



Standart gösterilişe ait bir örnek

3 - 39 - 48 - 20° - I - r

3 = Normal modül m_n 39 = Azdırmanın dış küçük çapı d_k 48 = Azdırmanın efektif kesme boyu S_f 20° = Basınç açısı α I = Dış profili Z_f

r = Spiral yönü

Klingelnberg standardı KN 3024'e göre, azdırmanın boyutları

m_n	Seri A (4 ağızlı azdırma) S_f kısa				Seri B (5 ağızlı azdırma) S_f orta				Seri C (6 ağızlı azdırma) S_f uzun			
	d_k	S_f	d_o	Kanal sayısı	d_k	S_f	d_o	Kanal sayısı	d_k	S_f	d_o	Kanal sayısı
1	14	13	11,75	8	18	16	15,75	8	18	19	15,75	8
1,25 ⁺	17	16	14,19	8	21	20	18,19	8	21	24	18,19	8
1,5	20	19	16,62	8	24	24	20,62	8	24	29	20,62	8
1,75 ⁺	23	22	19,06	8	27	28	23,06	8	27	33	23,06	8
2	26	26	21,5	8	30	32	25,5	10	30	38	25,5	10
2,25 ⁺	29	29	23,94	8	32	36	26,94	10	32	43	26,94	10
2,5	32	32	26,37	8	35	40	29,37	10	35	48	29,37	10
2,75 ⁺	34	35	27,81	8	37	44	30,81	10	37	52	30,81	10
3	36	38	29,25	10	39	48	32,25	10	39	57	32,25	10
3,25 ⁺	38	41	30,69	10	42	52	34,69	10	42	62	34,69	10
3,5	40	44	32,12	10	44	55	36,12	10	44	66	36,12	10
3,75 ⁺	42	48	33,56	10	46	59	37,56	10	46	71	37,56	10
4	44	51	35	10	49	63	40	10	49	76	40	10
4,25 ⁺	46	54	36,44	10	51	67	41,44	10	51	81	41,44	10
4,5 ⁺	48	57	37,87	10	53	71	42,87	10	53	85	42,87	10
5	52	63	40,75	10	58	79	46,75	10	58	95	46,75	10
5,5 ⁺	56	70	43,62	10	63	87	50,62	10	63	104	50,62	10
6	60	76	46,5	10	67	95	53,5	10	67	114	53,5	10
6,5 ⁺	64	82	49,37	10	72	103	57,37	10	72	123	57,37	10
7	68	88	52,25	10	77	110	61,25	10	77	132	61,25	10
7,5 ⁺					81	118	64,12	10				
8					86	126	68	10				

*) Eğer mümkün ise bu modüller kullanılmamalıdır.

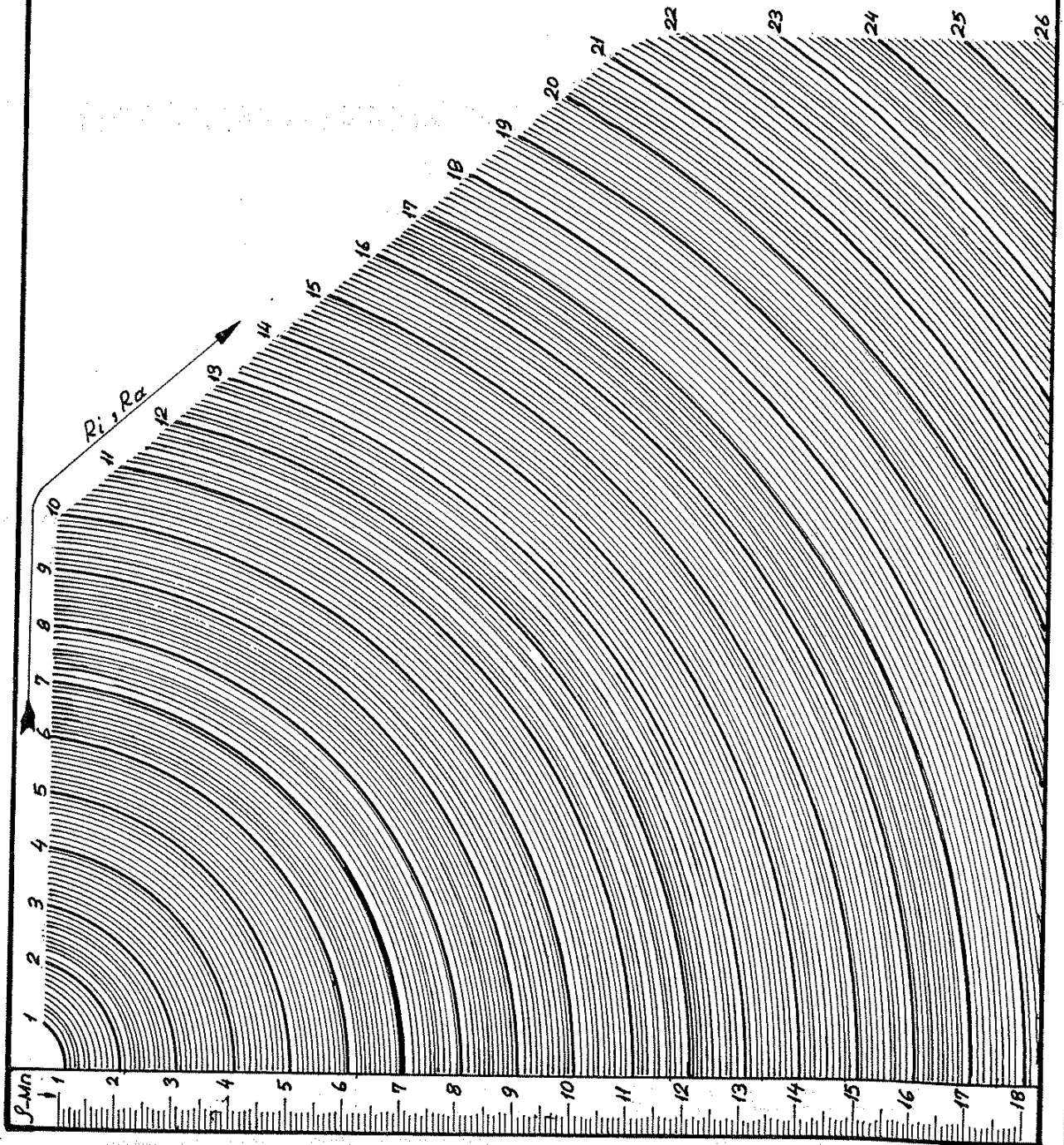
a, b ve c eski serili azdırmaların d_o ve S_f ölçüleri Cetvel 4 b de mevcuttur. Bu durumda d_k aşağıdaki şekilde hesaplanabilir.

$$d_k = d_o + 2,25 \cdot m_n$$

Azdırma pozisyonunun kontrol grafiği

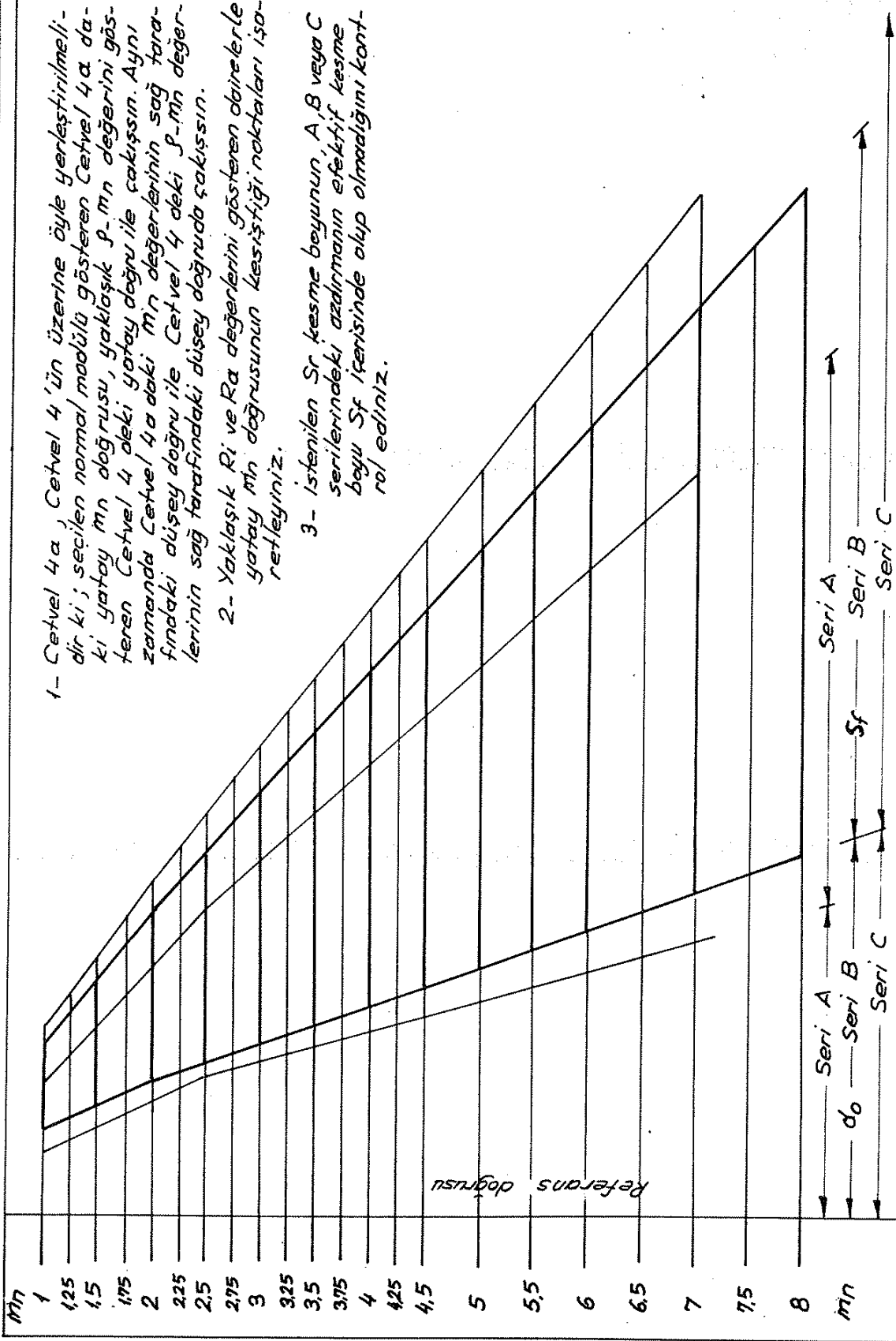
Cetvel 4

Eğer, grafikte verilmemiş olan R_a koni uzunluğundaki azdırmaların pozisyonları kontrol edilmek isteniyorsa, milimetrik kağıtta çizim yapılmalıdır.



Azdırma pozisyonunun kontrol grafiği

Cetve 4a



Azdırma pozisyonunun kontrol grafiği

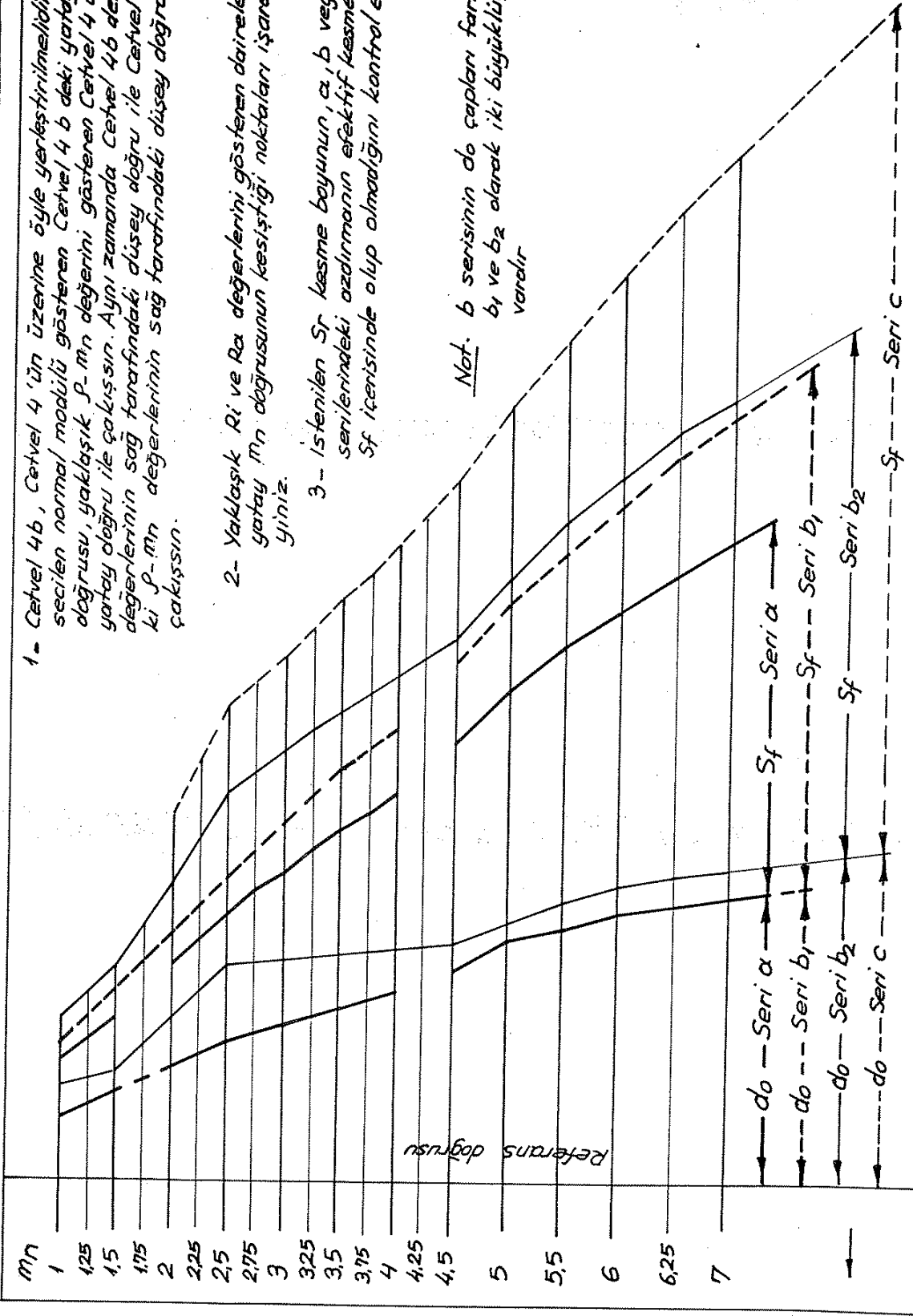
Cetvel 4b

1- Cetvel 4b, Cetvel 4'ün üzerine öyle yerleştirilmelidir ki; seçilen normal modülü gösteren Cetvel 4 b deki yatay m_n değeri, yaklaşık p -m'n değerini gösteren Cetvel 4 deki yatay doğru ile çakışsın. Aynı zamanda Cetvel 4b deki m_n değerlerinin sağ tarafındaki düşey doğru ile Cetvel 4 deki p -m'n değerlerinin sağ tarafındaki düşey doğru da çakışsın.

2- Yaklaşık R_i ve R_a değerlerini gösteren dairelerle yatay m_n doğrusunun kesiştiği noktaları işaretleyiniz.

3- İstenilen S_f kesme boyunun, α , b veya c serilerindeki azdırmanın efektif kesme boyu S_f içerisinde olup olmadığını kontrol ediniz.

Not. b serisinin d_0 çapları farklı b_1 ve b_2 olarak iki büyüklüğü vardır

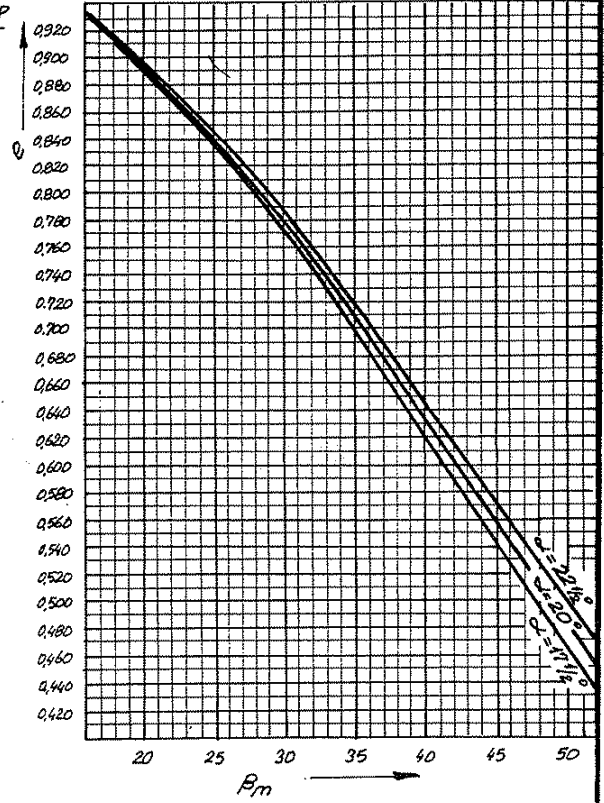
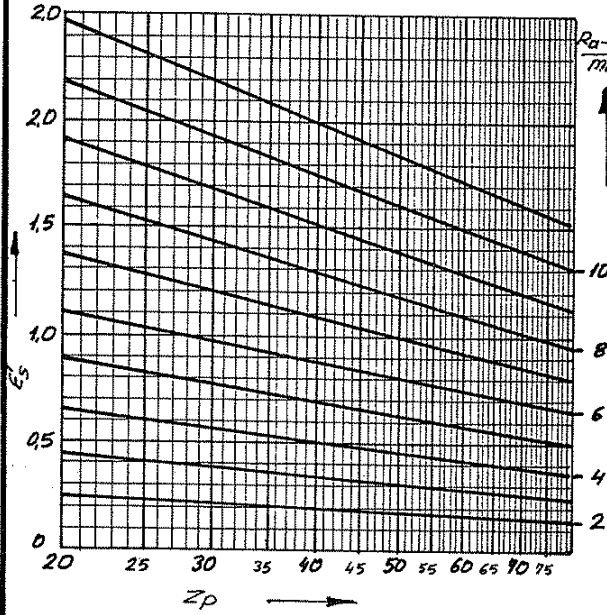


Referans doğrusu

d_0 — Seri α — S_f — Seri α
 d_0 — Seri b_1 — S_f — Seri b_1
 d_0 — Seri b_2 — S_f — Seri b_2
 d_0 — Seri c — S_f — Seri c

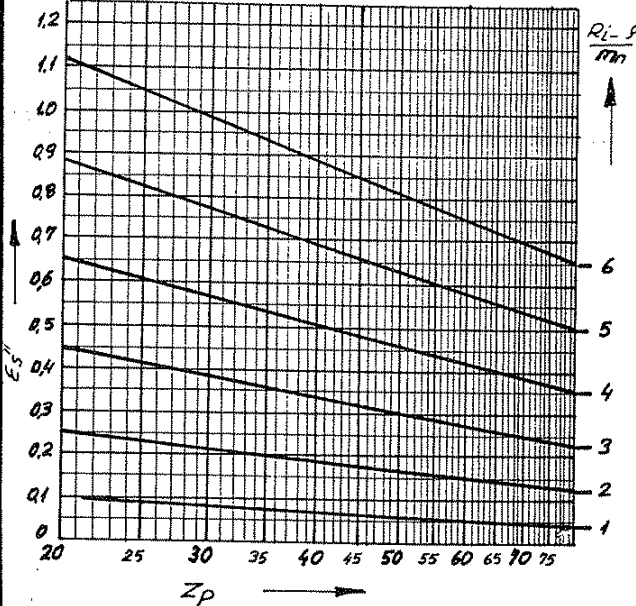
Adım kavrama oranı E_s ve
 Profil kavrama oranı E_p

Cetvel 5
 a-c



Cetvel 5a - " $R_a - P$ " Genişliğindeki diş için adım kavrama oranı E_s

Cetvel 5c - Ortalama helis açısına bağlı olarak hesaplama faktörü e .



Adım kavrama oranı: $E_s = E_s' - E_s''$

E_s' - Cetvel 5a

E_s'' - Cetvel 5b

Profil kavrama oranı: $E_p = E_p' \cdot e$

β_m - Formül (56)

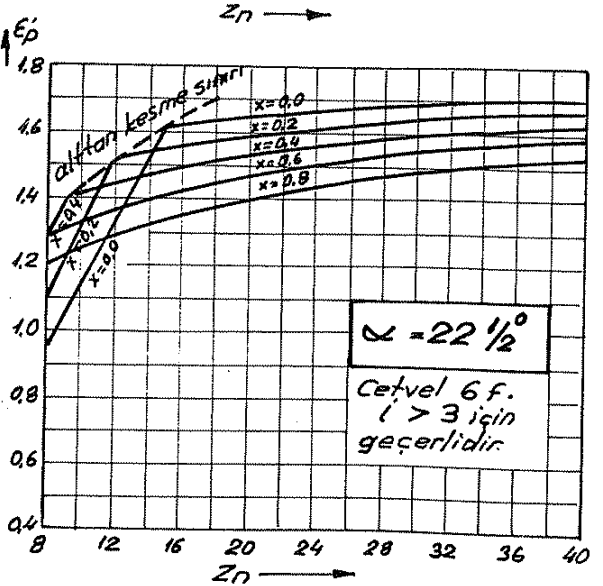
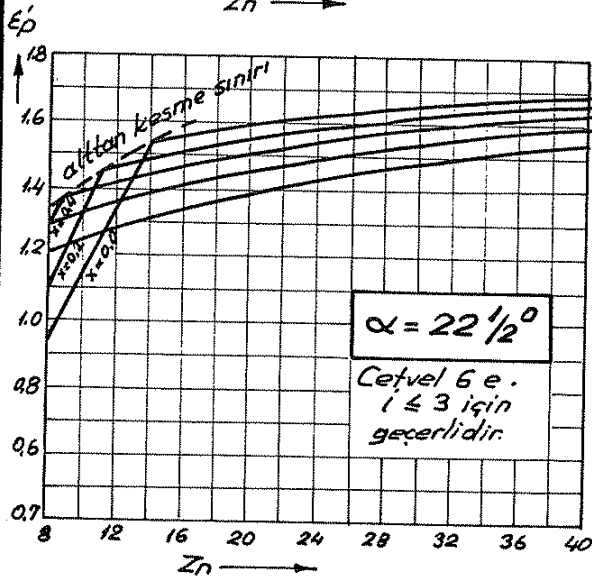
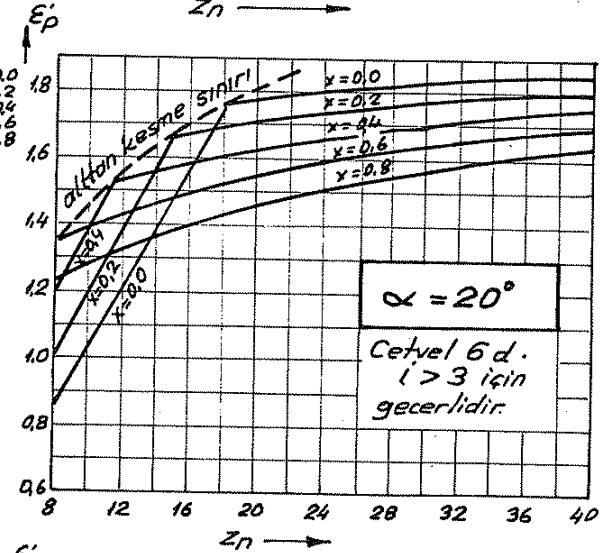
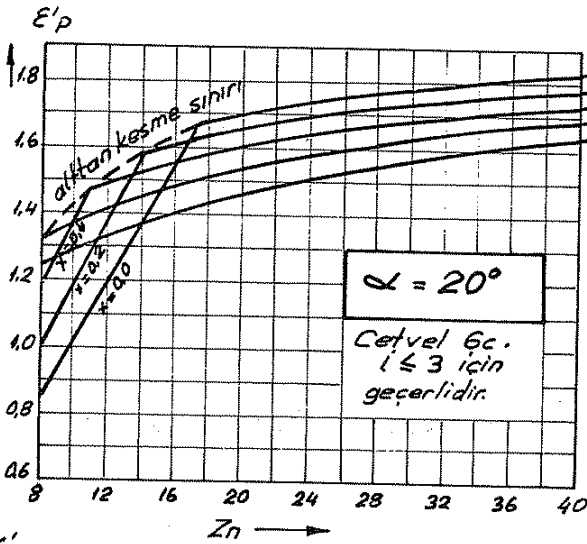
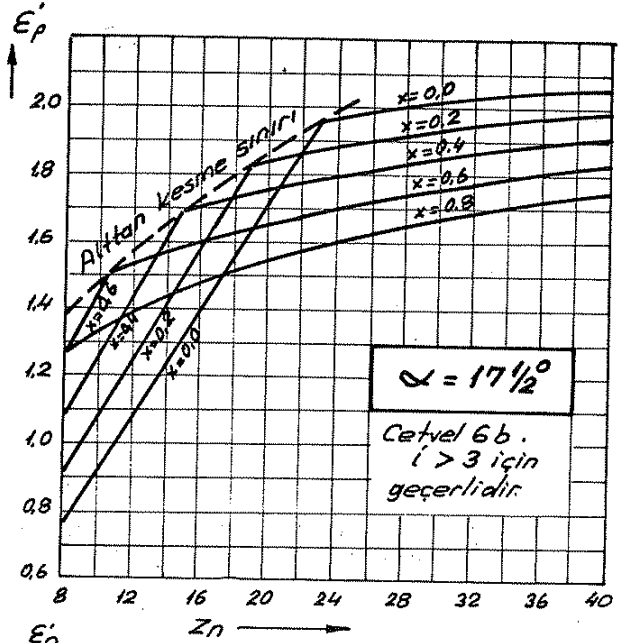
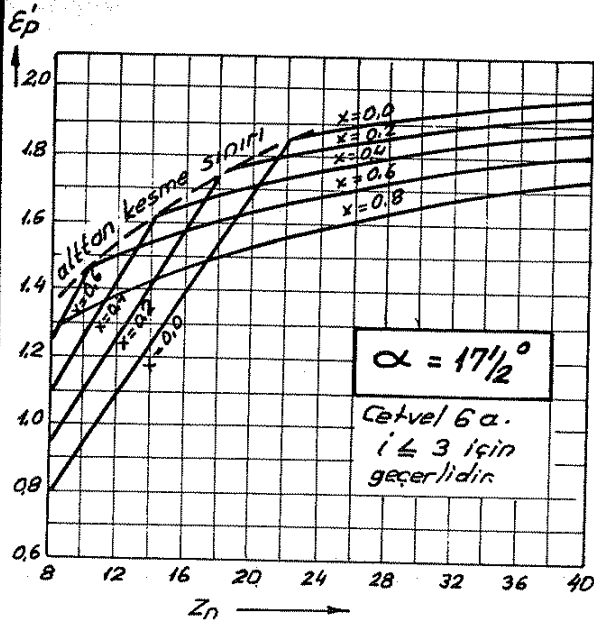
E_p' - Cetvel 6

e - Cetvel 5c veya formül (55)

Cetvel 5b - " $R_i - P$ " genişliğindeki diş için adım kavrama oranı E_s

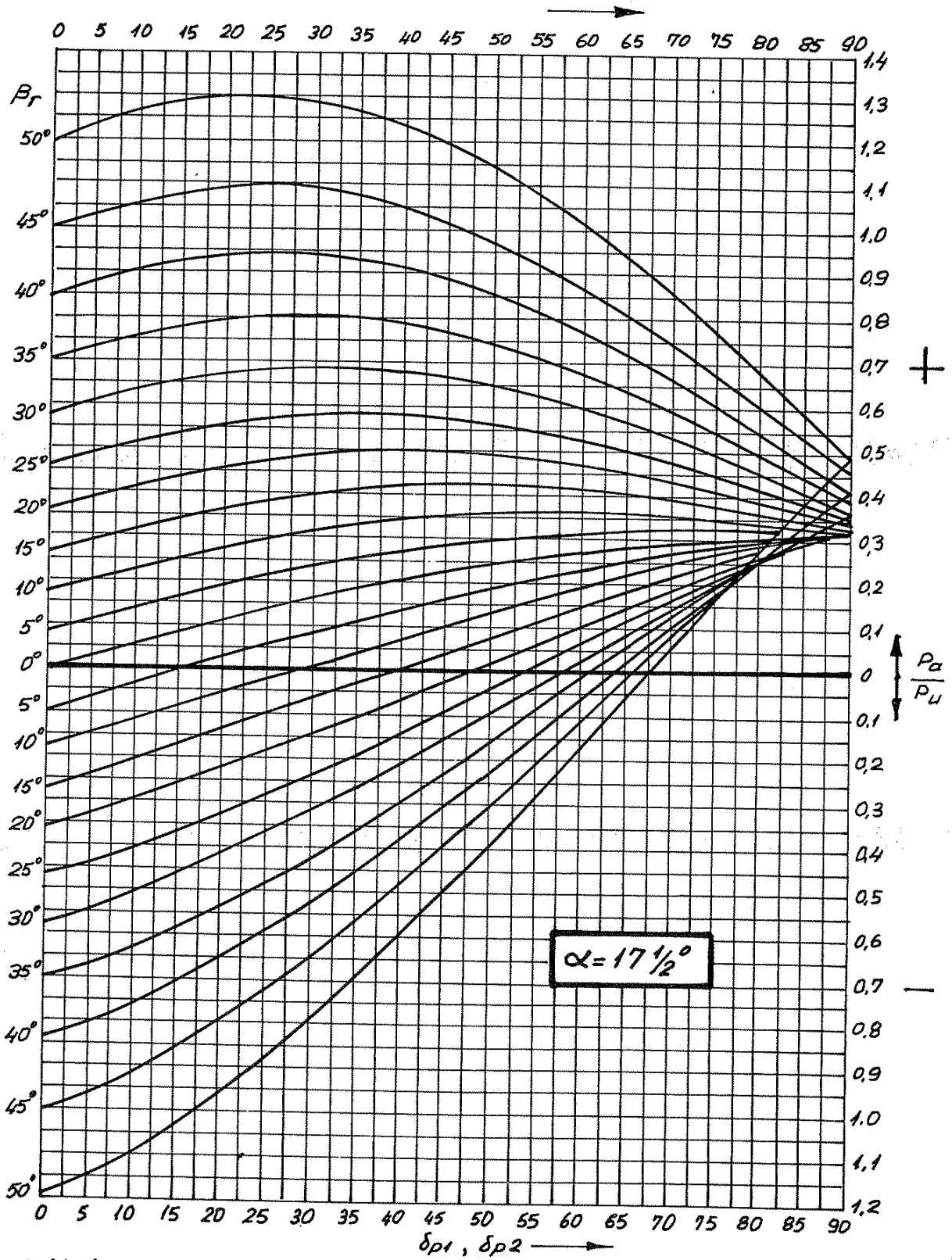
ϵ_p ara değerleri
(Profil kavrama oranı ϵ_p nin elde edilmesi için)
 $\epsilon_p = \epsilon_p \cdot e$ (e - Cetvel 5c)

Cetvel 6a - 6f



Eksenel kuvvet P_a
(Basınç açısı $\alpha = 17\frac{1}{2}^\circ$ için ve P_u çevre kuvvetine
bağlı olarak)
Eksenler arası bütün açılar için geçerlidir.

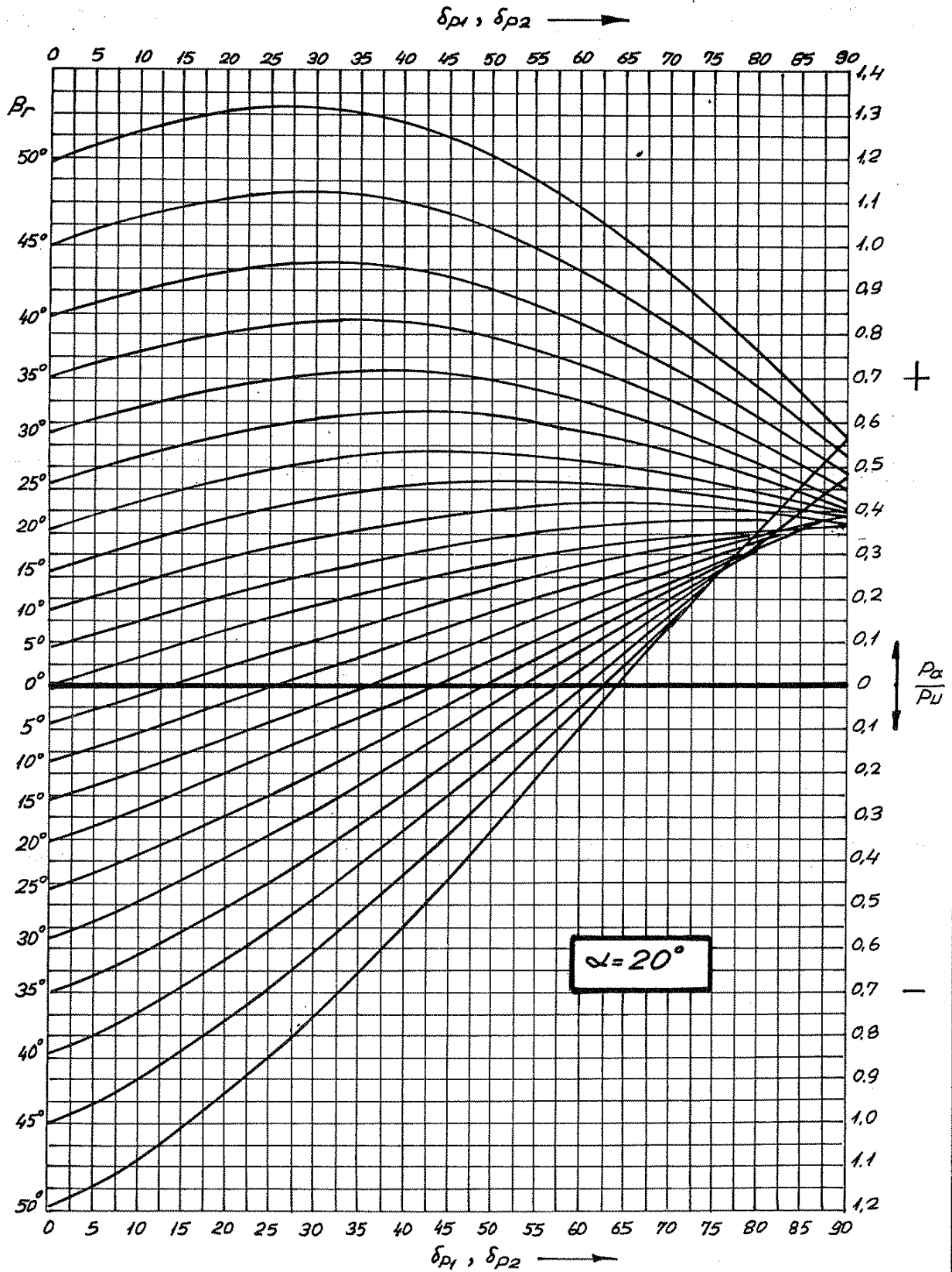
Cetvel 7



Dikkat . Dönme yönü ile helis yönü aynı yönde iseler (Şekil 8'deki gibi) eğrilerin üst kısmı döndüren dişli için ve alt kısmında dândürülen dişli için kullanılır. Dönme yönü ile helis yönü ters yönde iseler, eğrilerin alt kısmı döndüren dişli için ve üst kısmında dândürülen dişli için kullanılır.

Eksenel kuvvet P_a
(Basınç açısı $\alpha = 20^\circ$ için ve P_u çevre kuvvetine bağlı olarak)
Eksenler arası bütün açılar için geçerlidir

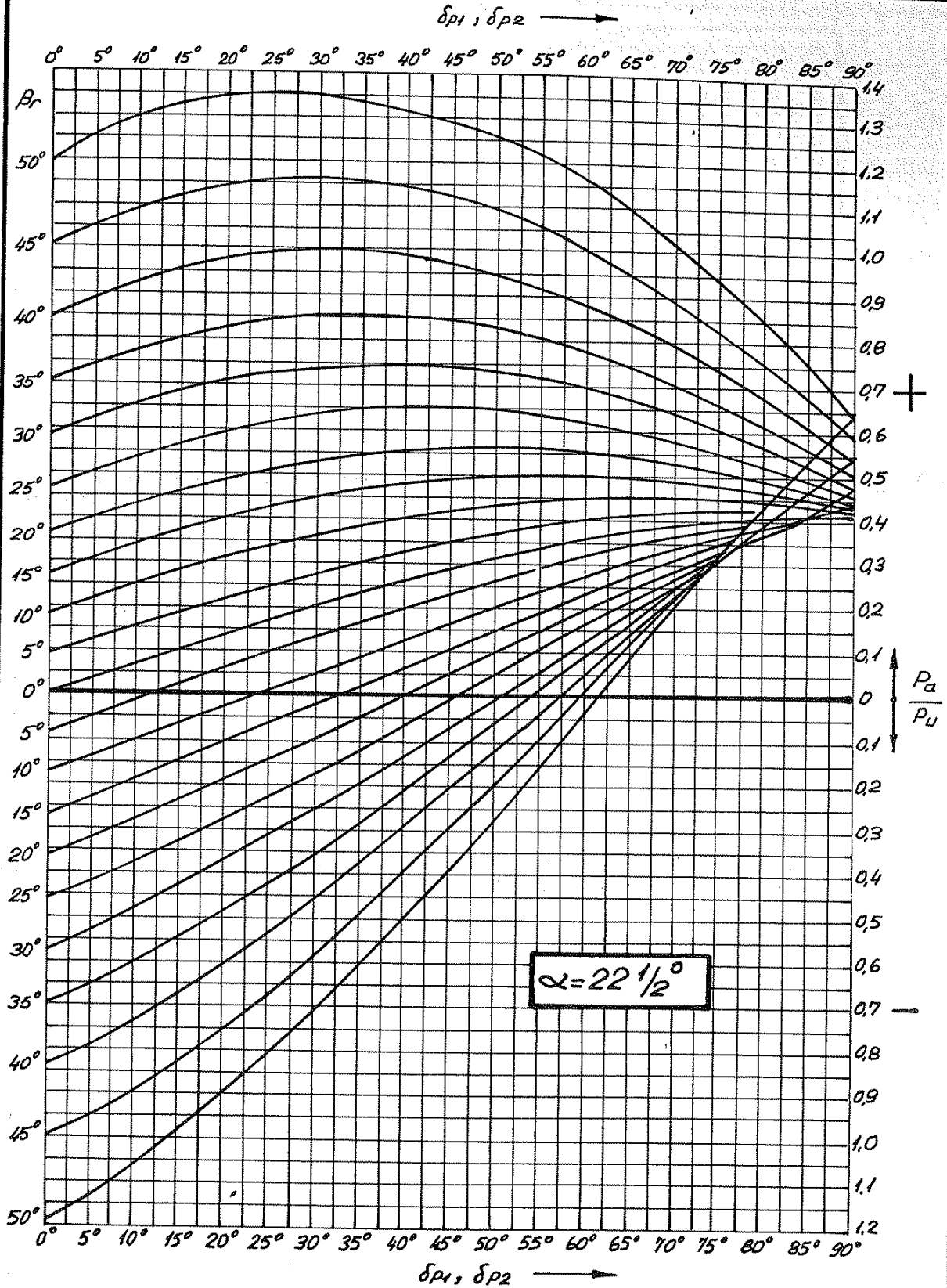
Çetvel 8



Dikkat. Dönme yönü ile helis yönü aynı yönde iseler (Şekil 8'deki gibi) eğrilerin üst kısmı döndüren dişli için ve alt kısmında döndürülen dişli için kullanılır. Dönme yönü ile helis yönü ters yönde iseler, eğrilerin alt kısmı döndüren dişli için ve üst kısmında döndürülen dişli için kullanılır.

Eksenel kuvvet P_a
(Basınç açısı $\alpha = 22\frac{1}{2}^\circ$ için ve P_u çevre kuvvetine bağlı olarak)
Eksenler arası bütün açılar için geçerlidir.

Çetvel 9



Dikkat . Dönme yönü ile helis yönü aynı yönde iseler (Şekil 8 deki gibi) eğrilerin üst kısmı döndüren dişli için ve alt kısmında döndürülen dişli için kullanılır. Dönme yönü ile helis yönü ters yönde iseler, eğrilerin alt kısmı döndüren dişli için ve üst kısmında döndürülen dişli için kullanılır.

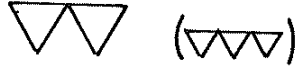
Dişli çarkların ölçülendirilmesinde ilave büyüklükler

Cetvel 10

Parantez içindeki ölçüler- Taşıyıcı mil
payı bırakılmış tornalama ölçüleridir

Temas yüzeyleri, taşıyıcı mil veya merkezleme deliği ve kontrol noktaları birlikte uygun olarak çalışmalıdır.

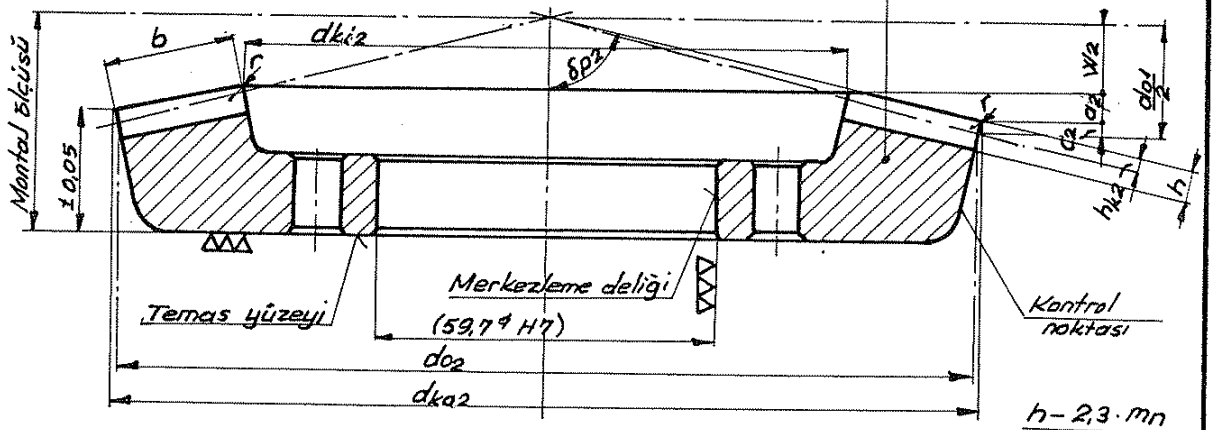
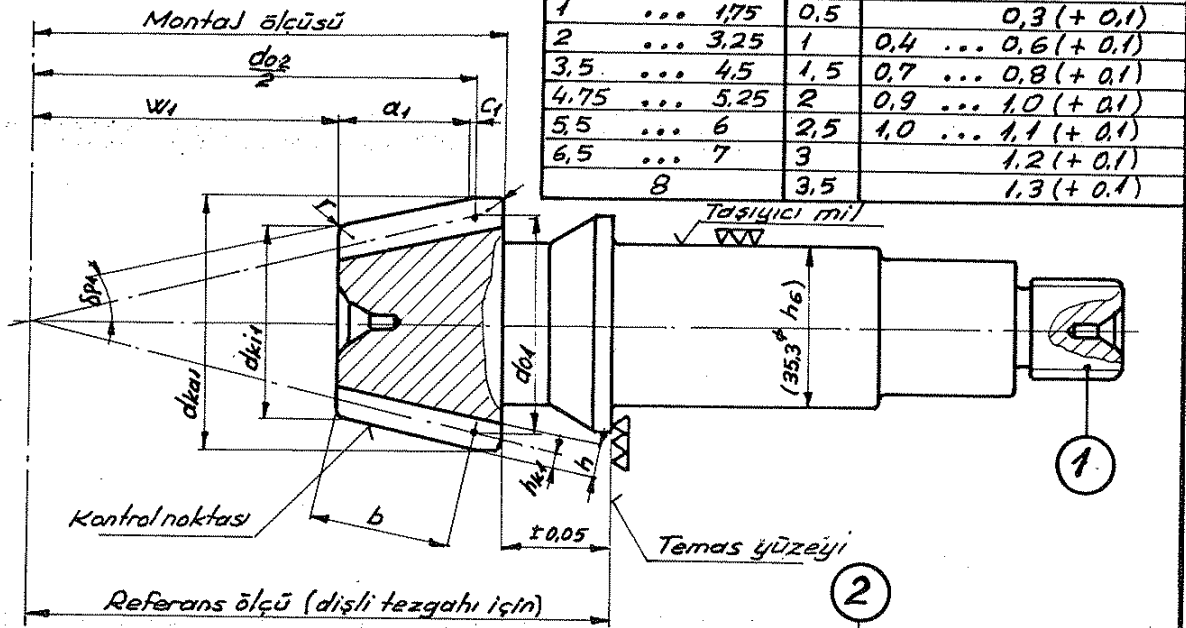
Uygun olmıyan çalışmada müsaade edilebilir hata: mm.



Dişli boyutları		Küçük dişli	Büyük dişli
Normal modül	m_n		
Alan modülü	m_s		
Diş sayıları	Z		
Taksimat daireesi çapları	d_o		
Diş genişliği	b		
Kavrama açısı	α		
Eksenler arası açısı	δ		
Diş başı yükseklikleri	h_k		
Helis yönü			

Diş d_e , r yarı çapı ve E_t sementasyon derinliği

m_n	r	E_t
1 ... 1,75	0,5	0,3 (+ 0,1)
2 ... 3,25	1	0,4 ... 0,6 (+ 0,1)
3,5 ... 4,5	1,5	0,7 ... 0,8 (+ 0,1)
4,75 ... 5,25	2	0,9 ... 1,0 (+ 0,1)
5,5 ... 6	2,5	1,0 ... 1,1 (+ 0,1)
6,5 ... 7	3	1,2 (+ 0,1)
8	3,5	1,3 (+ 0,1)



No	Değişiklik	Tarih	İsim	Parça No	Adet	Parça adı	Malzeme	Açıklamalar
				2	1	Ayna dişli	16 Mn Cr 5	Kopma Mukavemeti 70...80 kp/mm ³
				1	1	Pinyon	16 Mn Cr 5	

Taşıyıcı mil ve merkezleme deliğinde
Taşlama toleransları

Cetvel 11

Taşıyıcı mildeki ve çark yüzeyindeki salgı toleransları

	Sertleştirmeden önce	Sertleştirmeden sonra
Çevrede	0,02 mm.	φ 300 mm. ye kadar 0,05 mm. ye kadar φ 300 mm. üzerinde 0,12 mm. ye kadar
Yüzeyde	0,02 mm.	φ 300 mm. ye kadar 0,05 mm. ye kadar φ 300 mm. üzerinde 0,12 mm. ye kadar

Montaj toleransları

Konik dişlilerde müsaade edilebilir

eksenel ve radyal boşluk (Yatak boşluğu);

$m_n = 2$ mm. ye kadar 0,05 mm.

$m_n = 2$ mm. nin üzerinde 0,1 mm.

Ayna dişlinin pinyondan

müsaade edilebilir sapması :

$m_n = 2$ mm. ye kadar 0,1 mm.

$m_n = 2$ mm. nin üzerinde 0,2 mm.

Spiral konik dişliler için yaklaşık yan boşluk değerleri

m_n	1	2	3	4
Yan boşluk [mm]	0,06 ... 0,08	0,08 ... 0,11	0,10 ... 0,13	0,12 ... 0,14
m_n	5	6	7	8
Yan boşluk [mm]	0,14 ... 0,17	0,15 ... 0,18	0,16 ... 0,19	0,18 ... 0,20

Daha büyük değerler daha büyük çarklara uygulanmalıdır.

Taşlama Toleransları

Dış Taşlama	İç Taşlama		
	Delğin işlenmiş ölçüsü	Tornalama ölçüsü	Tornalama toleransları (ISA standartları H7 ye göre)
a) Pinyon mil ile beraber	φ 10 mm. ye kadar	- 0,10	+ 0,015 - 0
Taşlama çapı Tornalama ölçüsü	φ 10 mm. nin üzeri.	- 0,15	+ 0,018 - 0
50 mm. (dahil) ye kadar + 0,3 mm.	φ 18 mm. ye kadar	- 0,20	+ 0,021 - 0
50 mm. nin üzerinde + 0,4 mm.	φ 18 mm. nin üzeri.	- 0,25	+ 0,025 - 0
Ölçüler ISA standartı h 6 ya göre uygun mil çapları içindir. Ölçüler tam olarak tutmalıdır.	φ 30 mm. ye kadar	- 0,30	+ 0,030 - 0
	φ 30 mm. nin üzeri.	- 0,30	+ 0,035 - 0
	φ 50 mm. ye kadar	- 0,40	+ 0,040 - 0
	φ 50 mm. nin üzeri.	- 0,60	+ 0,046 - 0
	φ 80 mm. ye kadar	- 0,80	+ 0,052 - 0
	φ 80 mm. nin üzeri.	- 1,00	+ 0,057 - 0
	φ 120 mm. ye kadar		
	φ 120 mm. nin üzeri		
	φ 160 mm. ye kadar		
	φ 160 mm. nin üzeri		
	φ 250 mm. ye kadar		
	φ 250 mm. nin üzeri		
	φ 315 mm. ye kadar		
	φ 315 mm. nin üzerinde		

İlave edilen taşlama toleransları sadece şekilleri bozulmaya neden olabilecek çarklar için kabul olunur. Bunun gibi çarklar için taşlama toleransları imalatçı firma tarafından verilir. İşleme problemleri meydana getireceğinden bu gibi çarklardan kaçınılmalıdır.

Eğer verilen toleranslar ve tornalama ölçüleri tutmadığı takdirde, dişli açma maliyeti çok daha yükselecektir.

Dişli açmak için hesaplanmış büyüklükler
(Eksenler arası açı $\delta=90^\circ$ ve basıncı açısı $\alpha=20^\circ$ için)

Çetvel 12

Çevrim oranı 1/1 $Z_1=26$ $\delta_{p1}=45^\circ$ $Z_p=36,7694$ $\beta_r=38^\circ 20'$ $\epsilon_s=1,62$
 $Z_2=26$ $\delta_{p2}=45^\circ$ $\omega_k=0^\circ$ $\epsilon_p=1,08$

do1	40	60	80	100	120	140	160	180	200	220	240	260	280
do2	40	60	80	100	120	140	160	180	200	220	240	260	280
Mn	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7
b	7,5	12	16	20	24	28	32	36	40	44	48	52	56
Ra	28,28	42,43	56,57	70,71	84,85	98,99	113,14	127,28	141,42	155,56	169,70	183,85	197,99
P	18,38	27,58	36,77	45,96	55,15	64,35	73,54	82,73	91,92	101,12	110,31	119,50	128,69
hki	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7

Çevrim oranı 1,33/1 $Z_1=24$ $\delta_{p1}=36^\circ 30'$ $Z_p=39,8079$ $\beta_r=37^\circ 30'$ $\epsilon_s=1,56$
 $Z_2=32$ $\delta_{p2}=53^\circ 30'$ $\omega_k=0^\circ 22'$ $\epsilon_p=1,16$

do1	36	54	72	90	108	126	144	162	180	198	216	234	252
do2	48	72	96	120	144	168	192	216	240	264	288	312	336
Mn	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7
b	7,5	12	16	20	24	28	32	36	40	44	48	52	56
Ra	29,86	44,78	59,71	74,64	89,57	104,50	119,42	134,35	149,28	164,21	179,14	194,06	208,99
P	19,91	29,87	39,81	49,76	59,71	69,66	79,62	89,57	99,52	109,47	119,42	129,38	139,33
hki	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7

Çevrim oranı 2/1 $Z_1=17$ $\delta_{p1}=26^\circ$ $Z_p=37,8286$ $\beta_r=38^\circ 20'$ $\epsilon_s=1,60$
 $Z_2=34$ $\delta_{p2}=64^\circ$ $\omega_k=0^\circ 34'$ $\epsilon_p=1,13$

do1	26	39	52	65	78	91	104	117	130	143	156	169	182
do2	52	78	104	130	156	182	208	234	260	286	312	338	364
Mn	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7
b	8	12	16	20	24	28	32	36	40	44	48	52	56
Ra	28,93	43,39	57,86	72,32	86,78	101,25	115,71	130,17	144,64	159,10	173,57	188,03	202,49
P	18,91	28,37	37,83	47,29	56,74	66,20	75,66	85,11	94,57	104,03	113,49	122,94	132,40
hki	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7

Çevrim oranı 3/1 $Z_1=12$ $\delta_{p1}=17^\circ 30'$ $Z_p=37,7469$ $\beta_r=39^\circ 50'$ $\epsilon_s=1,62$
 $Z_2=36$ $\delta_{p2}=72^\circ 30'$ $\omega_k=0^\circ 56'$ $\epsilon_p=1,10$

do1	18,67	28	37,33	46,67	56	65,33	74,67	84	93,33	102,67	112	121,33	130,67
do2	56	84	112	140	168	196	224	252	280	308	336	364	392
Mn	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7
b	8	12	16	20	24	28	32	36	40	44	48	52	56
Ra	29,36	44,04	58,72	73,40	88,08	102,76	117,43	132,11	146,79	161,47	176,15	190,83	205,51
P	18,87	28,31	37,75	47,18	56,62	65,06	74,49	83,93	93,37	102,80	112,24	121,68	131,11
hki	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7

Çevrim oranı 4/1 $Z_1=10$ $\delta_{p1}=12^\circ 30'$ $Z_p=40,9710$ $\beta_r=37^\circ 50'$ $\epsilon_s=1,56$
 $Z_2=40$ $\delta_{p2}=77^\circ 30'$ $\omega_k=1^\circ 32'$ $\epsilon_p=1,09$

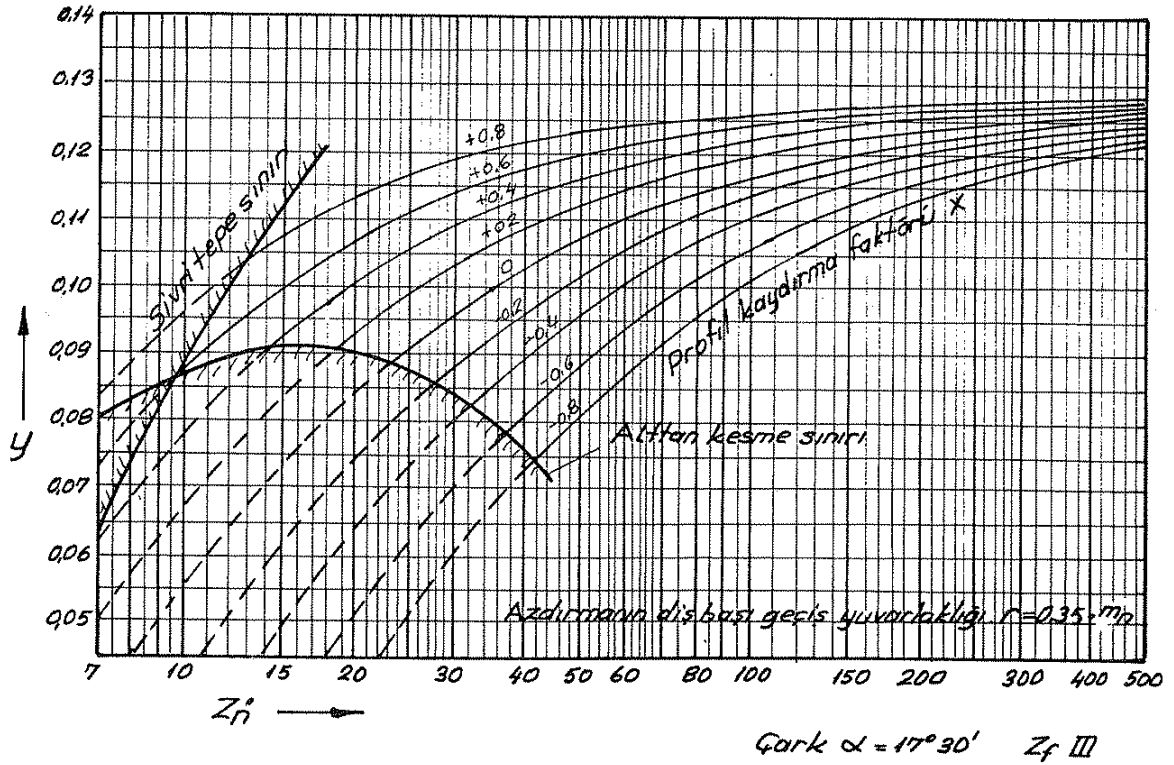
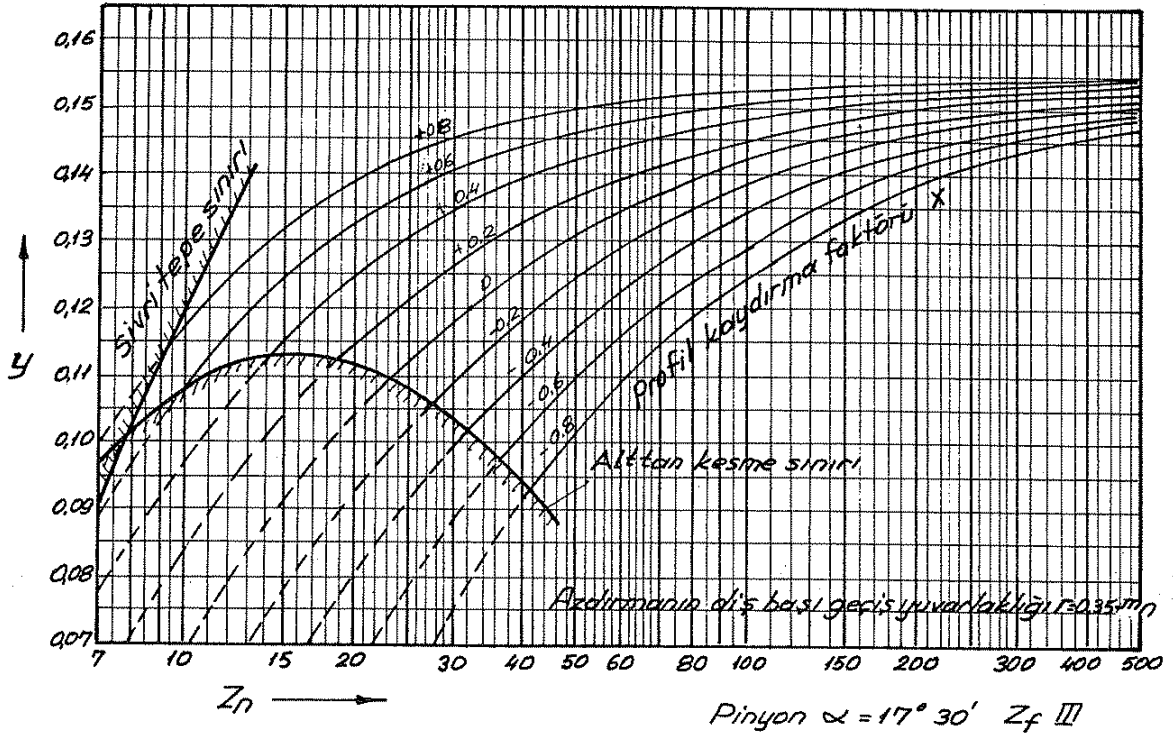
do1	15	22,50	30	37,50	45	52,50	60	67,50	75	82,50	90	97,50	105
do2	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	360	390	420
Mn	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7
b	8	12	16	20	24	28	32	36	40	44	48	52	56
Ra	30,73	46,09	61	75,82	92,18	107,55	122,91	138,28	153,64	169,01	184,37	199,73	215,10
P	20,48	30,73	40,97	51,21	61,46	71,70	81,94	92,18	102,43	112,67	122,91	133,16	143,40
hki	1,2	1,8	2,4	3	3,6	4,2	4,8	5,4	6	6,6	7,2	7,8	8,4

Çevrim oranı 5/1 $Z_1=8$ $\delta_{p1}=9^\circ 30'$ $Z_p=40,5560$ $\beta_r=37^\circ 40'$ $\epsilon_s=1,59$
 $Z_2=40$ $\delta_{p2}=80^\circ 30'$ $\omega_k=1^\circ 49'$ $\epsilon_p=1,07$

do1	12	18	24	30	36	42	48	54	60	66	72	78	84
do2	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	360	390	420
Mn	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7
b	8	12	16	20	24	28	32	36	40	44	48	52	56
Ra	30,42	45,63	60,83	76,04	91,25	106,46	121,67	136,88	152,09	167,29	182,50	197,71	212,92
P	20,28	30,42	40,56	50,70	60,83	70,97	81,11	91,25	101,39	111,53	121,67	131,81	141,95
hki	1,2	1,8	2,4	3	3,6	4,2	4,8	5,4	6	6,6	7,2	7,8	8,4

Diş profil faktörü y
(Lewis formülünde kullanılan)

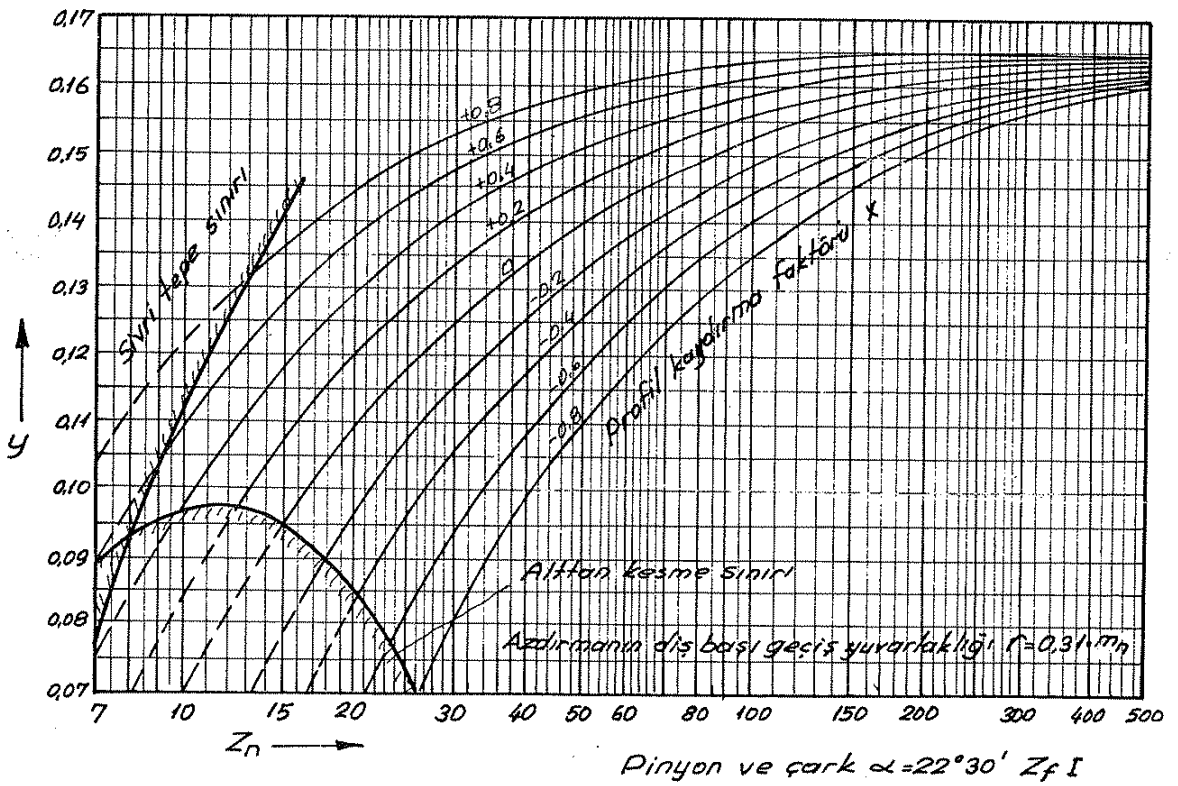
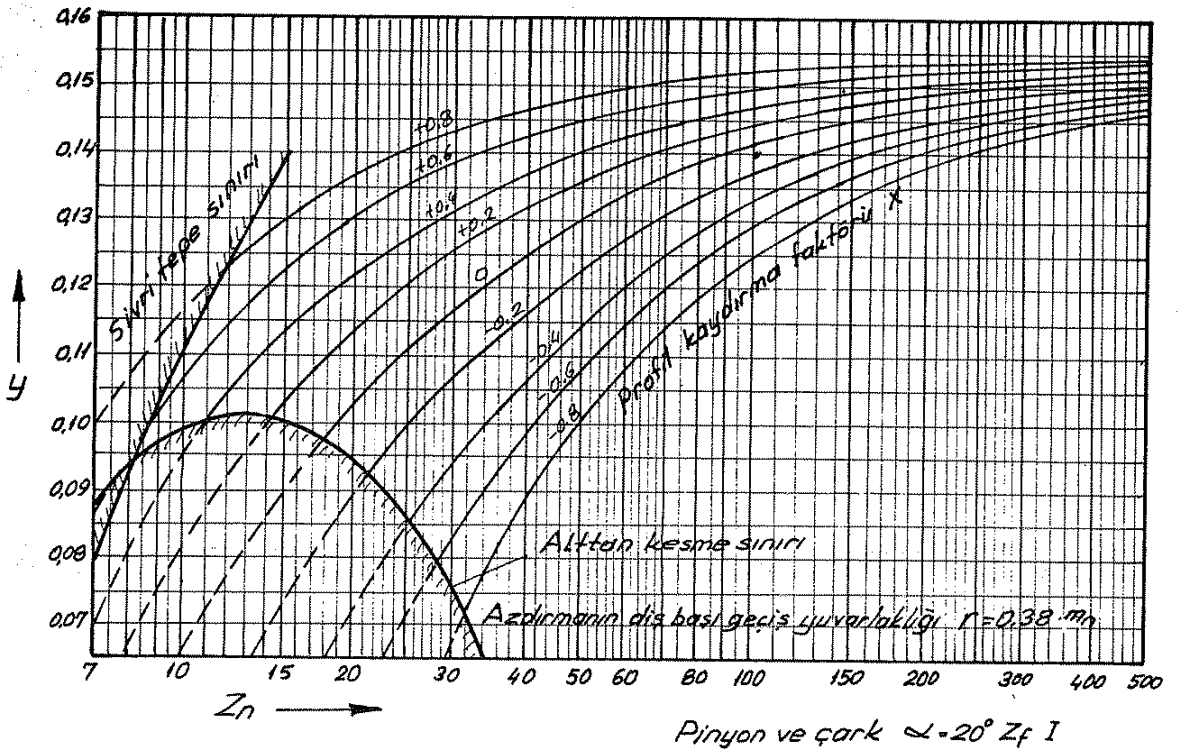
Cetvel 13



Not . $Z_f I$ ve $Z_f III$ ile ilgili açıklamalar için sayfa 13 ve 14'e bakınız.

Diş profil faktörü y
(Lewis formülünde kullanılan)

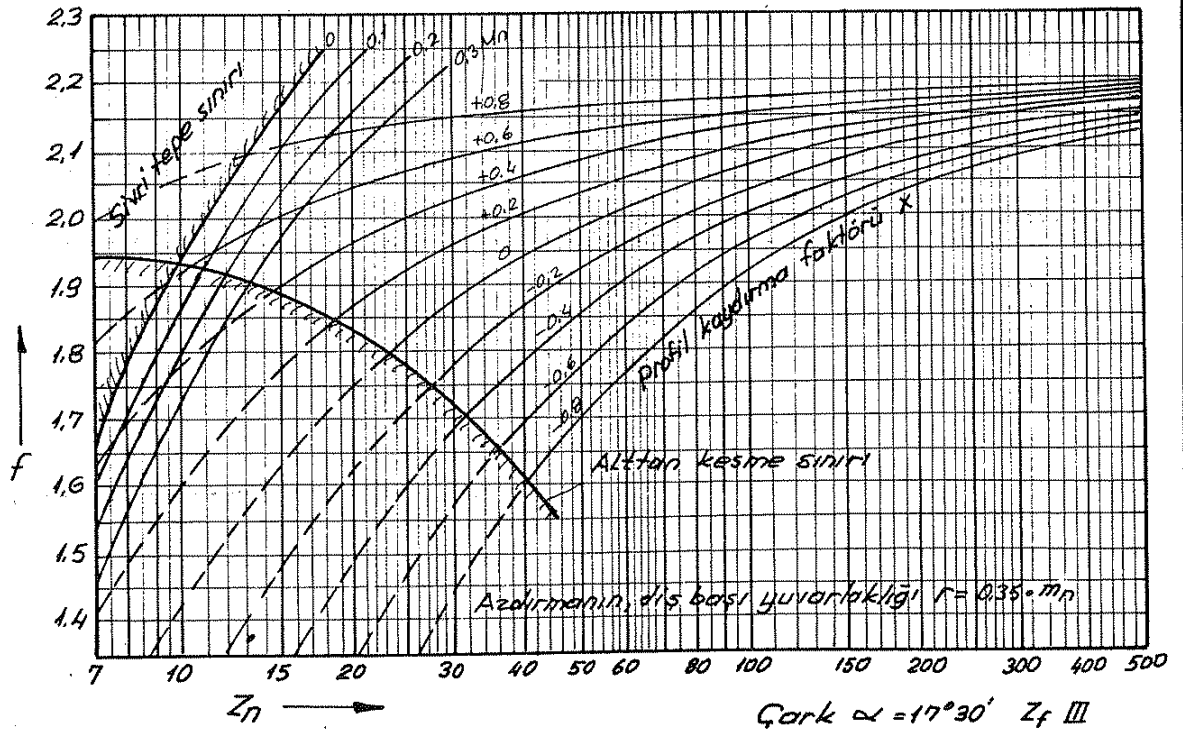
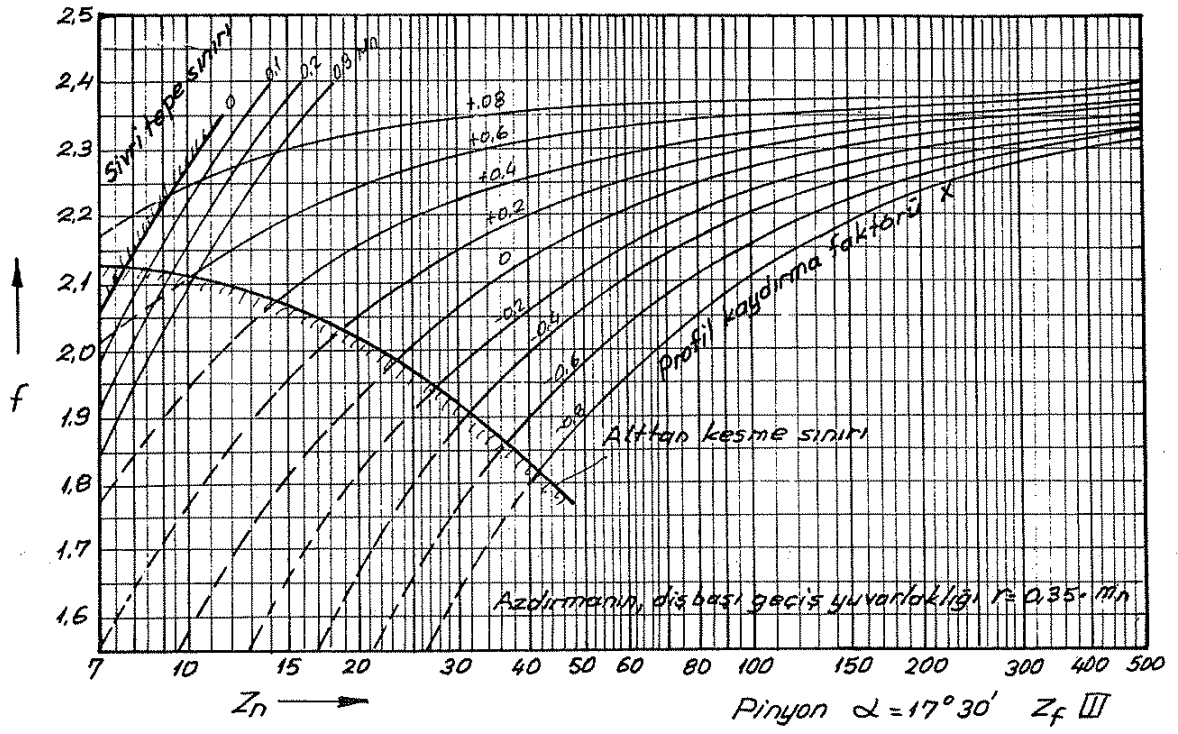
Cetvel 14



Not - $Z_f I$ ve $Z_f III$ ile ilgili açıklamalar için sayfa 13 ve 14'e bakınız.

Diş tabanı kalınlık faktörü f

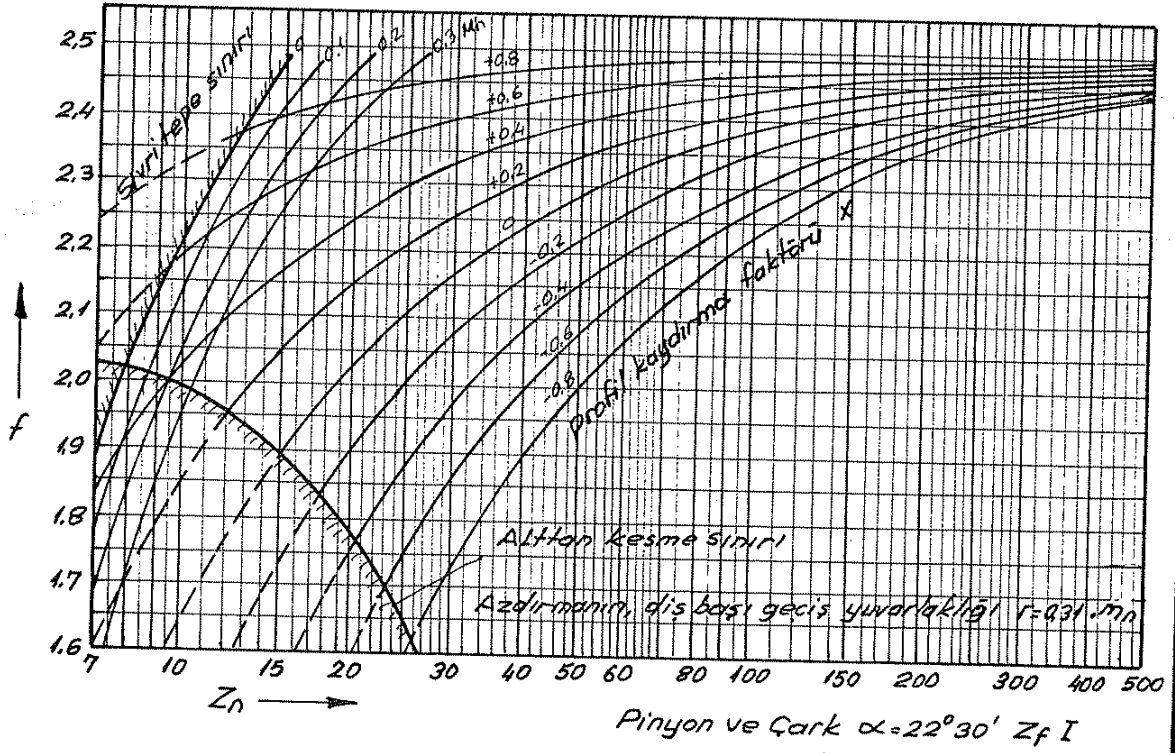
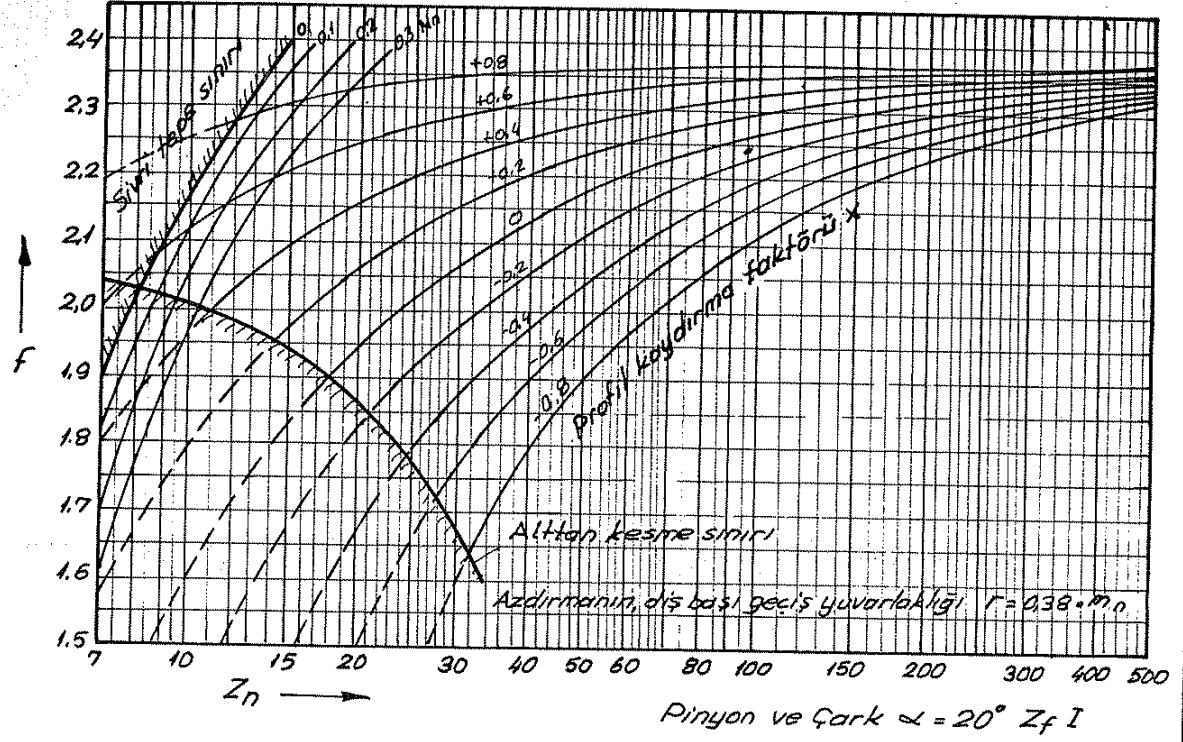
Cetvel 15



Not. Z_f I ve Z_f III ile ilgili açıklamalar için Sayfa 13 ve 14'e bakınız.

Diş tabanı kalınlık faktörü f

Cetve 16

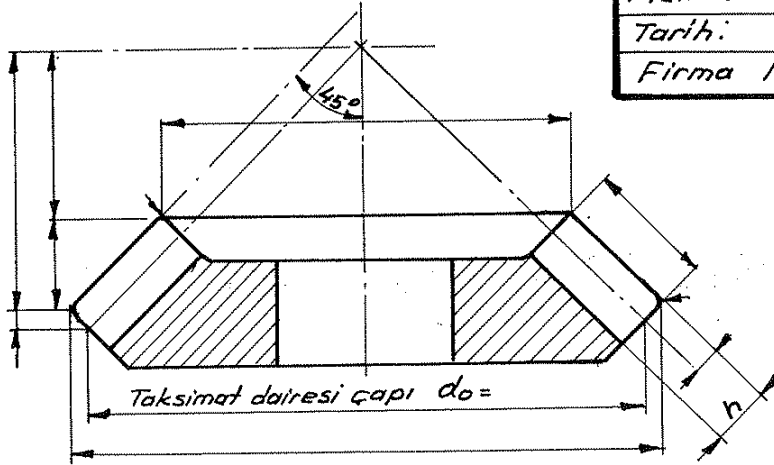


Not. $Z_f I$ ve $Z_f III$ ile ilgili açıklamalar için Sayfa 13 ve 14'e bakınız.

KLINGELNBERG
PALLOİD - SİRAL KONİK DİŞLİLER

1

Dişli boyutları	
Normal Modül m_n	
Alın Modülü m_s	
Diş sayıları Z_1/Z_2	
Taksimat dairesi çapı d_o	
Diş genişliği b	
Basınç açısı α	
Helis yönü	
Malzeme	
Tarih:	$\beta_r =$
Firma ismi	

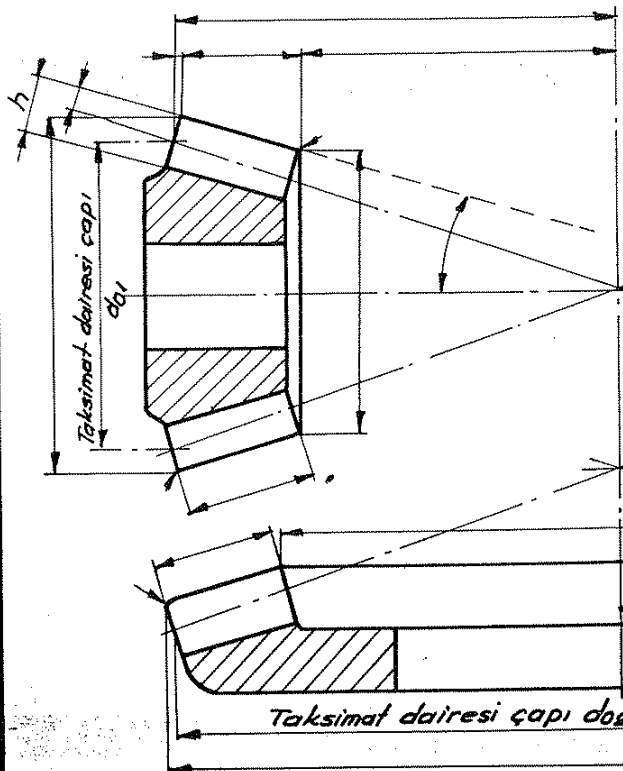


$h = 2,3 \cdot m_n$

KLINGELNBERG
PALLOİD - SİRAL KONİK DİŞLİLER

2

Dişli boyutları	
Normal Modül m_n	
Alın Modülü m_s	
Diş sayıları Z_1/Z_2	
Taksimat dairesi çapı d_o	
Diş genişliği b	
Basınç açısı α	
Helis yönü	
Malzeme	
Tarih:	$\beta_r =$
Firma ismi	



$h = 2,3 \cdot m_n$

AFK 100-200

$i =$
 $Z =$

$\frac{b}{m_n} =$ $\frac{R_g}{b} =$
 $d_{01} =$ $d_{02} =$ $b =$

$m_n =$ $m_s =$
 $\delta p_1 =$ $\delta p_2 =$ $\sin \delta p_1 =$ $\cos \delta p_1 =$

$N =$ HP $d_1 =$ $U =$ Eksenler arası açılar

$r_1 =$ d/dok $k_1 =$ $R_a =$ Cotg $\delta p_1 =$

$d_{m1} =$ $mm.$ $C_2 =$ $R_i =$ Cotg $\delta p_2 =$

$v_1 =$ $m/sn.$ $\alpha_2 =$ $\beta =$ $\delta p_1 =$

$P_u =$ $kp.$ $k_2 =$ $\delta p_2 =$

$P_{em} =$ $kp.$ $C_1 =$ $\omega_k =$

Emniyet faktörü = $d_{k01} =$ $\beta - Mn =$ $\sin \delta p_2 =$

Malzeme = $d_{k01} =$ $Z_p =$ $\cos \delta p_2 =$

Pinyon: Helis yönü $d_{k02} =$ $x_m =$

Çark: Helis yönü $d_{k02} =$

Değişiklik :
Gerektçe :
Tarih :

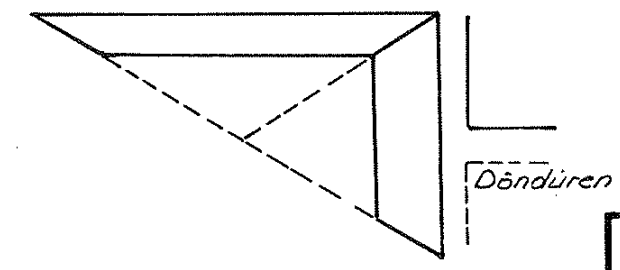
$\frac{d_{02}}{2} =$ $h_{k1} =$ $Z_{n1} =$ Basınç açısı :

$\frac{d_{01}}{2} =$ $h_{k2} =$ $Z_{n2} =$ $Z_f =$

$W_1 =$

$W_2 =$

$\beta_m =$
 $\beta_r =$



AFK	Resim No.
Mühendislik şubesi	
Tezgaah tipi	Firma ismi:

Hesaplayan: Tarih Adı Soyadı

Kontrol eden: Tarih Adı Soyadı

METRIK VE İNGİLİZ BİRİMLERİ ARASINDAKİ

BAGINTILAR

I- UZUNLUK

1mm = 0,03937015 inch
1cm = 0,03280856 ft.
1m = 1,09361519 yds.
1km = 0,62137227 mile

II- ALAN

1cm² = 0,15500085 sq. inch
1m² = 10,7639477 sq. ft.
1km² = 1,19599418 sq. yds.

III- HACİM

1cm³ = 0,06102404 Cu. inch
1m³ = 35,3148502 Cu. ft.
= 1,30795741 Cu. yds.
1dm³ = 0,2641699 gallon (USA) = 1 lt.
1dm³ = 0,21997547 imperialgallon = 1 lt.

IV- AĞIRLIK

1gr = 0,03527396 oz.
1kg. = 2,2046223 lbs.
1t. = 0,98420638 longtons

V- HIZ

1m/sn. = 196,851 ft. per min.
= 2,236940 st. mph.
1km/h = 0,62137 mph.

VI- BASINÇ

1kg/cm² = 14,223293 lbs. per sq. inch
1kg/m² = 0,20481542 lb. per sq. ft.
1t/cm² = 6,3496842 tons per sq. inch

VII- MEKANİK ENERJİ

1 mkg = 7,2330235 footpounds
1 PS = 0,9863 HP
1 KW = 1,3414 HP

