

T.C.
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI



MEGEP

(MESLEKİ EĞİTİM VE ÖĞRETİM SİSTEMİNİN
GÜÇLENDİRİLMESİ PROJESİ)

MAKİNE TEKNOLOJİSİ

DİŞLİ ÇARKLAR

ANKARA 2006

Milli Eğitim Bakanlığı tarafından geliştirilen modüller;

- Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığının 02.06.2006 tarih ve 269 sayılı Kararı ile onaylanan, Mesleki ve Teknik Eğitim Okul ve Kurumlarında kademeli olarak yaygınlaştırılan 42 alan ve 192 dala ait çerçeve öğretim programlarında amaçlanan mesleki yeterlikleri kazandırmaya yönelik geliştirilmiş öğretim materyalleridir (Ders Notlarıdır).
- Modüller, bireylere mesleki yeterlik kazandırmak ve bireysel öğrenmeye rehberlik etmek amacıyla öğrenme materyali olarak hazırlanmış, denenmek ve geliştirilmek üzere Mesleki ve Teknik Eğitim Okul ve Kurumlarında uygulanmaya başlanmıştır.
- Modüller teknolojik gelişmelere paralel olarak, amaçlanan yeterliği kazandırmak koşulu ile eğitim öğretim sırasında geliştirilebilir ve yapılması önerilen değişiklikler Bakanlıkta ilgili birime bildirilir.
- Örgün ve yaygın eğitim kurumları, işletmeler ve kendi kendine mesleki yeterlik kazanmak isteyen bireyler modüllere internet üzerinden ulaşabilirler.
- Basılmış modüller, eğitim kurumlarında öğrencilere ücretsiz olarak dağıtılır.
- Modüller hiçbir şekilde ticari amaçla kullanılamaz ve ücret karşılığında satılamaz.

İÇİNDEKİLER

AÇIKLAMALAR	ii
GİRİŞ	1
ÖĞRENME FAALİYETİ-1	3
1. KONİK DİŞLİ YAPIM RESMİ	3
1.1. Konik Dişlinin Tanımı Çeşitleri ve Kullanıldığı Yerler	4
1.2. Konik Dişlilerin Çalışma Pozisyonları	4
1.2.1. Dik Çalışan Konik Dişliler	4
1.2.2. İçten Çalışan Konik Dişliler	5
1.2.3. Dıştan Çalışan Konik Dişliler	5
1.3. Konik Dişli Elemanları	6
1.4. Konik Dişli Elemanlarının Hesaplarının Yapılması	8
1.5. Konik Dişli Yapım Resmi Çizimi	9
UYGULAMA FAALİYETİ	13
PERFORMANS DEĞERLENDİRME	14
ÖĞRENME FAALİYETİ-2	16
2. SONSUZ VİDA YAPIM RESMİ	16
2.1. Sonsuz Vidanın Kullanıldığı Yerler	17
2.2. Sonsuz Vida Elemanları	18
2.3. Sonsuz Vida Elemanlarının Hesaplanmasında Kullanılan Formüllerin Açıklanması	21
2.4. Sonsuz Vida ve Elemanlarının Hesaplarının Yapılması	21
2.5. Sonsuz Vida Yapım Resmi Çizimi	22
UYGULAMA FAALİYETİ	23
PERFORMANS DEĞERLENDİRME	24
ÖĞRENME FAALİYETİ-3	25
3. KARŞILIK DİŞLİSİ YAPIM RESMİ	25
3.1. Karşılık Dişlisinin Kullanıldığı Yerler	26
3.2. Karşılık Dişlisi Elemanları	27
3.3. Karşılık Dişlisi Elemanlarının Hesaplanmasında Kullanılan Formüllerin Açıklanması	29
3.4. Karşılık Dişlisi Yapım Resmi Çizimi	31
UYGULAMA FAALİYETİ	33
PERFORMANS DEĞERLENDİRME	34
ÖĞRENME FAALİYETİ-4	36
4. ZİNCİR DİŞLİLER	36
4.1. Zincir Dişlinin Tanımı Çeşitleri ve Kullanıldığı Yerler	36
4.2. Zincir Dişli Elemanları	38
4.3. Zincir Dişli Elemanlarının Hesaplanmasında Kullanılan Formüllerin Açıklanması	38
4.4. Zincir Elemanlarının Hesaplarının Yapılması	40
4.5. Zincir Dişli Yapım Resmi Çizimi	40
UYGULAMA FAALİYETİ	42
PERFORMANS DEĞERLENDİRME	43
KAYNAKÇA	44

AÇIKLAMALAR

KOD	520TC0026
ALAN	Makine Teknolojisi
DAL/MESLEK	Bilgisayarlı Makine İmalatı
MODÜLÜN ADI	Dişli Çarklar
MODÜLÜN TANIMI	Konik dişli çarklar, sonsuz vida ve karşılık dişlisi ile zincir dişli çarkların hesaplanmasını ve çizimini öğreten öğrenme materyalidir.
SÜRE	40/24
ÖN KOŞUL	Görünüş çıkarma, ölçülendirme, kesit alma, yüzey işaretleri ve toleranslara ait modülleri almış olmak.
YETERLİK	Dişli çarkların yapım resimlerini çizmek ve okumak.
MODÜLÜN AMACI	Genel Amaçlar Bu modül ile uygun ortam ve araç gereçler sağlandığında dişli çarkların yapım resimlerini çizebilecek ve okuyabileceksiniz. Amaçlar <ul style="list-style-type: none">➤ Konik dişli yapım resimlerini okuyabilecek ve belirtilen sürede çizebileceksiniz.➤ Sonsuz vida yapım resimlerini okuyabilecek ve belirtilen sürede çizebileceksiniz.➤ Karşılık dişlisine ait yapım resimlerini okuyabilir ve belirtilen sürede çizebilir.➤ Zincir dişliye ait yapım resimlerini okuyabilecek ve belirtilen sürede çizebileceksiniz.
EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI	Teknik resim masası, teknik resim çizim aletleri, resim kâğıtları, model dişli çarklar ve karşılık dişlileri
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	Modülün içinde yer alan her öğrenme faaliyetinden sonra verilen ölçme soruları ve performans testleri ile kazandığınız bilgi ve becerileri ölçerek kendinizi değerlendireceksiniz. Öğretmeniniz modül sonunda, size ölçme teknikleri uygulayarak kazandığınız bilgi ve becerileri değerlendirecektir.

GİRİŞ

Sevgili Öğrenci,

Dişli çarklar uzun yıllardır bilinen, kullanılan ve üzerinde araştırmalar yapılan bir makine elemanıdır. Bu araştırmalar sonucu aşağıda belirtilen özellikler konusunda birçok aşamalar kaydedilmiş ve önemli başarılar elde edilmiştir.

- Mekanizmalar daha küçük boyutlarda imal edilmiştir.
- Aynı boyuttaki makinelerle daha büyük momentler nakledilmiştir.
- Kademe sayıları azaltılarak yüksek çevrim oranları elde edilmiştir.
- Daha ucuz ve daha yüksek verimli mekanizmalar elde edilmiştir.

Yukarıda belirtilen özelliklerin iyileştirilmesi amacıyla çeşitli özel dişli tasarımları yapılmış ve bazıları geliştirilmiştir. Günümüz teknolojisinde dişli çarklar önemli bir yer kaplamaktadır. Her makinenin tasarımında mutlaka dişli çarklar mevcuttur. En küçük saatten tutun en büyük uçaklara kadar dişli çark sistemlerinden oluştuğunu görürüz.

Bu nedenle dişli çarklar makineciliğin ve tasarımın temel elemanlarındanıdır.



ÖĞRENME FAALİYETİ-1

AMAÇ

Bu öğrenme faaliyeti sonunda uygun çalışma koşulları ve gerekli materyal sağlandığında istenilen konik dişli yapım resmini okuyabilecek ve çizebileceksiniz.

ARAŞTIRMA

Sevgili öğrenci, bu faaliyet öncesinde yapmanız gereken önemli faaliyetler şunlardır:

- Atölyenizdeki ve diğer atölyelerdeki iş tezgâhlarının paralel ve aynı doğrultuda olmayan millerin hareket aktarımlarını inceleyiniz.
- Çok yüksek hızda çalışan konik dişli çark sistemleri hakkında ön bilgi alınız.
- Farklı açılardaki miller ile dairesel hareket ileten sistemleri inceleyiniz.

1. KONİK DİŞLİ YAPIM RESMİ

Eksenleri kesişen millerde kuvvet ve hareket iletmek için kullanılan ve yanal yüzeylerinin çevresine ve kesik koni tepe noktasında birleşecek şekilde dişler açılmış dişli çarklardır. Düz konik dişli çarklar ince tarafı tabana paralel bir şekilde kesilmiş bir koninin yan yüzeylerine özel tezgâhlarda eşit aralıklarla diş açılması ile meydana gelir. Bu dişliler genel olarak eksenleri arasındaki açı 90° olan miller için kullanılır.

Herhangi bir açı içinde konik dişliler üretilebilir. Yüksek hız ve fazla güç aktaran miller için helisel konik dişliler, eksenleri kesişmeyen miller içinde hypoid konik dişliler kullanılır.

Konik dişlilerin dişleri dökülerek, frezelenerek veya özel dişli açma tezgâhlarında biçimlendirilir. Dişler koni tepesine doğru inceler. Dişlinin bölüm dairesi çapı ilkel koninin taban dairesidir. Çevresel adım bu daire üzerinden ölçülür.

Modül bu daire çapının diş sayısına oranıdır.

Konik dişlileri çizerken genellikle bir görünüş yeterlidir. Delik ve kama kanalı özelliklerini göstermek için yardımcı bir daire ve kama kanalı çizilir. Dökülerek biçimlendirilecek dişliler için diş profillerin göstermek gerekirse sanal daire çevresine bir-iki diş çizilir. Kollu dişli çark yapım resimlerinde kol boyutlarını belirtmek için ikinci görünüş çizilmelidir.

1.1. Konik Dişlinin Tanımı Çeşitleri ve Kullanıldığı Yerler

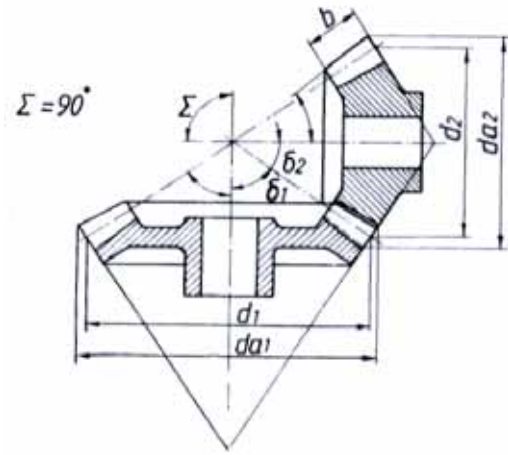
Genellikle kuvvet ve hız aktarmalarının, eksenleri kesişen miller aracılığı ile yapıldığı sistemlerde kullanılır. Oldukça büyük kuvvetlerin taşınmasında, kuvvet makinelerinin taşınmasında ve taşıtların dişli kutularında çok kullanılır.

1.2. Konik Dişlilerin Çalışma Pozisyonları

Konik dişliler, çalışma pozisyonlarına göre üç guruba ayrılır.

1.2.1. Dik Çalışan Konik Dişliler

Eksenlerin kesişme noktası büyük dişlinin bölüm dairesi yüzeyinin üst tarafındadır. Eksen açıları $\Sigma = 90^0$ 'dir. ($\delta_1 + \delta_2 = 90^0$).



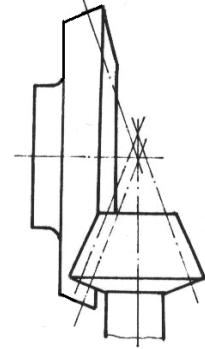
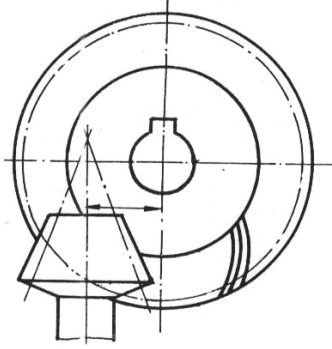
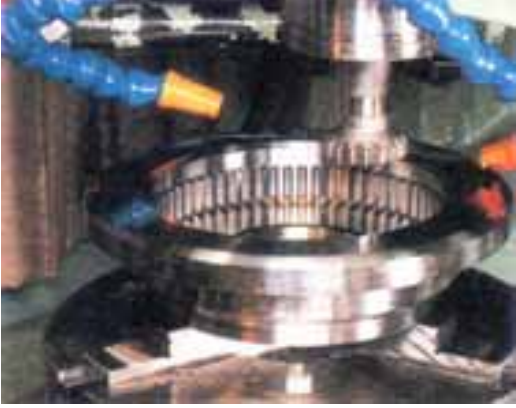
Resim 1.1: Dik çalışan konik dişli

1.2.2.İçten Çalışan Konik Dişliler

Kesişme noktası bölme dairesi yüzeyi altındadır. Nadiren kullanılan dişli çark çeşitlerindedir.

Eksen açıları 90° 'den büyük olan dişli çarklar

Eksenler arası açı $\Sigma > 90^\circ$. ($\delta_1 + \delta_2 > 90^\circ$)

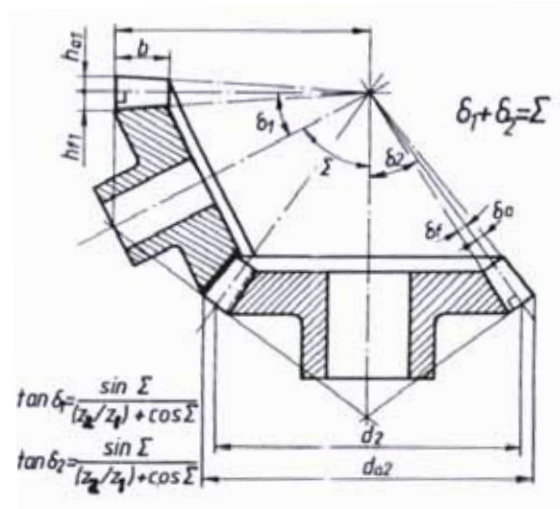


Resim 1.2: İçten çalışan konik dişli

1.2.3. Dıştan Çalışan Konik Dişliler

Eksen açıları 90° 'den küçük olan dişli çarklar

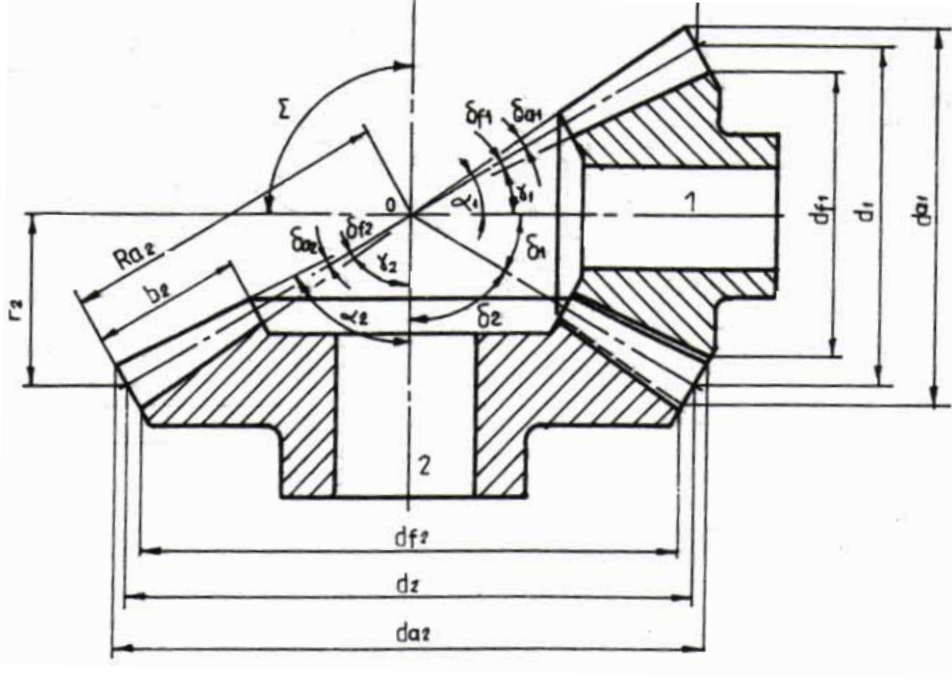
Eksenler arası açı $\Sigma > 90^\circ$. ($\delta_1 + \delta_2 > 90^\circ$)



Resim 1.3: Dıştan çalışan konik dişli

1.3. Konik Dişli Elemanları

Konik dişlilerin hesaplanmasında kullanılan formüller aşağıda verilmiştir.



Şekil 1.1: Dıştan çalışan konik dişli

ADI	DÖNDÜREN DİŞLİ ÇARK 1	DÖNDÜRÜLEN DİŞLİ ÇARK 2
Modül	$\frac{p}{\pi} = \frac{d_1}{z_1}$	$\frac{p}{\pi} = \frac{d_2}{z_2}$
Diş sayısı	$z_1 = \frac{d_1}{m}$	$z_2 = \frac{d_2}{m}$
Adım	$p = m * \pi = \frac{d_1}{z_1}$	$p = m * \pi = \frac{d_2}{z_2}$
Bölüm dairesi çapı	$d_1 = z_1 * m = \frac{p * z_1}{\pi}$	$d_2 = z_2 * m = \frac{p * z_2}{\pi}$
Diş üstü dairesi çapı	$d_{a1} = d_1 + 2m * \cos \alpha_1$	$d_{a2} = d_2 + 2m * \cos \alpha_2$
İdeal diş sayısı	$Zi_1 = \frac{z_1}{\cos \alpha_1}$	
Diş üstü açısı	$t_g \alpha_1 = \frac{z_1 + 2 * \cos \delta_1}{z_2 - 2 * \sin \delta_1}$	$t_g \alpha_2 = \frac{z_2 + 2 * \cos \delta_2}{z_1 - 2 * \sin \delta_2}$
Diş dibi açısı	$\gamma_1 = \delta_1 - \delta f_1$	$\gamma_2 = \delta_2 - \delta f_2$
Diş başı açısı	$\tan \delta_{a1} = \frac{2 * \sin \delta_1}{z_1}$	$\tan \delta_{a2} = \frac{2 * \sin \delta_2}{z_2}$
Diş altı açısı	$\tan \delta f_1 = \frac{2 * 1,167 * \sin \delta_1}{z_1}$	$\tan \delta f_2 = \frac{2 * 1,167 * \sin \delta_2}{z_2}$
Diş üstü yüksekliği	$h_{a1} = m$	$h_{a2} = m$
Diş derinliği	$h_1 = 2,167 * m$	$h_2 = 2,167 * m$
Diş dibi derinliği	$h_{f1} = m = \frac{t}{\pi} = 1,167m$	$h_{f2} = m = \frac{t}{\pi} = 1,167m$
Diş genişliği	$b_1 = \frac{m * z_1}{6 * \sin \delta_1} = \frac{R_{a1}}{3}$	$b_2 = \frac{m * z_2}{6 * \sin \delta_2} = \frac{R_{a2}}{3}$
Koni ana doğru uzunluğu	$R_{a1} = \frac{d_1}{2 * \sin \delta_1}$	$R_{a2} = \frac{d_2}{2 * \sin \delta_2}$
Merkez ile bölüm dairesi arası	$F_1 = R_{a1} * \cos \delta_1$	$F_2 = R_{a2} * \cos \delta_2$
Diş genişliği	$b = \frac{m * z_1}{6 \sin \delta_1}$	

Tablo 1.1: Konik dişli formülleri

1.4. Konik Dişli Elemanlarının Hesaplarının Yapılması

Örnek 1

Modülü $m=2$ diş sayısı $Z_1 = 30$ ve $Z_2 = 120$, eksenler arası açısı 90° olan konik dişlilerin gerekli elemanlarını hesaplayınız.

Çözüm

Döndüren dişli için:

Bölüm dairesindeki koniklik açısı: $\operatorname{tg} \delta_1 = \frac{z_1}{z_2} = 30/120 = 0,25$ buradan

$$\delta_1 = 14^\circ 02'$$

$$d_1 = z_1 * m = 30 * 2 = 60 \text{ mm}$$

$$d_{a1} = d_1 + 2m * \cos \alpha_1 = 60 + 2 * 2 * 0,9702 = 63,88 \text{ mm}$$

$$t_g \alpha_1 = \frac{z_1 + 2 * \cos \delta_1}{z_2 - 2 * \sin \delta_1} = \frac{30 + 2 * 0,9702}{120 - 2 * 0,242} = 0,267 \Rightarrow \alpha_1 = 14^\circ 58'$$

Döndürülen dişli için

$$\delta_2 = \frac{z_2}{z_1} = 120/30 = 4 \Rightarrow \delta_2 = 75^\circ 58'$$

$$d_2 = z_2 * m = 120 * 2 = 240 \text{ mm}$$

$$d_{a2} = d_2 + 2m * \cos \delta_2 = 240 + 2 * 2 * 20,242 = 240,97 \text{ mm}$$

$$t_g \alpha_2 = \frac{z_2 + 2 * \cos \delta_2}{z_1 - 2 * \sin \delta_2} = \frac{120 + 2 * 0,242}{30 - 2 * 0,902} = 4,2946 \Rightarrow \alpha_2 = 76^\circ 54'$$

$$b = \frac{m * z_1}{6 \sin \delta_1} = 2 * 30 / 6 * 0,242 = 40 \text{ mm}$$

1.5. Konik Dişli Yapım Resmi Çizimi

Konik dişlilerin yapım resimlerinde, imalatçı için gerekli ölçüler verilmelidir. Dişlerin açılması için gerekli ölçüler ve açıklamalar diş çizelgesinde belirtilir.

Örnek 2

Eksenler arası $d = 90$ mm olan iki konik dişliden büyük dişi mevcut olduğuna göre, küçük dişlinin ölçülerini hesaplayarak bulunuz. Çizilecek dişlide mil çapı 30 mm olduğunu kabul edilecek ve gereç Fe 60 alınacaktır. Ayrıca çevirme oranı (i) belirtiniz.

Mevcut Büyük Konik Dişli

$$m = 6$$

$$p = 18.850 \text{ mm}$$

$$d_2 = 156 \text{ mm}$$

$$Z_2 = 26$$

$$\delta = 60^\circ \text{ dir.}$$

Çözüm:

Küçük Dişli Hesabı

$$m = 6 \text{ ve } p = 18.850 \text{ mm}$$

Eksenler açısı

$$\Sigma = \delta_1 + \delta_2 \text{ den } \delta_1 = \Sigma - \delta_2 = 90^\circ - 60^\circ = 30^\circ$$

$$\text{tg } \delta_1 = \frac{z_1}{z_2} \text{ den, } z_1 = z_2 \cdot \text{tg } \delta_1 = 26 \cdot \text{tg} 30^\circ$$

$$z_1 = 26 \cdot 0,5774 = 15$$

Bölüm dairesi çapı (d_1)

$$d_1 = m \cdot z_1 = 6 \cdot 15 = 90 \text{ mm}$$

Diş başı dairesi çapı (da_1)

$$\begin{aligned} da_1 &= d_1 + 2 \cdot m \cdot \cos \delta_1 = 90 + 2 \cdot 6 \cdot \cos 30^\circ \\ &= 90 + 12 \cdot 0,8660 = 100,39 \text{ mm} \end{aligned}$$

Diş yüksekliği (h)

$$h = 2,167m = 2,167 \cdot 6 = 13 \text{ mm}$$

Diş başı açısı (δ_{a1})

$$\operatorname{tg} \delta_{a1} = \frac{2 \cdot \sin \delta_1}{z_1} = \frac{2 \cdot \sin 30^\circ}{15} = \frac{2 \cdot 0,5}{15} = \frac{1}{15} = 0,0666 \Rightarrow \delta_{a1} = 3^\circ 50'$$

Diş altı açısı (δ_{f1})

$$\operatorname{tg} \delta_{f1} = \frac{2 \cdot 1,167 \cdot \delta_1}{z_1} = \frac{2 \cdot 1,167 \cdot \sin 30^\circ}{15}$$
$$= \frac{2,334 \cdot 0,5}{15} = \frac{1,167}{15} = 0,0778$$

$$\delta_{f1} = 4^\circ 26'$$

Diş genişliği (b_1)

$$b_1 = \frac{m \cdot z_1}{6 \cdot \sin \delta_1} = \frac{6 \cdot 15}{6 \cdot \sin 30^\circ} = \frac{90}{3} = 30 \text{ mm}$$

$$i = \frac{z_1}{z_2} = \frac{15}{26} = \frac{1}{1,733}$$

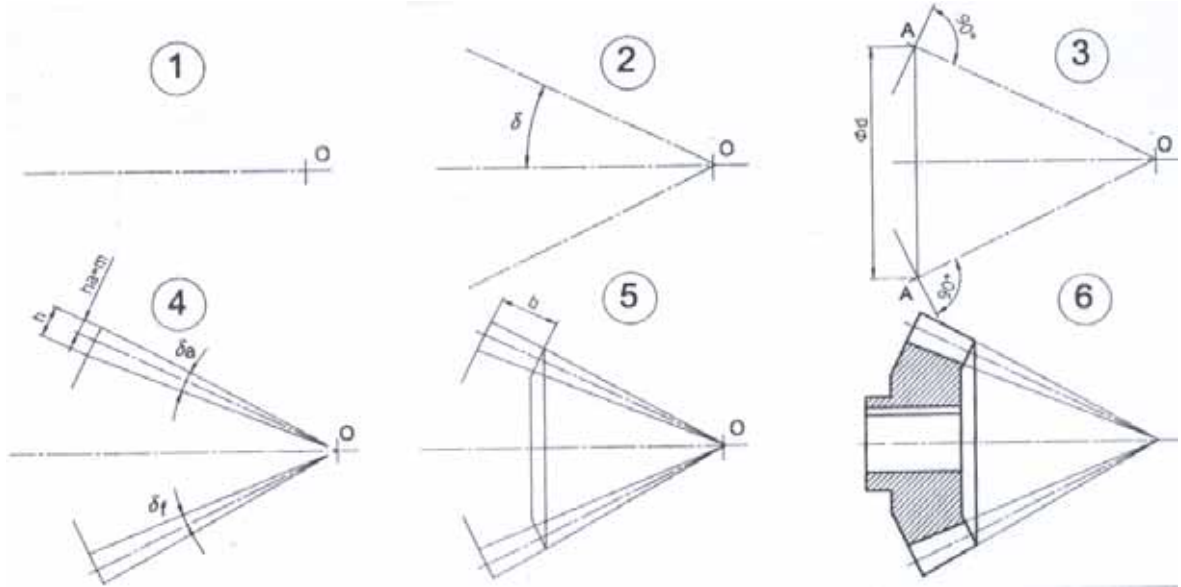
Örnek 3

Döndürme oranı $i = 25:1$ olan sistemde vida dönme sayısı 1500 d/d ve ağız sayısı $z_1=3$ olduğuna göre çarkın devir ve diş sayısını hesaplayınız.

Çözüm

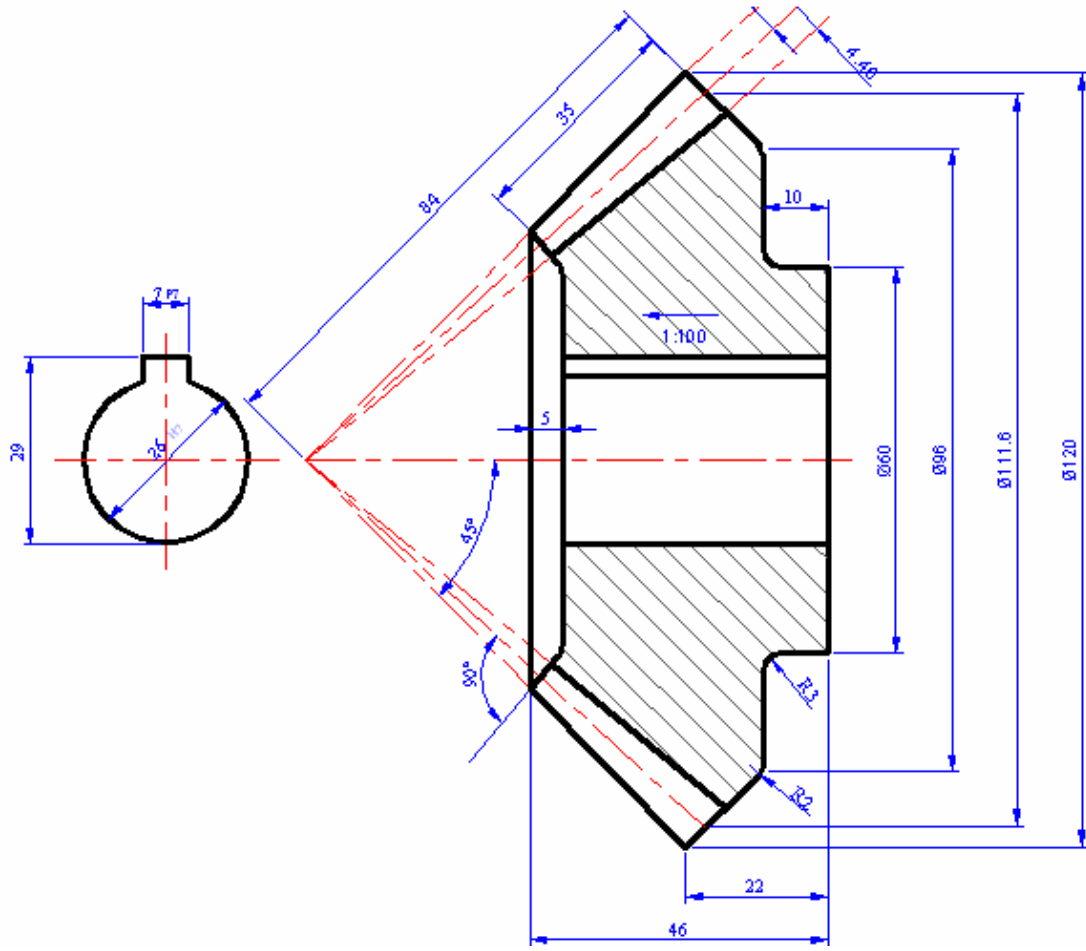
$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{z_2}{z_1}$$

$$n_2 = \frac{n_1}{i} = \frac{1500}{25} = 60$$



Şekil 1.2: Konik dişli çizimi

- 1- a-Dişli eksenini çizilir.
b-Eksen üzerinde konik tepe noktası (O) işaretlenir.
- 2- Diş bölüm dairesi açısı δ işaretlenerek temel koni ana çizgileri çizilir.
- 3- a-Eksene paralel çizgilerle (d) çapı çizilir.
b-(A) kesişme noktasından temel koni çizgilerine dikler çizilir.
- 4- (A) noktasından başlayarak (h,ha)diş yüksekliği bu dikler üzerinde işaretlenir.
- 5- a-Diş yüksekliği (b) çizilir.
b-Dişli tavan kenarları çizimi yapılır.
- 6- a-Dişli tabanı (sırtı)çizimi yapılır.
b-Delik ve kama kanalı çizilir.
c-Taramalar yapılır.
- 7- Hesaplamalarda elde edilen değerler yerlerine konularak resim ölçülendirilir.



KONİK DİŞLİ ÇARK		
Modül	m	4
Diş sayısı	z	15
Adım	P	12,56
Diş yüksekliği	h	8,66
Diş profili	-	TS
İdeal diş sayısı	Zi	17
Eş dişli diş sayısı	Z2	26
Eksen açısı	Σ	90°

Şekil 1.3: Konik dişli çizimi

UYGULAMA FAALİYETİ

İŞLEM BASAMAKLARI	ÖNERİLER
<ul style="list-style-type: none">➤ Uygun resim masası seçiniz.➤ Çizim araç ve gereçleri hazırlayınız.	<ul style="list-style-type: none">➤ Resim masasının standartlara uygun olmasına dikkat ediniz.➤ Çizim takımlarınızı kontrol ediniz.
<ul style="list-style-type: none">➤ Dişli çarkın çizilebilmesi için gerekli hesaplamaları yapınız.	<ul style="list-style-type: none">➤ Çizim için gerekli ölçü ve açıları hesaplayınız.➤ Tablodaki formülleri kullanınız.➤ Resminizin sığabileceği bir resim kâğıdı belirleyiniz.➤ Resmin toplam genişlik ve yüksekliğini kabaca hesaplayınız (ölçü tolerans ve yüzey işleme işaretleri kullanacağınızı unutmayınız).
<ul style="list-style-type: none">➤ Konik dişlinin yapım resmini işlem sırasına göre çiziniz.	<ul style="list-style-type: none">➤ Silindirik ve simetrik parçaları çizerken eksen çizgisi ile başlamanız gerektiğini unutmayınız.➤ Resminizi kurallar çerçevesinde ölçülendiriniz.➤ Dişlinin çalışma pozisyonunu düşünerek gerekli toleransları veriniz.➤ Dişli için gerekli yüzey işleme işaretleri kullanınız.➤ Dişli için gerekli olan küçük dişli bilgilerini içeren tabloyu oluşturunuz.➤ Resim için gerekli olan antedi çiziniz.
<ul style="list-style-type: none">➤ Çizilmiş konik dişli resmini okuyunuz.	<ul style="list-style-type: none">➤ Resmi son kez dikkatlice kontrol ediniz.➤ Resim tamamlanmışsa kâğıdı dikkatlice masadan sökünüz.

PERFORMANS DEĞERLENDİRME

Eksenler arası açısı 90^0 olan iki konik dişliden küçük dişlinin diş sayısı 30 büyük dişlinin diş sayısı 60' tır.

Modülü 1,5 olduğuna göre 1 ve 2 dişlinin tüm elemanlarını hesaplayarak büyük dişlinin yapım resmini çiziniz.

Verilen konik dişli çarkın yapım resmini çiziniz. Bunun için:

- Uygun çizim araç ve gereçleri kullanınız.
- Parçaya ait yeterli görünüşleri –gerekliyorsa kesit alarak çiziniz.
- Ölçülendiriniz (Eksik ölçülendirme yapmayınız. Ölçü tekrarından kaçınınız).
- Yüzey kalite işaretlerini resimde gösteriniz.
- Tolerans değerlerini resmi ölçülendirirken gösteriniz.
- Antet bilgilerini yazınız.
- Süreniz 80 dakikadır.

KONTROL LİSTESİ

DEĞERLENDİRME KRİTERLERİ		Evet	Hayır
1	Çizim takımlarını hazırlayabildiniz mi?		
2	Konik dişliyi çizmek için gerekli çizim araç ve gereçlerini (kalem, silgi, kareli kâğıt) kullanabildiniz mi?		
3	İş parçasının şekline göre bakış yönünü ve yeterli görünüş sayısını belirleyebildiniz mi?		
4	Konik dişlinin gerekli elemanlarını hesaplayabildiniz mi?		
5	Konik dişli çizerken TS 88' de belirtilen çizgi çeşitlerini kullanabildiniz mi?		
6	Belirlenen kesit düzlemine ve TS 88' de verilen kurallara göre kesit görünüşü veya görünüşleri çizebildiniz mi?		
7	Çizilen konik dişli görünüşlerini standartlara uygun olarak tarayabildiniz mi?		
8	Çizilen konik dişliyi parçasını ölçülendirebildiniz mi?		
9	Ölçme araçlarıyla iş parçası üzerinden ölçüleri alıp resim üzerine yazabildiniz mi?		
10	Uygun toleransları belirleyip kroki resmin ilgili yerlerinde gösterebildiniz mi?		
11	Konik dişliyi uygun olan yapım resmi antedini çizip eksiksiz doldurabildiniz mi?		
12	Resmi istenilen sürede çizdiniz mi?		

DEĞERLENDİRME

Eğer faaliyette gözlediğiniz eksiklik varsa, faaliyete tekrar dönüp öğretmeninize danışarak bunları tamamlayınız.

ÖĞRENME FAALİYETİ-2

AMAÇ

Bu öğrenme faaliyeti sonunda uygun çalışma koşulları ve gerekli araç-gereç sağlandığında sonsuz vidanın gerekli elemanlarını tanıyacak, hesaplayabileceksiniz.

Ayrıca uygun teknik resim çizim malzemeleri kullanarak sonsuz vidayı çizebileceksiniz.

ARAŞTIRMA

Sevgili öğrenci, bu faaliyet öncesinde yapmanız gereken öncelikli araştırmalar şunlar olmalıdır:

- Bir karşılık dişli çarkı bularak yakından inceleyip diğer dişli çarklarla karşılaştırınız. Diğer dişli çarklarla arasındaki benzerlikleri ve farklılıkları tespit etmeye çalışınız.
- Karşılık dişlisinin kullanım amaçlarını, özelliklerini ve kullanıldığı sistemleri inceleyiniz.
- Araştırma işlemleri için internet ortamı, dişli çark imalatı ve satışını yapan firmalar ile sonsuz vida ve karşılık dişlisinin kullanıldığı çeşitli sistemleri (divizörler, döner tablalar, vinçler, direksiyonlar vb.) inceleyiniz. Kazanmış olduğunuz bilgi ve deneyimleri arkadaş grubunuz ile paylaşınız. Karşılık dişlisinin çevresi düz veya sonsuz vidayı kavrayacak şekilde kavisli olarak yapılır.
- Atölyenizdeki freze tezgâhlarında kullanılan divizörlerin çalışma sistemlerini araştırınız ve divizörü sökerek sonsuz vida ve karşılık dişlisinin çalışma sistemlerini inceleyiniz.

2. SONSUZ VİDA YAPIM RESMİ

Sonsuz vida ve dişlisi bir mekanizmadır. Sonsuz vida ve karşılık dişlisi eksenleri dik, çapraz ve kesişmeyen millerde kullanılır.

Sistem, bir vidalı mil ile bir somundan meydana gelmiştir. Vidalı mil aksenal ilerleme yapmaksızın dönebilecek ve somunun da dönemeyecek şekilde emniyete alındığı kabul edilirse, bu durumda somun bir öteleme (aksenal ilerleme) hareketi yapar.

Sonsuz vida bir trapez vidadır. İletilen gücün büyüklüğüne ve iletme oranına göre tek, iki, üç veya dört ağızlı olarak yapılır.

Sonuz vidayı diğer vidalara benzetmek mümkündür. Tek ayrıcalığı vida kanallarının frezelenmesinden bildiğimiz gibi, sonsuz vidanın adınının “Modül”cinsinden olmasıdır.

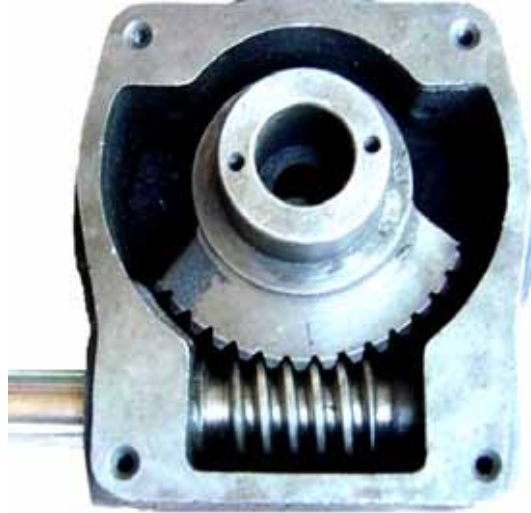
Dolayısıyla vidanın diğer ölçüleri bulunduğu profiline uygun olarak yaprak çakılarıyla, üniversal freze tezgâhlarında açılabilir.

Dişler, dişli mili etrafında belirli bir açı ile dönen helislerden teşekkül eder. Eksenler birbirine paralel veya değişik olabilir.

En yaygın bilinen sonsuz vida mekanizması, silindirik sonsuz vida ve sonsuz vidanın çevresini kısmen saran dişliden meydana gelir. Sonsuz vida ve dişlinin dişleri arasındaki temas bir çizgi boyuncadır, ayrıca güç iletimi kapasitesi oldukça iyidir. Sonsuz vida yüksek hızlı mil üzerinde bulunarak almış olduğu hareketi karşılık dişli çarkına ileterek dönme hareketini belirli oranlarda yavaşlatmaya yarar. Sonsuz vida bir devir yaptığında karşılık dişlisi, 1/z oranında döner. Veya sonsuz vida z defa döndüğünde karşılık dişlisi bir devir yapar.

Z = Karşılık dişlisinin diş sayısı

Yalnız sistemde sonsuz vidanın 'çeviren'(döndüren), karşılık dişlisinin ise 'çevrilen'(döndürülen) olarak kullanılacağı bilinmelidir. Ancak aksi mümkün değildir. Yani hareket tek yönlü akar.Hareketin çarktan ,sonsuz vidaya geçmesi söz konusu değildir.Aksi taktirde bu dişli metodunda, diş kilitlenmesi söz konusudur.İşte bu özelliğinden dolayı; vinçlerde, kaldırma makinelerinde, taşıma araçlarında ve endüstrinin çeşitli dallarında hız düşürme sistemlerinde yaygın olarak kullanılır.

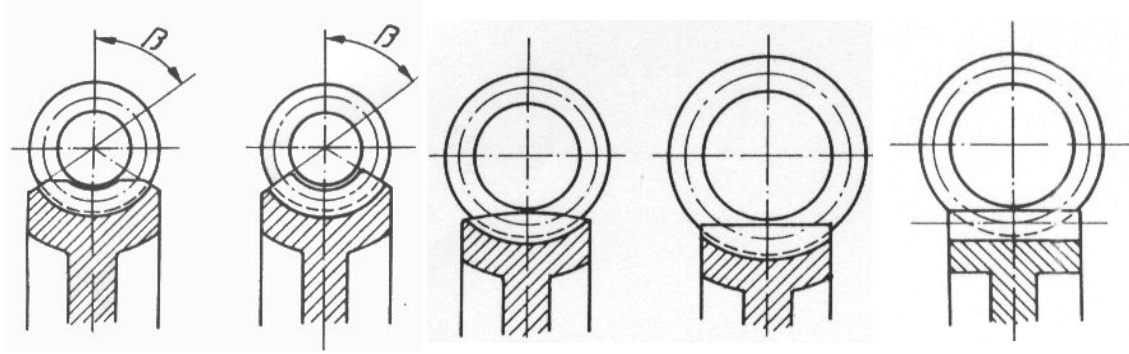


Resim 2.1: Sonsuz vida ve karşılık dişlisi

2.1. Sonsuz Vidanın Kullanıldığı Yerler

Sonsuz vida ve karşılık dişli sistemi, birbiriyle kesişmeyen miller arasında güç iletiminde kullanılır ve vidanın dişliyi çevirmesi şeklinde çalışan makine elemanlarıdır.

Sonsuz vida ve karşılık dişli sistemi, genel olarak dönme hızının yüksek oranlarda düşürülmesi gereken yerlerde ve eksenleri 90° açı yapan birbirini kesmeyen millerde kullanılır. Örnek olarak divizörlerde, döner tablalarda, vinçlerde, direksiyonlarda vb.sistemlerde kullanılır.



Şekil 2.1: Sonsuz vida ve karşılık dişlisi çeşitleri

2.2. Sonsuz Vida Elemanları

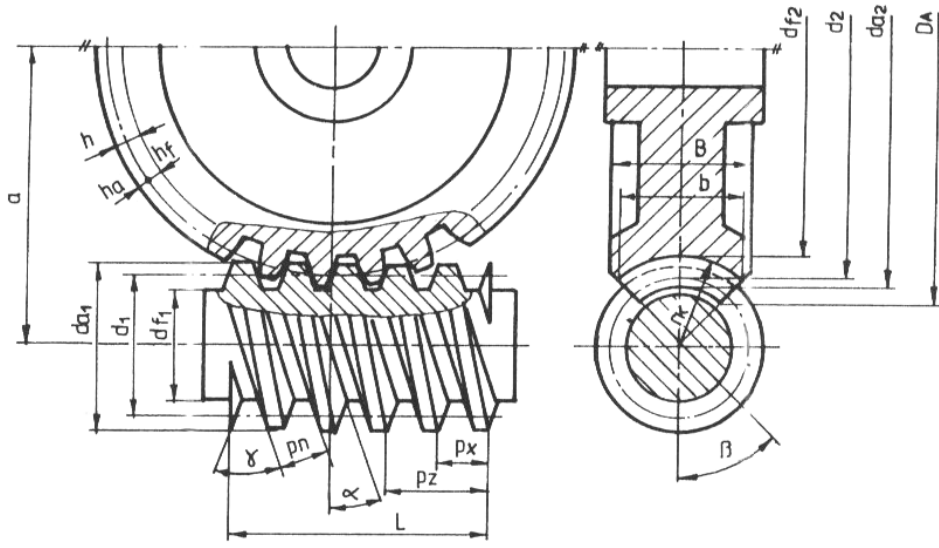
Vida kenar yüzleri düz birer eğikten teşekkül etmiş ve diş açısı 30° olan bir kremayerdir. Bu vidalar diğer vidalarda olduğu gibi, karşılıklarının içinde değil dışında çalışır.

Sonsuz vidanın adımı, karşılık dişlisinin çevresel adımıdır. Vidanın “Yükselim açısı” dişlinin “Helis açısına” eşittir. Bu açıyı genelleştirerek vidalarda olduğu gibi “Eğim açısı” demek normaldir. “ α ” ile gösterilir. Ayrıca vidalarda “Yükselimi” vidanın ağız sayısı ile adımının çarpımından bulabiliriz.

Sonsuz vidalar, mil üzerinde kamalanarak kullanılacak biçimde yapıldığı gibi, mil ile birlikte de yapılabilir.

Sonsuz vidalar çalışma durumlarına göre sağ veya sol yapılmakta olup 1, 2, 3, 4 ve daha çok ağızlı olabilir. Vidanın işletimindeki başlıca özelliği, büyük hızları küçük hızlara çevirmiş olmasıdır.

15° standart evolent dişli sonsuz vida ve karşılık dişlisine ait formüller aşağıda verilmiştir.



Şekil 2.2: Sonsuz vida ve karşılık dişlisi

SONSUZ VİDA	
Normal Modül	$m_n = \frac{P_n}{\pi}$
Normal Adım	$P_n = \pi \cdot m_n$
Diş Modülü	$m = \frac{p}{\pi} = \frac{m_n}{\cos \alpha}$
Diş adımı	$p = \pi \cdot m = \frac{\pi \cdot m}{\cos \alpha} = \frac{P_z}{z_1}$
Helis Adımı	$P_z = z_1 \cdot p = \pi \cdot d_1 \cdot \tan \alpha$
Ağız Sayısı	$z_1 = \frac{P_z}{p} = \frac{n_2}{n_1} \cdot z_2$
Helis Açısı	$\cos \alpha = \frac{P_n}{p} = \frac{m_n}{m}; \tan \alpha = \frac{P_z}{\pi \cdot d_1}$
Bölüm Dairesi Çapı	$d_1 = \frac{P_z}{\pi \cdot \tan \alpha}$
Diş Üstü Çapı	$d_{a1} = d_1 + 2 m_n$
Diş Dibi Çapı	$d_{f1} = d_1 - 2,33 \cdot m_n$
Diş Profil Açısı	$\gamma = 30^\circ$
Vida Uzunluğu	$L = 2 \cdot m_n \cdot (\sqrt{z_2 + 1})$
Eksenler Arası	$a = \frac{d_1 + d_2}{2}$

Tablo 2.2: Konik dişli elamanları



Resim 2.2: Sonsuz vida

2.3. Sonsuz Vida Elemanlarının Hesaplanmasında Kullanılan Formüllerin Açıklanması

Sonsuz vidanın, dişli çarklarda olduğu gibi üç önemli çapından (diş üstü çapı, diş dibi çapı, bölüm dairesi çapı) başka önemli elemanları şunlardır.

Ağız sayısı: $Z1 = n2.Z2 / n1$

n1:Sonsuz vidanın devir sayısı

n2:Dişlinin devir sayısı

Z2:Dişli çarkın diş sayısı

Diş adımı: $P = \pi.m$

(Diş adımı, vidanın bir diş dolusu ile bir diş boşluğunun bölüm çizgisinde ki zincirleme uzunluğudur. Diş adımı, karşılık dişlisinin adımına eşittir).

Helis adımı: $Pz = Z1.P$

(Helis adımı, diş adımı ile ağız sayısının çarpımına elittir. Helis adımı, ayrıca vidanın yükselim olarak bir devirde aldığı yoldur)

Vida boyu: $L = 2m(\sqrt{Z2 + 1})$

(Vida boyu, helis olukların dönme eksenini üzerindeki uzunluğudur).

Sonsuz vida elemanlarının hesaplanmasını yukarıdaki tabloda verilen formüllerden de yararlanarak örnekle inceleyelim.

2.4.Sonsuz Vida ve Elemanlarının Hesaplarının Yapılması

Örnek

Diş sayısı 40 karşılık dişlisinin, sonsuz vidası 2 ağızlı olup modülü 2 mm ve $d1=40$ mm'dir. Sonsuz vida yapımı için gerekli olan elemanları hesaplayınız. ($\pi = 3,14$)

Çözüm

Helis adım $Pz = \pi.z1.m = 3,14 . 2 . 2 = 12,56$ mm

Diş üstü çapı $da1 = d1 + 2.m = 40 + 2 . 2 = 44$ mm

Eksenler arası uzaklık $a = (d1 + d2) / 2 = (40 + 80) / 2 = 60$ mm

Dişli çark donanım hesabı

Divizörün sonsuz vidası çarktan kurtarılır ve iş parçası divizöre bağlanır. Frezenin tabla miline Z dişlisi, divizörün kuyruk malafasınada Z1 dişlisi takılarak tabla milinin döndürülmesi ile tabla üzerindeki iş parçası ilerleme hareketi, Z ve Z1 dişlileri yardımı ile de eksenini etrafında dönme hareketi alır. İş parçasının bir devirde aldığı yol helis adımı kadar olur.

H = Helis adımı

Ht = Tabla mili adımı

Z = Çeviren dişli çark (Tabla miline takılır).

Z1 = Çevrilen dişli çark (Divizör kuyruk malafasına takılır).

Z = **Z1** alınarak tabla miline bir devir yaptırılırsa; **Z** dişlisi, **Z1** dişlisi ve iş parçası da birer devir yapar. Tabla **Ht** kadar ilerleyeceğinden **H** = **Ht** olur.

2Z = **Z1** alınarak tabla miline iki devir yaptırılırsa; **Z1** dişlisi ve iş parçası birer devir yapar ve **H** = **2Ht** olur.

2Z = **Z1**'den, $Z / Z1 = 1/2$ olur.

H = **2Ht**'den, $Ht / H = 1/2$ olur.

Yukardaki iki eşitliğin sağ tarafları eşit olduğundan sol tarafları da eşit olur.

$Z / Z1 = Ht / H$ bulunur.

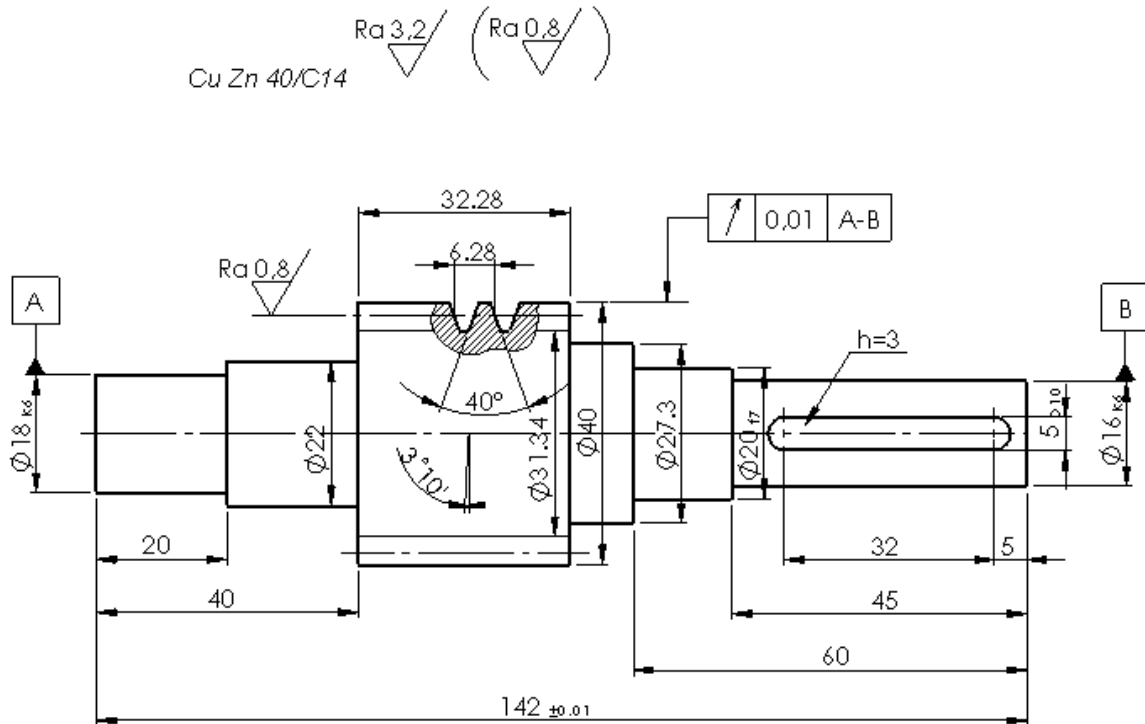
Örnek: Tabla mili adımı 8 mm olan bir freze tezgâhında 12 mm adımlı bir sonsuz vida açılacaktır. Çarklar ne olmalıdır?

Çözüm:

Çeviren / Çevrilen = $Z / Z1 = Ht / H = 8 / 12 = 8 \times 4 / 12 \times 4 = 32 / 48$

32 Dişlisi = Çeviren çark olarak tabla miline takılır. 48 Dişlisi = Çevrilen çark olarak divizör kuyruk malafasına takılır.

2.5. Sonsuz Vida Yapım Resmi Çizimi



UYGULAMA FAALİYETİ

İŞLEM BASAMAKLARI	ÖNERİLER
➤ Resim kâğıtlarını bağlayınız. Çizim araç gereçlerini hazırlayınız.	➤ Resim masasının standartlara uygun olmasına dikkat ediniz.
	➤ Çizim takımlarınızı kontrol ediniz.
➤ Yapım resimleri çizilecek olan dişli çarkların elemanlarını hesaplayınız.	➤ Çizim için gerekli ölçü ve açıları hesaplayınız. ➤ Tablodaki formülleri kullanınız.
➤ Sonsuz vida yapım resmini işlem sırasına göre çiziniz.	➤ Resminizin sığabileceği bir resim kâğıdı belirleyiniz.
	➤ Resmin toplam genişlik ve yüksekliğini kabaca hesaplayınız (ölçü tolerans ve yüzey işleme işaretleri kullanacağınızı unutmayınız).
	➤ Silindirik ve simetrik parçaları çizerken eksen çizgisi ile başlamanız gerektiğini unutmayınız.
	➤ Resminizi kurallar çerçevesinde ölçülendiriniz. ➤ Dişlinin çalışma pozisyonunu düşünerek gerekli toleransları veriniz. ➤ Dişli için gerekli yüzey işleme işaretleri kullanınız.
	➤ Dişli için gerekli olan küçük dişli bilgilerini içeren tabloyu oluşturunuz. ➤ Resim için gerekli olan antedi çiziniz.
➤ Çizilmiş sonsuz vida resmini okuyunuz.	➤ Resmi son kez dikkatlice kontrol ediniz. ➤ Resim tamamlanmışsa kâğıdı dikkatlice masadan sökünüz.

PERFORMANS DEĞERLENDİRME

Bir sonsuz vida sisteminde normal modül 2,5, vida ağız sayısı 2 (2 ağızlı) bölüm dairesi çapı 40 mm, karşılık dişlisi diş sayısı 40 olduğuna göre gerekli diğer elemanlarını hesaplayınız (Helis açısı 11'' 30' dir).

Aşağıda gerekli ölçüleri verilen sonsuz vidanın yapım resmini çiziniz. Bunun için:

- Uygun çizim araç ve gereçleri kullanınız.
- Parçaya ait yeterli görünüşleri –gerekliyorsa kesit alarak- çiziniz.
- Ölçülendiriniz (Eksik ölçülendirme yapmayınız. Ölçü tekrarından kaçınınız).
- Yüzey kalite işaretlerini resimde gösteriniz.
- Tolerans değerlerini resmi ölçülendirirken gösteriniz.
- Antet bilgilerini yazınız (Parçanın gereci DDL 20' dir).

Süreniz 40 dakikadır.

KONTROL LİSTESİ

AÇIKLAMA			
DEĞERLENDİRME KRİTERLERİ		Evet	Hayır
1	Sonsuz vida çizmek için gerekli çizim araç ve gereçlerini kullanabildiniz mi?		
2	Resmin bakış yönünü ve yeterli görünüş sayısını belirleyebildiniz mi?		
3	Sonsuz vida çizilmesi için gerekli elemanları hesaplayabildiniz mi?		
4	Sonsuz vida çizerken TS 88' de belirtilen çizgi çeşitlerini kullanabildiniz mi?		
5	Belirlenen kesit düzlemine ve TS 88' de verilen kurallara göre kesit görünüşü veya görünüşleri çizebildiniz mi?		
6	Çizilen kesit görünüşü veya görünüşleri standartlara uygun olarak tarayabildiniz mi?		
7	Sonsuz vidayı ölçülendirebildiniz mi?		
8	Sonsuz vidaya uygun olan tek parça yapım resmi antedini çizip eksiksiz doldurabildiniz mi?		
9	İşi istenilen sürede çizimi yapabildiniz mi?		

DEĞERLENDİRME

Eğer faaliyette gözlediğiniz eksiklik varsa, faaliyete tekrar dönüp öğretmeninize danışarak bunları tamamlayınız.

ÖĞRENME FAALİYETİ-3

AMAÇ

Bu öğrenme faaliyeti sonunda uygun çalışma koşulları ve gerekli materyal sağlandığında karşılık dişlisinin gerekli elemanlarını tanıyacak ve hesaplayabileceksiniz.

Ayrıca uygun teknik resim çizim malzemeleri kullanarak karşılık dişlisini çizebileceksiniz.

ARAŞTIRMA

Sevgili öğrenci, bu faaliyet öncesinde yapmanız gereken öncelikli araştırmalar şunlar olmalıdır:

- Bir karşılık dişli çarkı bularak yakından inceleyip diğer dişli çarklarla karşılaştırınız. Diğer dişli çarklarla arasındaki benzerlikleri ve farklılıkları tespit etmeye çalışınız.
- Karşılık dişlisinin kullanım amaçlarını, özelliklerini ve kullanıldığı sistemleri inceleyiniz.
- Araştırma işlemleri için internet ortamı, dişli çark imalatı ve satışını yapan firmalar ile sonsuz vida ve karşılık dişlisinin kullanıldığı çeşitli sistemleri (divizörler, döner tablalar, vinçler, direksiyonlar vb.) inceleyiniz. Kazanmış olduğunuz bilgi ve deneyimleri arkadaş grubunuz ile paylaşınız. Karşılık dişlisinin çevresi düz veya sonsuz vidayı kavrayacak şekilde kavisli olarak yapılır.
- Atölyenizdeki freze tezgâhlarında kullanılan divizörlerin çalışma sistemlerini araştırınız ve divizörü sökerek sonsuz vida ve karşılık dişlisinin çalışma sistemlerini inceleyiniz.

3. KARŞILIK DIŞLİSİ YAPIM RESMİ

Karşılık dişlisi sonsuz vidayı bir somun gibi kavradığı için ikisinin de helis yönleri aynıdır.

Vidanın yükselme açısı, dişlinin helis açısına eşittir. Karşılık dişlisinin aksel kesitindeki diş profilleri düz dişli profillerinin aynıdır.

Karşılık dişlisinin çevresi düz veya sonsuz vidayı kavrayacak şekilde kavisli olarak yapılır.

Karşılık dişlisi sonsuz vidayı bir somun gibi kavradığı için ikisinin de helis yönleri aynıdır.

Vidanın yükselme açısı, dişlinin helis açısına eşittir. Karşılık dişlisinin aksel kesitindeki diş profilleri düz dişli profillerinin aynısıdır.

Sonsuz vidanın adımı karşılık dişlisinin çevresel adımıdır.

Sonsuz vida ve karşılık dişlilerinde kullanılan kuvvet açısı yükselme açısına bağlıdır. Yükselim açısı $\alpha = 0^{\circ}$ ile 16° için kuvvet açısı 15° , $\alpha = 16^{\circ}$ ile 25° için 20° 'dir.

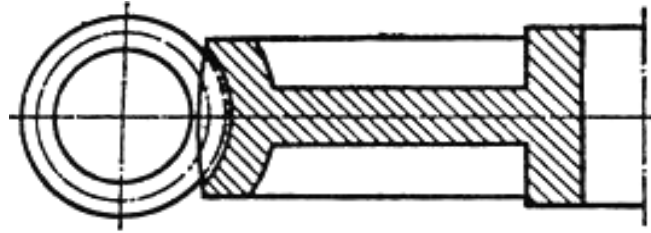
Sonsuz vida mil mil üzerinde kamalandığı gibi mil ile birlikte yapılır.

3.1.Karşılık Dişlisinin Kullanıldığı Yerler

Karşılık dişlisi, dişleri düz veya kavisli biçimde olan özel bir helis dişliden oluşur. Karşılık dişlisinin dişleri, sonsuz vidayı bir somun gibi kavradığı için kavisli olarak, sonsuz vida adımı ve aynı modülle açılır.

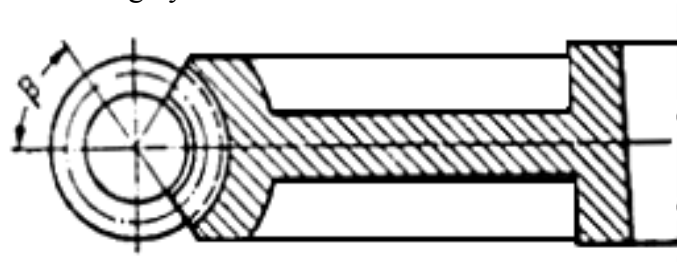
Sonsuz vida karşılık dişlileri, çalışacakları yere, görecekları iş ve dolayısıyla verimleri bakımından birçok şekillerde yapılmışlardır. Bunlardan mekanik alanda en çok kullanılanları şunlardır.

- **Konkav yan profilli karşılık dişliler:** Bu dişlilerde, yükün ağır ve hız oranının küçük olduğu yerlerde, az bir kuvvet ile büyük verimler elde edilmekte ve diş profillerinin (Evolent) olması dolayısıyla diğer dişlilere nazaran daha çok tercih edilir.



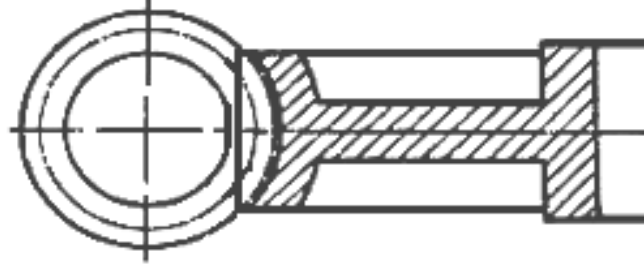
Şekil 3.1: Konkav yan profilli karşılık dişlisi

- **Konveks yan profilli karşılık dişliler:** Bu dişliler, genellikle yükün orta ve hız oranının az olduğu yerlerde kullanılır.



Şekil 3.2: Konveks yan profilli karşılık dişlisi

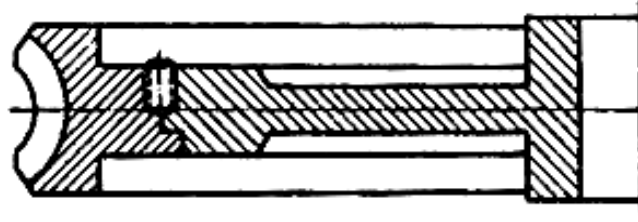
- **Düz yan profilli karşılık dişliler:** Bu dişliler, genellikle yük ve hız oranının az olduğu yerlerde kullanılır.



Şekil 3.3: Düz yan profilli karşılık dişlisi

- **İki parçalı karşılık dişlileri:** Aşağıdaki şekilde de görüldüğü gibi, diş tacı ve göbek ayrı ayrı yapıldıktan sonra, cıvata ve bilezik işine gerek kalmadan sadece ufak vidalarla taç göbeğe tespit edilerek, tercihen kullanılır.

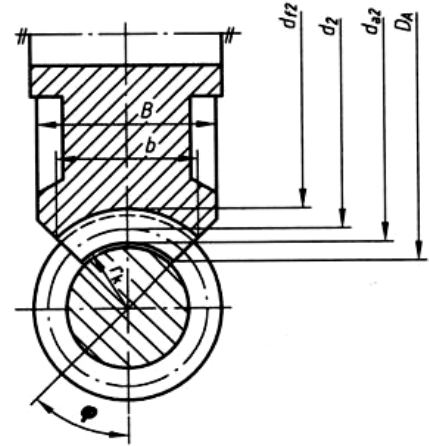
Aynı zamanda bu yapım şekli daha kolay ve ekonomiktir.



Şekil 3.4: İki parçalı karşılık dişlisi

3.2. Karşılık Dişlisi Elemanları

Sonsuz vida karşılık dişli çarkının elemanları, aşağıdaki sonsuz vida ve karşılık dişlisinin yapım resmi üzerinde gösterilerek tabloda formülleriyle birlikte verilmiştir.



Şekil 3.5: Karşılık dişlisi elemanları

Sonsuz vida dişlisinin, diğer dişlilerde olduğu gibi diş üstü çapı, diş dibi çapı ve bölüm dairesi çapına ek olarak diğer önemli olan elemanları şunlardır.

En büyük çap: $dA = da2 + m$ (En büyük çap, dişli taslağının tornalandığı dış çaptır.)

Profil yarıçapı: $r_k = d_1/2 - m$ (Çarkın dişlerine, sonsuz vidayı somun gibi uyumlu kavraması için r_k yarıçaplı profil verilir.)

Pah açısı (ϕ): Profilden dolayı diş uçlarının keskin ve kırılğan olmaması için ϕ kadar pah kırılır.

Helis ayar açısı (β): $\tan\beta = \tan\alpha$ 'dır. Çarkın dişlerinin sonsuz vidanın helisine uyması için verilen açıdır (Helis açıları, hem sonsuz vida da hem de karşılık dişlisinde aynıdır).

KARŞILIK DİŞLİSİ		
Normal Modül	m_n	$\frac{P_n}{\pi}$
Normal Adım	P_n	$\pi \cdot m_n$
Alın Modülü	m_t	$\frac{m_n}{\cos\alpha}$
Alın Adımı	P_t	$\frac{P_n}{\cos\alpha}$
Helis Adımı	P_h	$\pi \cdot d_2 \cdot \tan\alpha$
Ağız Sayısı	z_2	$\frac{n_1}{n_2} \cdot z_1 = \frac{d_2}{m_t}$
Dişli Genişliği	B	$d_{a1} \cdot \sin\phi + 0,25 \cdot P_n$
Bölüm Dairesi Çapı	d_2	$m_t \cdot z_2$
Diş Üstü Çapı	d_{a2}	$d_2 + 2 \cdot m_n$
Diş Dibi Çapı	d_{f2}	$d_2 - 2,33 \cdot m_n$
En Büyük Çap	d_A	$d_{a2} + m_n$
Profil Yarıçapı	r_k	$\frac{d_1}{2} - m_n$
Pah Açısı	$\tan\phi$	$\frac{2f \cdot P_n}{d_1 + 1,2P_n}$
Diş Sayısına Göre	z	28 35 45 55 65 75 85
Diş Oturma faktörü	f	1,9 2,1 2,3 2,5 2,6 2,8 2,9

Tablo 3.1: Karşılık dişlisi elamanları

3.3. Karşılık Dişlisi Elemanlarının Hesaplanmasında Kullanılan Formüllerin Açıklanması

Örnek: Helis adımı $P_z = 22$ mm olan $Z_1 = 2$ ağızlı sonsuz vidanın bölüm dairesi çapı $d_1 = 50$ mm'dir. Sonsuz vida dişlisinin diş sayısı $Z_2 = 60$ olacağına göre gerekli elemanlarının hesaplanması:

- Dişli ve sonsuz vida adımları eşit olduğu için görünen adım;
 P_x (vida) $= P_z / Z_1 = 22 / 2 = 11$ mm = P (dişli)
- **Modül** $m = P / \pi = 11 / 3,14$
 $m = 3,5$
- **Bölüm dairesi çapı** $D_{01} = \frac{T}{\pi * \text{tg} \alpha}$ $d_2 = m \cdot Z_2 = 3,5 \cdot 60 = 210$ mm
- **Diş üstü çapı** $da_2 = d_2 + 2 \cdot m = 210 + 2 \cdot 3,5 = 217$ mm
- **Diş dibi çapı** $df_2 = d_2 - 2,33 \cdot m = 210 - 2,33 \cdot 3,5 = 201,85$ mm
- **Diş derinliği** $h = 2,167 \cdot m = 2,167 \cdot 3,5 = 7,58$ mm
- **En büyük çap** $da = da_2 + m = 217 + 3,5 = 220,5$ mm
- **Profil yarıçapı** $rk = (d_1 / 2) - m = (50 / 2) - 3,5 = 21,5$ mm

Dişli tornada hazırlanırken **da** çapında torna edilir. İki tarafına pahları kırılarak, **profil yarıçapı da** 21 5 mm olan özel kalem ile yan yüzeyin ortasından **da2** çapına profil torna edilir. Böylece çarkın diş üstü, sonsuz vida diş dibini kavrayacak şekilde kavisli (profili) hazırlanmış olur.

Çarkın dişlerini, sonsuz vida helisine uygun duruma getirmek için:

Helis ayar açısı (β) : $\cot \beta = P_z / \pi \cdot d_1$ veya
 $\tan \beta = \pi \cdot d_1 / P_z = 3,14 \cdot 50 / 22 = 7,136$ ve $\beta = 82^\circ$

Buradan helis eğim açısı $\alpha = 8^\circ$ olur.

► $\alpha < 15^\circ$ ise çarkın hesabı düz dişliye göre, $\alpha > 15^\circ$ ise çarkın hesabı helis dişliye göre yapılır. Delikli ayna hesabı $nk = i / z = 40 / 60$ veya $20 / 30$

Sonsuz vida ve karşılık dişlilerin yapım resimleri diğer dişlilerdeki kurallara uygun olarak ayrı ayrı çizilir. Resimlerin üzerinde diş profilleri gösterilmez. Diğer dişlilerde olduğu gibi modelci ve tornacı için gerekli ölçüler resim üzerinde gösterilmelidir. Dişlinin açılması için gerekli olan ölçüler ise çizelgede belirtilmelidir.

Eğer sonsuz vidanın diş profilini belirtmek gerekirse, resmin yanına bir iki diş profili çizilir. Diş profili ile ilgili ölçüler bu resim üzerinde belirtilir.

Karşılık dişlisinin çevresi, genellikle kavisli ve düz yapılır. Yükün ağır ve hız oranının küçük olduğu yerlerde az bir kuvvetle büyük verim almak için sonsuz vidadan daha dar olan karşılık dişlileri seçilmelidir.

Yükün ve hızın az olduğu yerlerde ise karşılık dişlileri daha geniş seçilmelidir.

KARŞILIK DIŞLİSİ FORMÜLLERİ

İSİM	Sonsuz Vida								Sonsuz Vida Dişlisi					
Sonsuz vida dişlisi modülü	M	$t/\pi = H/(\pi.Z_1)$								Ms	$ts/\pi=Dt_2/Z_2=(2E-DF_1)/(Z_1+2Mn+Sk)$			
Normal modül	Mn	$M.Cos\alpha=tn/\pi$												
Normal adım	tn	$Mn.\pi=ts.Cos\alpha$												
Alın adımı	ts	$Dm.\pi.tg\alpha=tn/\pi$						ts	$tn/Cos\alpha=Ms.\pi$					
Diş sayısı(Vida ağız sayısı)	Z ₁	$(n_2.Z_2)/Z_1$:Ağız sayısı 1,2,3...daha fazla						Z ₂	$(n_1.Z_1)/Z_2=Dt_2/M$					
Helis adımı	H	$H=t*\text{ağız sayısı}$ $\pi.Dt_1.tg\alpha_1 \quad \alpha =\text{Helis açısı}$								-	-			
Helis açısı	α	$tg\alpha=H/(Dm_1.\pi)$ Bir ağızlar için H yerine ts yazılır.						ts	β	$\beta=\text{Helis ayar açısı}$ $Cot\beta=H/(\pi.Dt_1)$				
Vida profil açısı	γ	30°-40° TS standarta uygun								-	-			
Bölüm dairesi çapı Z ₁ = 1 ise, Z ₁ >1 ise.	Dm ₁	$H/(\pi.tg\alpha)=2E-Dt_2$ $Z_1.ts/(\pi.tg\alpha)=Z_1.Ms/tg\alpha$						Dt ₂	$2E-Dt_2 Ms.Z_2=Mn.Z_2/Cos\alpha$					
Diş üstü çapı	Dk ₁	Dm ₁ +2Mn						Da ₂	Dt ₂ +2Mn					
Dişlinin en büyük çapı		-						D _A	$D_A=Da(Dt-2M)(1-Cosp)$					
Dişlinin dış dibi çapı	Df ₁	Dm ₁ -2(Mn+Sk ₁)						Df ₂	Dt-2(Mn-Sk ₂)					
Dişbaşı boşluğu	Sk ₁	0,167 Mn~0,3 Mn Ortalama Sk ₁ =0,2Mn						Sk ₂	0,167 Mn~0,3 Mn Ortalama Sk=0,2Mn ₂					
Vida boyu ve dişli genişliği	L	$2Mn\sqrt{(Z_1+1)}$						b	$0,8 Dm_1=Dk_1 Sin\rho+0,25$					
Eksenler arası	E	$(Dm_1+Dt_2)/2$												
Diş üstü oyuğu yarıçapı		-						r	$Mn.Dm_1)/2=E-Da_2/2$					
Diş pahı için	Z ₁	28	36	45	56	62	3	6	4	“” ρ Pah açısı $tg\rho=(2a.ts)/(Dt+1,2ts)$				
Diş oturma faktörü	a	1,9	2,1	2,3	2,5		2,7	2,8	2,9					
Diş başı yük.	hf	M												
Diş dibi yük.	hk	1,166*M												
Diş yüksekliği	h	2,166*M												

Tablo 3.2: Karşılık dişlisi elamanları

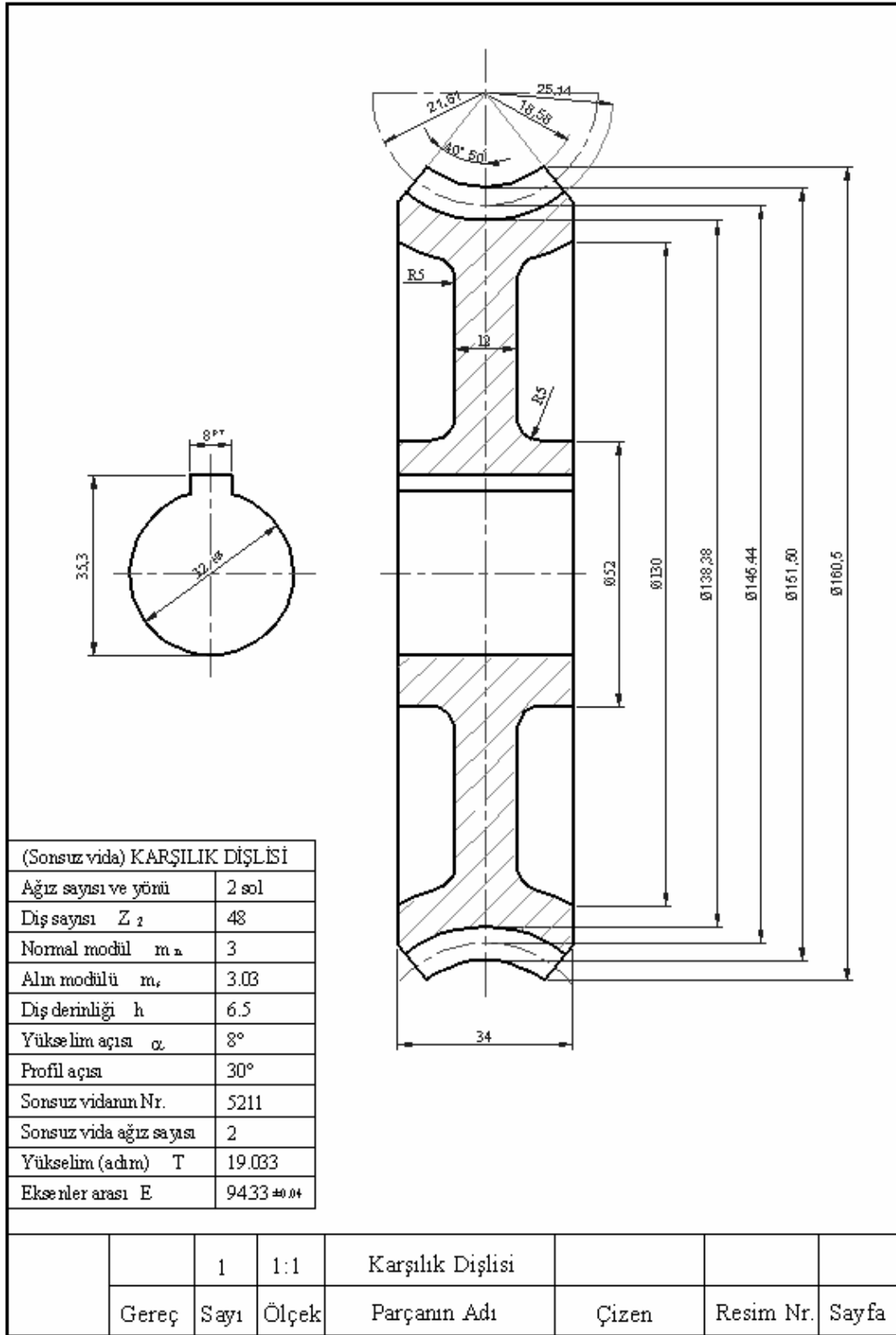
3.4.Karşılık Dişlisi Yapım Resmi Çizimi

Sonsuz vida ve karşılık dişlilerin yapım resimleri diğer dişlilerdeki kurallara uygun olarak ayrı ayrı çizilir. Resimlerin üzerinde diş profilleri gösterilmez.Diğer dişlilerde olduğu gibi modelci ve tornacı için gerekli ölçüler resim üzerinde gösterilmelidir. İşlinin açılması için gerekli olan ölçüler ise çizelgede belirtilmelidir.

Eğer sonsuz vidanın diş profilini belirtmek gerekirse, resmin yanına bir iki diş profili çizilir.Diş profili ile ilgili ölçüler bu resim üzerinde belirtilir.

Karşılık dişlisinin çevresi, genellikle kavisli ve düz yapılıdır.Yükün ağır ve hız oranının küçük olduğu yerlerde az bir kuvvetle büyük verim almak için sonsuz vidadan daha dar olan karşılık dişlileri seçilmelidir.

Yükün ve hızın az olduğu yerlerde ise karşılık dişlileri daha geniş seçilmelidir.



Şekil 3.6: Karşılık dişlisi çizimi

UYGULAMA FAALİYETİ

İŞLEM BASAMAKLARI	ÖNERİLER
➤ Resim kâğıtlarını bağlayınız. Çizim araç gereçlerini hazırlayınız.	➤ Resim masasının standartlara uygun olmasına dikkat ediniz.
	➤ Çizim takımlarınızı kontrol ediniz.
➤ Yapım resimleri çizilecek olan dişli çarkların elemanlarını hesaplayınız.	➤ Çizim için gerekli ölçü ve açıları hesaplayınız. ➤ Tablodaki formülleri kullanınız.
➤ Karşılık dişlisi yapım resmini işlem sırasına göre çiziniz.	➤ Resminizin sığabileceği bir resim kâğıdı belirleyiniz.
	➤ Resmin toplam genişlik ve yüksekliğini kabaca hesaplayınız (ölçü tolerans ve yüzey işleme işaretleri kullanacağınızı unutmayınız).
	➤ Silindirik ve simetrik parçaları çizerken eksen çizgisi ile başlamanız gerektiğini unutmayınız.
	➤ Resminizi kurallar çerçevesinde ölçülendiriniz. ➤ Dişlinin çalışma pozisyonunu düşünerek gerekli toleransları veriniz. ➤ Dişli için gerekli yüzey işleme işaretleri kullanınız.
	➤ Dişli için gerekli olan küçük dişli bilgilerini içeren tabloyu oluşturunuz. ➤ Resim için gerekli olan antedi çiziniz.
➤ Çizilmiş karşılık dişlisi resmini okuyunuz.	➤ Resmi son kez dikkatlice kontrol ediniz. ➤ Resim tamamlanmışsa kâğıdı dikkatlice masadan sökünüz.

PERFORMANS DEĞERLENDİRME

Tek ağızlı vidanın çapı 53,9 mm helis açısı $8^{\circ} 6'$, karşılık dişlisinin diş sayısı 40 mm diş üstü çapı 25,2 mm olduğuna göre karşılık dişlisinin çizimi için gerekli elemanları hesaplayınız.

Yukarıda ölçüleri verilen karşılık dişlisinin yapım resmini çiziniz. Bunun için:

- Uygun çizim araç ve gereçleri kullanınız.
- Parçaya ait yeterli görünüşleri –gerekliyorsa kesit alarak- çiziniz.
- Ölçülendiriniz (Eksik ölçülendirme yapmayınız. Ölçü tekrarından kaçınınız).
- Yüzey kalite işaretlerini resimde gösteriniz.
- Tolerans değerlerini resmi ölçülendirirken gösteriniz.
- Antet bilgilerini yazınız.
- Süreniz 40 dakikadır.

KONTROL LİSTESİ

AÇIKLAMA

Aşağıda listelenen davranışları gözlemleyiniz. Eğer yapıldıysa evet kutucuğunun hizasına (X) işareti koyunuz. Yapılmadıysa hayır kutucuğunun hizasına (X) işareti koyunuz.

DEĞERLENDİRME KRİTERLERİ		Evet	Hayır
1	Karşılık dişlisi çizmek için gerekli çizim araç ve gereçlerini kullanabildiniz mi?		
2	Resmin bakış yönünü ve yeterli görünüş sayısını belirleyebildiniz mi?		
3	Karşılık dişlisi çizilmesi için gerekli elemanları hesaplayabildiniz mi?		
4	Karşılık dişlisi çizerken TS 88' de belirtilen çizgi çeşitlerini kullanabildiniz mi?		
5	Belirlenen kesit düzlemine ve TS 88' de verilen kurallara göre kesit görünüşü veya görünüşleri çizebildiniz mi?		
6	Çizilen kesit görünüşü veya görünüşleri standartlara uygun olarak tarayabildiniz mi?		
7	Karşılık dişlisini ölçülendirebildiniz mi?		
8	Karşılık dişlisine uygun olan tek parça yapım resmi antedini çizip eksiksiz doldurabildiniz mi?		
9	Resmi istenilen sürede çizebildiniz mi?		

DEĞERLENDİRME

Eğer faaliyette gözlediğiniz eksiklik varsa, faaliyete tekrar dönüp öğretmeninize danışarak bunları tamamlayınız.

ÖĞRENME FAALİYETİ-4

AMAÇ

Bu öğrenme faaliyeti sonunda, uygun çalışma koşulları gerekli çizim aletleri sağlandığında zincir dişlileri tanıyacak, gerekli elemanlarını hesaplayarak yapım resimlerini çizebileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Zincir dişlilerin kullanıldığı yerler ve çeşitleri hakkında bilgiler toplayınız.
- Otomotiv, Tesviye, Makine Kalıp bölümlerinde bulunan makine ve motorlardaki uzak eksenler arasındaki hareket iletimlerini inceleyiniz.
- Bir bisiklet üzerinde bulunan pedal tekerlek arasındaki bağlantıyı inceleyiniz.

4. ZİNCİR DİŞLİLER

Zincirle iki eksen arasında yapılan hareket iletiminde zincirin sarıldığı dişlilere zincir dişli denir.

İletimde kullanılan zincirler çok farklı olduğundan zincirin tipine göre farklı dişli çarklar kullanılır. Zincir dişli çarklar bir zincir yardımıyla bir milden daha uzakta bulunan bir mile hareket ileten makine elemanlarıdır.

Millerin birbirine yakın olmadığı ve iletilecek harekette kaymaların önlenmesini istendiğinde bu dişliler kullanılır. Zincir dişlileri aynı düzlemde ve millerin birbirine paralel olması gerekir.

Çevresel hızları 20 m/sn. ye kadar çıkabilir.

4.1. Zincir Dişlinin Tanımı Çeşitleri ve Kullanıldığı Yerler

Motor sanayinde ve deniz taşımacılığında kullanılan bu zincir dişliler motordan makineye kuvvet iletiminde kullanılır. 6,5 m/sn. hıza kadar çok sessiz çalışır. Diş sayıları 17'den az ve dönme oranı 1/7'den aşağı olmamalıdır. Aksi halde gürültülü çalışır. Diş sayıları diş profilleri ile ilgili olarak değişir. Sessiz olmaları tercih nedenidir.

Bu dişlilere kullanım amacına göre: Düz yan profilli, orta kılavuzlu ve yan kılavuzlu yapılır. Orta ve yan kılavuzlu zincir dişliler zincirin iki tarafa kaymasını önler.

Çelikten yapılan mafsallı zincirlerin pek çok çeşidi vardır. Buları kullanım alanlarına göre şöyle sınıflandırabiliriz:



Resim 4.1: Dişli zincir dişlilerin kullanıldığı muhtelif yerler

Transmisyon zincirleri

Taşıyıcı zincirler

Yük zincirleri

Zincirleri biçim olarak şu şekilde sınıflandırabiliriz:

Makaralı (roleli) zincirler

Bilezikli zincirler

Gall zinciri

Lamelli zincir

Bükük baklalı zincirler

Kovanlı zincirler

Dişli (sessiz) zincir

Zincir dişliler adımlarına (t) göre belirtilir.

Adımlarına göre

Milimetre cinsinden (6 mm, 8 mm gibi)

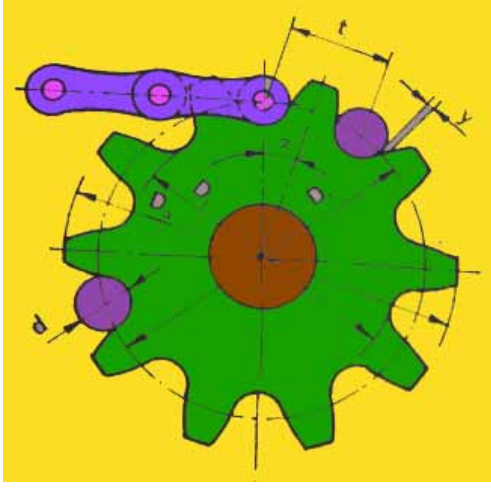
Parmak cinsinden ($3/8$ " , $1/2$ " gibi)

Bu zincirler DIN 8180, 8181, 8187, 8188, 8190'a göre standartlaştırılmıştır.

Millerin birbirine yakın olmadığı yerlerde, zincir dişlilerde yapılan hesaplamalar kullanılan zincirin adımına göre yapılır.

Zincirlerde makara çapı d_1 , adım t, iç genişlik b_1 ve dişlilerde B, e, h boyutları standart çizelgelerden alınır.

4.2. Zincir Dişli Elemanları



Da: Diş üstü dairesi çapı mm
Dt: Bölüm dairesi çapı mm
Df: Dişdip dairesi çapı mm
α : Diş ile diş boşluğu arasındaki açı
d : Role çapı mm
t : Roleli zincirin adımı mm
y: Dişi boşluğu laçkalığı mm

Şekil 4.1: Zincir dişli elemanları

4.3. Zincir Dişli Elemanlarının Hesaplanmasında Kullanılan Formüllerin Açıklanması

Motordan makineye büyük güçlerin iletilmesinde kullanılır. Blok zincir dişlilerine benzer. 1.2.3 ve daha fazla ağızlı olarak yapılır. 2 ve 3 ağızlı olanlar tercih edilir.

Da: Diş üstü dairesi çapı mm
Dt: Bölüm dairesi çapı mm
Df: Dişdip dairesi çapı mm
α : Diş ile diş boşluğu arasındaki açı
d : Role çapı mm
t : Roleli zincirin adımı mm
y: Dişi boşluğu laçkalığı mm

$$\alpha = 180^\circ / Z$$

$$Dt = t / \sin \alpha$$

$$Da = Dt + d$$

$$Df = Dt - d$$

$$Y = 0,1 * d$$

Tek sıralı-Makaralı Zincir DIN(8180)							Dişli profili (DIN 73231)						
Adı	t	İç genişlik	B1	Makara çapı D1	Dış genişlik		Kopma yükü		Ağırlık 1	Tek sıralı		Çift sıralı	
					F1	F2	kg	kg		B	h	B	e
inç	mm	inç	mm	mm	F1	F2	kg	kg	B	h	B	e	h
-	6	-	2,8	4	4,7	3,7	250	0,18	2,5	3	-	-	-
1/16	8	1/8	3	5	5,45	4,5	400	0,24	2,7	4	2,7	5,64	4
3/8	9,52	1/8	3,2	6	7	4,8	600	0,25	2,8	4,3	-	-	-
		7/32	5,2	6,35	7,1	6,8	860	0,45	5,2	4,8	5,2	10,24	4,8
		-	5,2		8,8	7,2		0,65	4,6	6,3	-	-	-
½	12,7	¼	6,35	8,5	9,4	7,7	1600	0,70	5,7	6	-	-	-
		5/16	7,75		10,1	8,4		0,80	7	6,3	7	13,92	6,3
									5,7	-	-	-	-
5/8	15,88	3/8	6,35	10,2	9,8	8,2	2000	0,80	8,8	7,8	-	-	-
		7/16	9,52		10,6	9,7		0,96	10	7,8	8,8	16,59	7,8
¾	19,05	-	1/7	12,7	13,2	11,3	2600	1,5	6	9,2	10,6	19,46	9,2
1	25,4		17	15,9	24,5	18	4200	2,9	15,5	11,5	15,5	31,88	11,5

D ₀ ÇAPI İÇİN n DEĞERLERİ							
z	n	z	n	z	n	z	n
5	1,701	22	7,027	39	12,427	56	17,835
6	2,001	23	7,344	40	12,746	57	18,153
7	2,305	24	7,661	41	13,063	58	18,471
8	2,612	25	7,979	42	13,382	59	18,769
9	2,924	26	8,296	43	13,699	60	19,107
10	3,237	27	8,614	44	14,018	61	19,425
11	3,550	28	8,931	45	14,336	62	19,744
12	3,664	29	9,250	46	14,654	63	20,061
13	4,179	30	9,567	47	14,672	64	20,380
14	4,494	31	9,885	48	15,290	65	20,698
15	4,809	32	10,202	49	15,607	66	20,017
16	5,126	33	10,521	50	15,926	67	21,335
17	5,441	34	10,838	51	16,244	68	21,653
18	5,759	35	11,156	52	16,562	69	21,971
19	6,076	36	11,474	53	16,880	70	22,289
20	6,392	37	11,792	54	17,194	71	22,608
21	6,709	38	12,109	55	17,517	72	22,926

Tablo 4.1: Zincir dişlinin belirlenmiş bazı sabit değerleri

4.4. Zincir Elemanlarının Hesaplarının Yapılması

Örnek Problem: Diş sayısı $Z=30$, Adımı $t=18$ mm ve role çapı $d=10$ mm olan bir normal zincir dişlinin elemanlarını hesaplayınız.

Çözüm

$$Z=30$$

$$t=18 \text{ mm}$$

$$d=10 \text{ mm}$$

$$\alpha = ?$$

$$D_a = ?$$

$$D_t = ?$$

$$D_f = ?$$

$$Y = ?$$

$$\alpha = 180^\circ / Z = 180^\circ / 30$$

$$\alpha = 6^\circ \quad (\sin 6^\circ = 0,104)$$

$$D_t = t / \sin \alpha = 18 / \sin 6^\circ = 18 / 0,104$$

$$D_t = 173 \text{ mm}$$

$$D_a = D_t + d = 173 + 10$$

$$D_a = 183 \text{ mm}$$

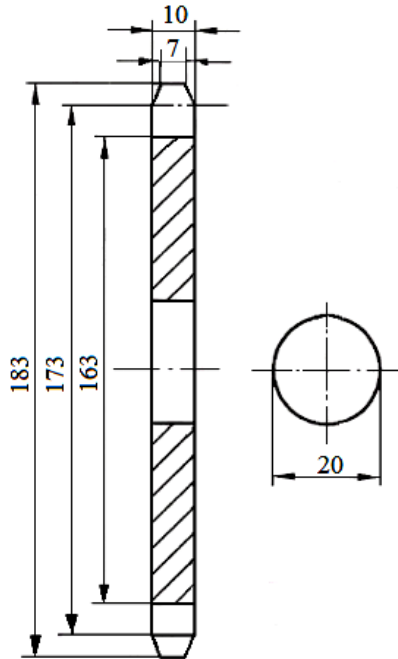
$$D_f = D_t - d = 173 - 10$$

$$D_f = 163 \text{ mm}$$

$$y = 0,1 * d = 0,1 * 10$$

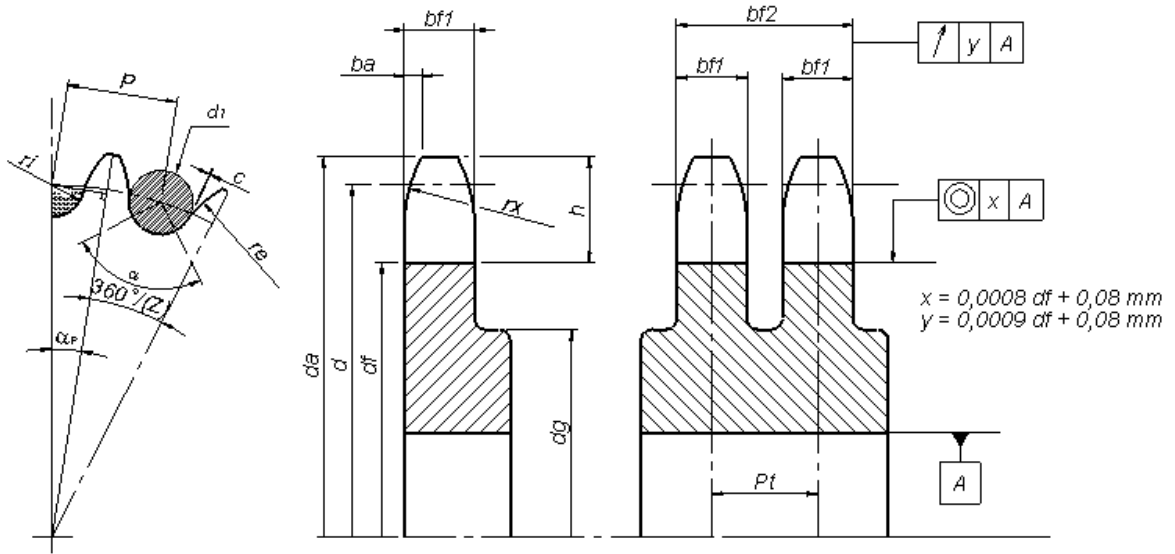
$$y = 1 \text{ mm}$$

4.5. Zincir Dişli Yapım Resmi Çizimi



ZİNCİR DİŞLİ	
Adım (t)	18
Makara çapı (d_1)	10
Diş sayısı (z_1)	30
Eş dişli no (N_r)	
Eş dişli diş sayısı (z_2)	85

Şekil 4.1: Zincir dişli çizimi



Şekil 4.3: Zincir dişli çizimi

ZİNCİR DİŞLİ	
Adım (t)	9,525
Makara çapı (d_1)	30
Diş sayısı (z_1)	40
Eş dişli no (N_r)	
Eş dişli diş sayısı (z_2)	115

UYGULAMA FAALİYETİ

İŞLEM BASAMAKLARI	ÖNERİLER
➤ Resim kâğıtlarını bağlayınız. Çizim araç gereçlerini hazırlayınız.	➤ Resim masasının standartlara uygun olmasına dikkat ediniz.
	➤ Çizim takımlarınızı kontrol ediniz.
➤ Yapım resimleri çizilecek olan zincir dişlinin elemanlarını hesaplayınız.	➤ Çizim için gerekli ölçü ve açıları hesaplayınız. ➤ Tablodaki formülleri kullanınız.
➤ Zincir dişlinin yapım resmini işlem sırasına göre çiziniz.	➤ Resminizin sığabileceği bir resim kâğıdı belirleyiniz.
	➤ Resmin toplam genişlik ve yüksekliğini kabaca hesaplayınız (Ölçü tolerans ve yüzey işleme işaretleri kullanacağınızı unutmayınız).
	➤ Silindirik ve simetrik parçaları çizerken eksen çizgisi ile başlamanız gerektiğini unutmayınız.
	➤ Resminizi kurallar çerçevesinde ölçülendiriniz.
	➤ Dişlinin çalışma pozisyonunu düşünerek gerekli toleransları veriniz. ➤ Dişli için gerekli yüzey işleme işaretleri kullanınız.
	➤ Dişli için gerekli olan küçük dişli bilgilerini içeren tabloyu oluşturunuz. ➤ Resim için gerekli olan antedi çiziniz.
➤ Çizilmiş karşılık dişlisi resmini okuyunuz.	➤ Resmi son kez dikkatlice kontrol ediniz. ➤ Resim tamamlanmışsa kâğıdı dikkatlice masadan sökünüz.

PERFORMANS DEĞERLENDİRME

Diş sayısı ($z=50$), Adımı ($t=10$ mm) ve role çapı ($d=15$ mm) olan bir zincir dişli çarkın gerekli elemanlarını hesaplayarak yapım resmini çiziniz.

Yukarıda ölçüleri verilen karşılık dişlinin yapım resmini çiziniz. Bunun için:

- Uygun çizim araç ve gereçleri kullanınız.
- Parçaya ait yeterli görünüşleri –gerekliyorsa kesit alarak- çiziniz.
- Ölçülendiriniz (Eksik ölçülendirme yapmayınız. Ölçü tekrarından kaçınınız).
- Yüzey kalite işaretlerini resimde gösteriniz.
- Tolerans değerlerini resmi ölçülendirirken gösteriniz.
- Antet bilgilerini yazınız.
- Süreniz 40 dakikadır.

KONTROL LİSTESİ

AÇIKLAMA			
Aşağıda listelenen davranışları gözlemleyiniz. Eğer yapıldıysa evet kutucuğunun hizasına (X) işareti koyunuz. Yapılmadıysa hayır kutucuğunun hizasına (X) işareti koyunuz.			
DEĞERLENDİRME KRİTERLERİ		Evet	Hayır
1	Zincir dişli çizmek için gerekli çizim araç ve gereçlerini kullanabildiniz mi?		
2	Resmin bakış yönünü ve yeterli görünüş sayısını belirleyebildiniz mi?		
3	Zincir dişli çizilmesi için gerekli elemanları hesaplayabildiniz mi?		
4	Zincir dişli çizerken TS 88' de belirtilen çizgi çeşitlerini kullanabildiniz mi?		
5	Belirlenen kesit düzlemine ve TS 88' de verilen kurallara göre kesit görünüşü veya görünüşleri çizebildiniz mi?		
6	Çizilen kesit görünüşü veya görünüşleri standartlara uygun olarak tarayabildiniz mi?		
7	Zincir dişliyi ölçülendirebildiniz mi?		
8	Zincir dişliyi uygun olan tek parça yapım resmi antedini çizip eksiksiz doldurabildiniz mi?		
9	Resmi istenilen sürede çizebildiniz mi?		

DEĞERLENDİRME

Eğer faaliyette gözlediğiniz eksiklik varsa, faaliyete tekrar dönüp öğretmenimize danışarak bunları tamamlayınız.

KAYNAKÇA

- BULUT Halit,- Şefik ÖZCAN, **Atölye ve Teknolojisi I**, Ankara, 1991.
- İPEKÇİOĞLU Nusret, **Frezecilik**, MEB Basımevi, İstanbul, 1984.
- KARTAL Faruk, **Meslek Teknolojisi I**, Manisa, 2001.
- OKTAY Şefik, **Makine Elemanları Dişli Çarklar**, Birsen Yayınevi, İstanbul,1982.
- ÖZKARA Hamdi, **Meslek Bilgisi V ve VI**, İlksan Matbaası Ltd.Şti, Ankara, 1998.
- BAĞCI Mustafa, Yakup ERİŞGİN, Mustafa ASLANER ,**Taşlamacılık ve Alet Bileme Teknolojisi**, Mesleki ve Teknik Öğretim Kitapları, Etüd ve Programlama Dairesi Yayınları, NO:65, Milli Eğitim Basımevi, İstanbul, 1982.
- ÖZKARA Hamdi, **Meslek Resmi III**, Ankara, 2002.
- ŞEN İ. Zeki–Nail ÖZÇİLİNGİR, **Makine Meslek Resmi II**, İstanbul, 2004.