

# DIŞLİ POMPALARDA DEBİ HESAPLAMALARI VE TASARIM PARAMETRELERİ

Ahmet Öven\*  
ahmetoven@gmail.com

Muharrem Erdem Boğoçlu  
Yrd. Doç. Dr.,  
Yıldız Teknik Üniversitesi,  
Makina Fakültesi,  
Konstrüksiyon Anabilim Dalı  
bogoclu@yildiz.edu.tr

## ÖZET

Bu çalışmada, Baysan Makine Dişli firmasında deniz şanzıman sistemleri için üretilen dişli pompaya ait dişli çarklarının CAD ortamında çizimi gerçekleştirilmiş ve bu tasarım baz alınarak farklı kalınlıklardaki dişli çarkların debi hesaplamaları ile ilgili verilere ulaşılmış, karşılaştırmalar yapılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Dişli pompa, dişli sistemlerin evolvent fonksiyonu, dişli pompa debi hesabı, deniz şanzımanı dişli pompası

## FLOW CALCULATIONS & DESIGN PARAMETERS FOR GEAR PUMPS

## ABSTRACT

In this study, gear pump which is used in marine gear box systems is designed with CAD Program and then by the means of CAD program, some parameters are gained. Based on different face widths, flow values are calculated and compared.

**Keywords:** Gear pump, evolvent function for gear systems, gear pump flow calculation, gear pump for marine gearbox

\* İletişim Yazarı

Geliş tarihi : 10.07.2014  
Kabul tarihi : 29.09.2014

Öven, A., Boğoçlu, M. E. 2015. "Dişli Pompalarda Debi Hesaplamaları ve Tasarım Parametreleri" Mühendis ve Makina, cilt 56, sayı 660, s.34-40.

## 1. GİRİŞ

Bu çalışmada, makina sanayiinde özellikle şanzıman ve pompalarda kullanılan dişli sistemlerinin debileri ve hidrolik akışkanla çalışan ekipmanların tasarım parametreleri hakkında bilgiler verilerek detaylı hesaplamalar sunulmuştur. Diş profillerinin anlatımından başlamak suretiyle dişli pompaların çalışma sistemleri hakkında bilgiler verilmiş, CAD ortamında diş boşluğu hesaplanarak farklı kalınlıklarda dişlilerin debileri bulunmuştur.

## 2. DIŞ PROFİLLERİ

Dişlilerin yan yüzlerinin dış eğrisine profil denir. Diş profili olarak evolvent ve sikloid kullanılır. Bu makalede, evolvent dişli profilleri baz alınmış ve sikloid profillere de kısaca değinilmiştir [1].

### Sikloid Profilli Dişlilerin Avantajları:

- Diş başı eğrisi konveks (dış bükey), diş dibi eğrisi konkav (iç bükey) olduğundan yüzey basıncı düşüktür.
- Diş sayısı büyük olan dişli, çark yapılabilir.
- Daha sessiz çalışırlar.

### Sikloid Profilli Dişlilerin Dezavantajları:

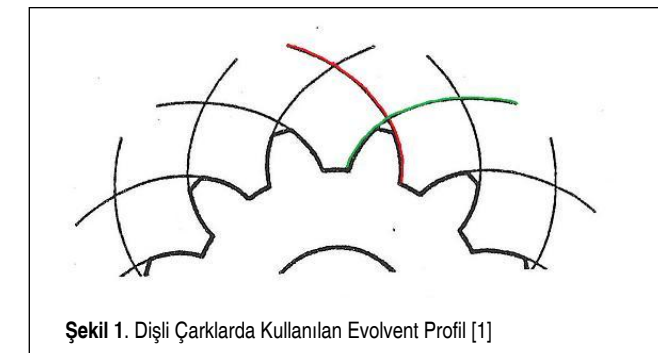
- Eksenler arası mesafesi hassas olarak monte edilmelidir. Aksi halde temel dişli kanununun şartlarını yerine getirmez.
- Dişli profillerinin imali zor ve pahalıdır.
- Sikloid dişliler saat sanayinde, ölçme aletlerinde kullanılır.

### Evolvent Profilli Dişli Çarkların Avantajları:

- İmalatları basit, kullanışlı ve verimi yüksek dişlilerdir.
- Dişlinin her iki yüzeyi aynı geometrik kurallara göre meydana gelir.
- Eksenler arasındaki bir hata, evolvent dişlilerin çalışmasını etkilemez.
- Aynı takımla farklı dişliler elde edilir.

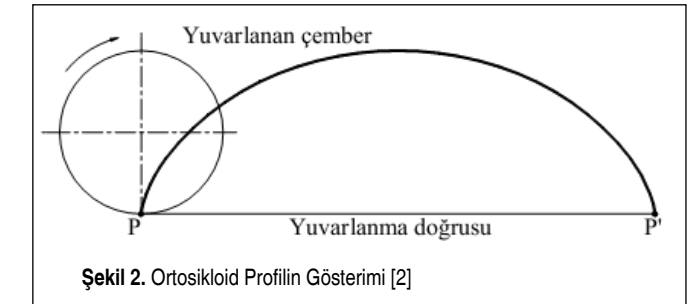
### Evolvent Profilli Dişli Çarkların Dezavantajları:

- İki konveks (dış bükey) yüzeyin beraber çalışması sonucunda büyük aşınma meydana gelir.



Şekil 1. Dişli Çarklarda Kullanılan Evolvent Profil [1]

- Dişe gelen radyal yöndeki kuvvetin etkisi fazladır.
- Diş sayısının küçük olması durumunda diş dibi kesilmesi ortaya çıkar.



Şekil 2. Ortosikloid Profilin Gösterimi [2]

Evolvent, temel dairesi olarak isimlendirilen sabit bir daire üzerinde kaymadan yuvarlanan ana doğru gibi bir doğrunun üzerindeki herhangi bir noktanın meydana getirdiği bir eğridir. Şekil 1'de dişli çarklarda kullanılan evolvent profili gösterilmiştir.

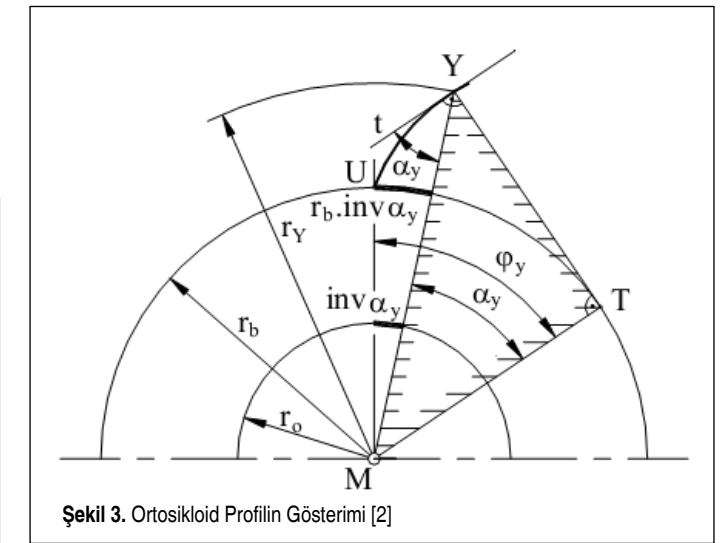
**Ortosikloid Profil:** Bir doğru üzerinde kaymadan yuvarlanan bir dairenin bir noktasının geometrik yeridir (Şekil 2 ve 3).

**Episikloid Profil:** Bir daire üzerinde kaymadan yuvarlanan bir dairenin bir noktasının geometrik yeridir.

**Hiposisikloid Profil:** Bir daire içinde kaymadan yuvarlanan bir dairenin bir noktasının geometrik yeridir [1].

## 3. EVOLVENT FONKSİYONU

Aşağıda, dişli pompalarda kullanılan dişli profillerinden olan "evolvent" in oluşturulmasına ilişkin fonksiyonlar incelenmiştir.



Şekil 3. Ortosikloid Profilin Gösterimi [2]

**Tablo 1.** Evolventin Oluşturulmasında Kullanılan Tanımlar [2]

$inv_{ay}$	Evolvent Fonksiyonu
Y	Evolventte herhangi bir nokta
U	Evolventin başlangıç noktası
$\alpha_y$	Y noktasındaki profil açısı
$\varphi_y$	Yuvarlanma veya merkez açısı
T	Profil teğeti
$r_y$	Y noktasındaki yarıçap
$r_o$	Temel dairesi yarıçapı
$r_0$	Birim dairesinin yarıçapı

Şekil 3'teki MTY üçgeni baz alınarak;

$$\cos_{ay} = \frac{\overline{MT}}{MT} = \frac{r_b}{r_b} = \frac{d_b}{d_y}$$

$$d_b = d \times \cos_{\alpha}$$

$$\cos_{ay} = d \times \cos_{\alpha} / d_y$$

$$UT = r_b \times \varphi_y \text{ ve } YT = r_b \times \tan_{\alpha_y}$$

$$UT = YT = r_b \times \varphi_y = r_b \times \tan_{\alpha_y}$$

Yuvarlanma açısı,

$$\varphi_y = \tan_{\alpha_y}$$

Yay ölçüsü farkı (açı farkı) evolvent fonksiyonu ( $inv_{ay}$ ) olarak tanımlanır.

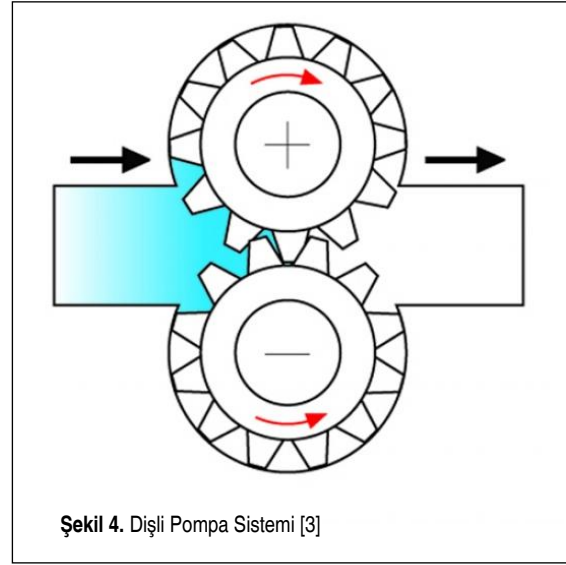
$$inv_{ay} = \varphi_y - \alpha_y = \tan_{\alpha_y} - \alpha_y$$

Evolvent fonksiyonu,

$$inv_{\alpha_y} = \tan_{\alpha_y} \frac{\pi \alpha_y}{180^\circ}$$

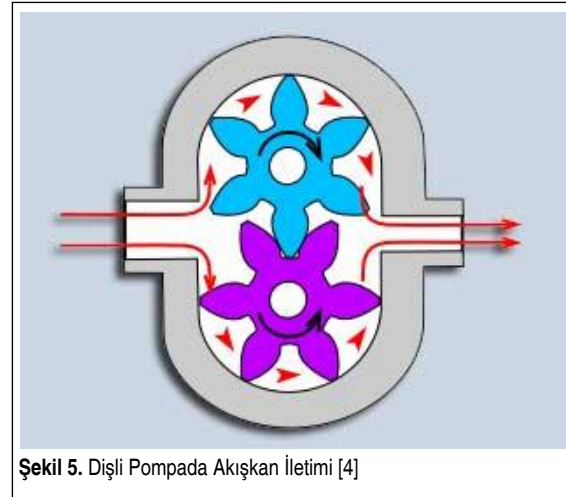
#### 4. DIŞLİ POMPA SİSTEMLERİ

Dişli pompa; içinde gayet hassas olarak en az radyal ve eksenel boşluk oluşturacak şekilde çalışan, bir çift dişli ve bir pompa gövdesinden ibarettir. Bir dişli (Tahrik Dişlisi) hareket ettirici (Motor) ile irtibat halindeki tahrik mili sayesinde tahrik edilir. Diğer dişli (İzleyici Dişli) ise temas halindeki dişleri sayesinde tahrik dişlisi tarafından hareket ettirilir. İki dişlinin dişleri birbirinden ayrıldığında, pompa girişinden gelen akışkan, döner dişli boşlukları ile pompa gövde duvarı arasında hapsedilmiş olur (Şekil 4).

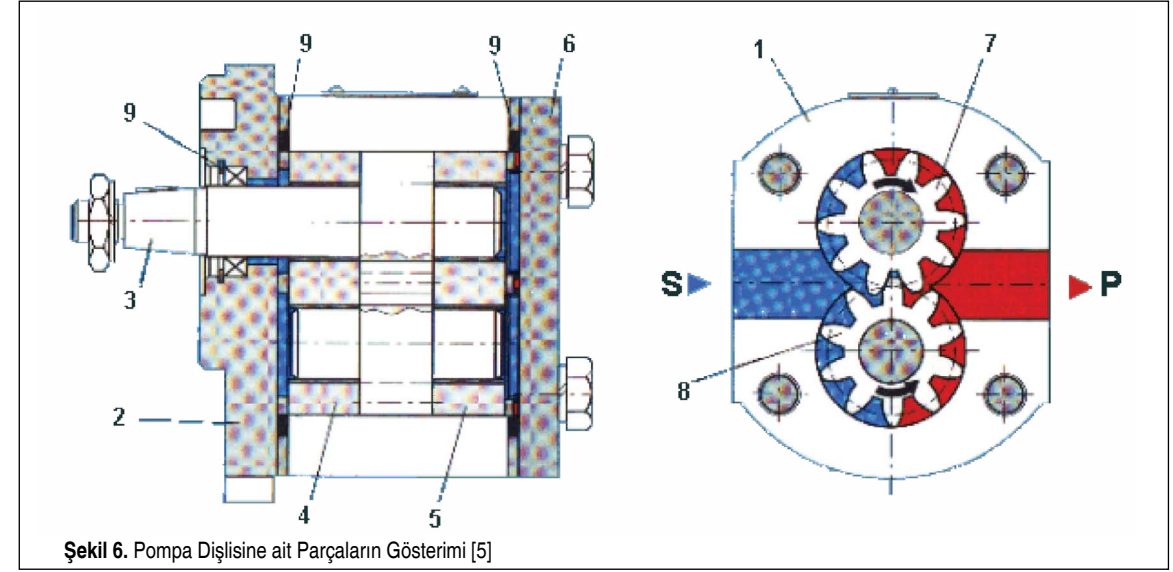


#### Dişli Pompada Akışkan İletimi

Dönme boşlukları; akışkanı pompa gövdesinin duvarları etrafından pompa çıkışına nakleder, burada geçme halindeki diş-

**Şekil 5.** Dişli Pompada Akışkan İletimi [4]**Tablo 2.** Pompa Dişlisi Parçalarının Tanımlanması [5]

Parça No	Tanım
1	Gövde
2	Flanş
3	Tahrik mili
4	Yatak burçları veya özel rulmanlar
5	Yatak burçları veya özel rulmanlar
6	Kapak
7	Tahrik dişlisi
8	Serbest dişli
9	Conta

**Şekil 6.** Pompa Dişlisine ait Parçaların Gösterimi [5]

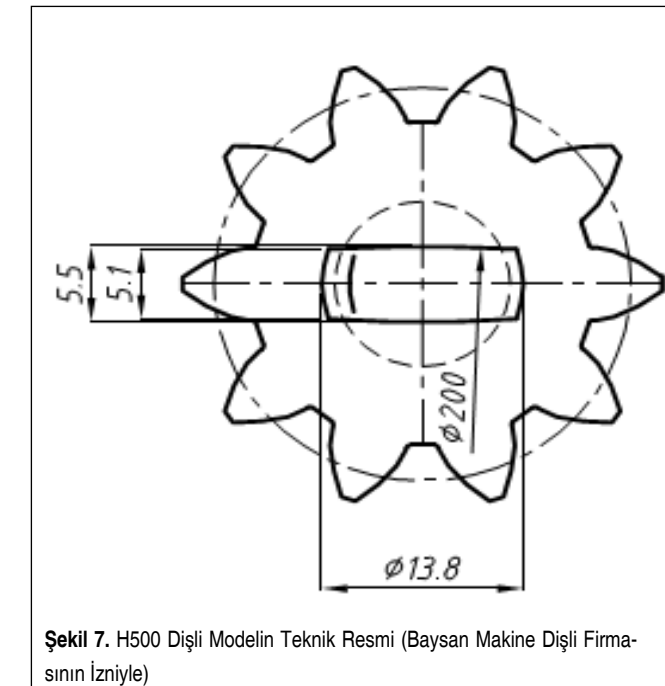
liler, akışkanı çıkış ağzından hidrolik sisteme geçmeye zorlar (Şekil 5).

Giriş ve çıkış kanallarından oluşan sistemde pompa dişli sayısının azaltılması debiyi artırır, basıncı azaltır. Dişli sayısının artırılmasında ise debi azalır, basınç artar (Şekil 6, Tablo 2).

S: Emiş tarafı

P: Basma tarafı

Hidrolik bir şanzımanın pompa kısmında kullanılan H500 modelinin dişli teknik resmi ve değerleri Şekil 7 ve Tablo 3'te gösterilmiştir.

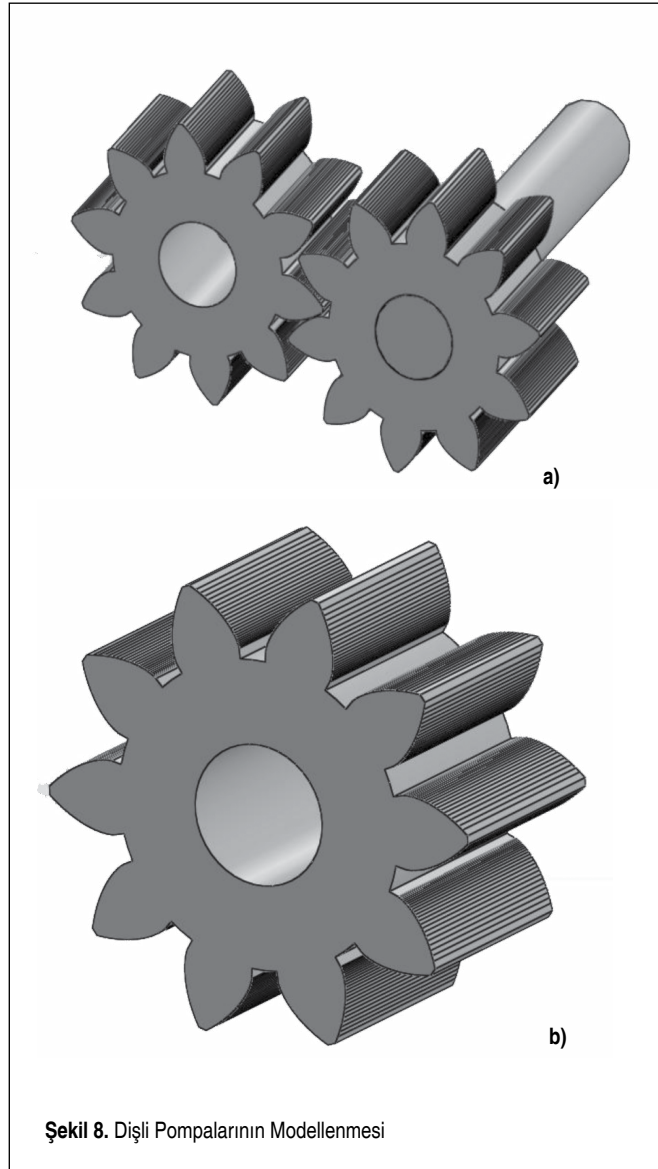
**Şekil 7.** H500 Dişli Modelin Teknik Resmi (Baysan Makine Dişli Firmasının İznıyla)**Tablo 3.** H500 Dişli Modelinin Değerleri

DIŞLİ DEĞERLERİ		
Diş Sayısı	Z	10
Modül	mn	2.5
Kavrama Açısı	$\alpha$	20°
Temel Daire Çapı	dg	Ø23.492
Bölüm Dairesi Çapı	d0	Ø25
Diş Üstü Çapı	dk	Ø32.95±0.01
Diş Dibi Dairesi Çapı	df	Ø22 <sup>+0.1</sup>
Pim Çapı	dr	Ø5
Çift Diş Pim Üstü Çapı		Ø35.016
Kaydırma Faktörü	X	0.725
Ölçüm Yapılacak Diş Sayısı	Z'	2
Finish Mikrometre Ölçüsü	Wk2	12.75±0.01
Azdırma Kesim Ölçüsü	Wk2	12.96±0.02
Karşı Diş Sayısı	Z <sub>1</sub>	10
Eksenler Arası	E <sub>1</sub>	28

Bu dişli değerleri baz alınarak CAD (Computer Aided Design) programı üzerinden katı modeli oluşturularak dişliler arasında kalan alan (Diş Boşluğu) hesaplandıktan sonra, debi hesaplamalarına geçilecektir.

#### 5. CAD PROGRAMI İLE TASARIM

Solidworks programı ile Tablo 3'te verilen değerlere göre aşağıdaki 3 boyutlu modeller yapılmıştır (Şekil 8).



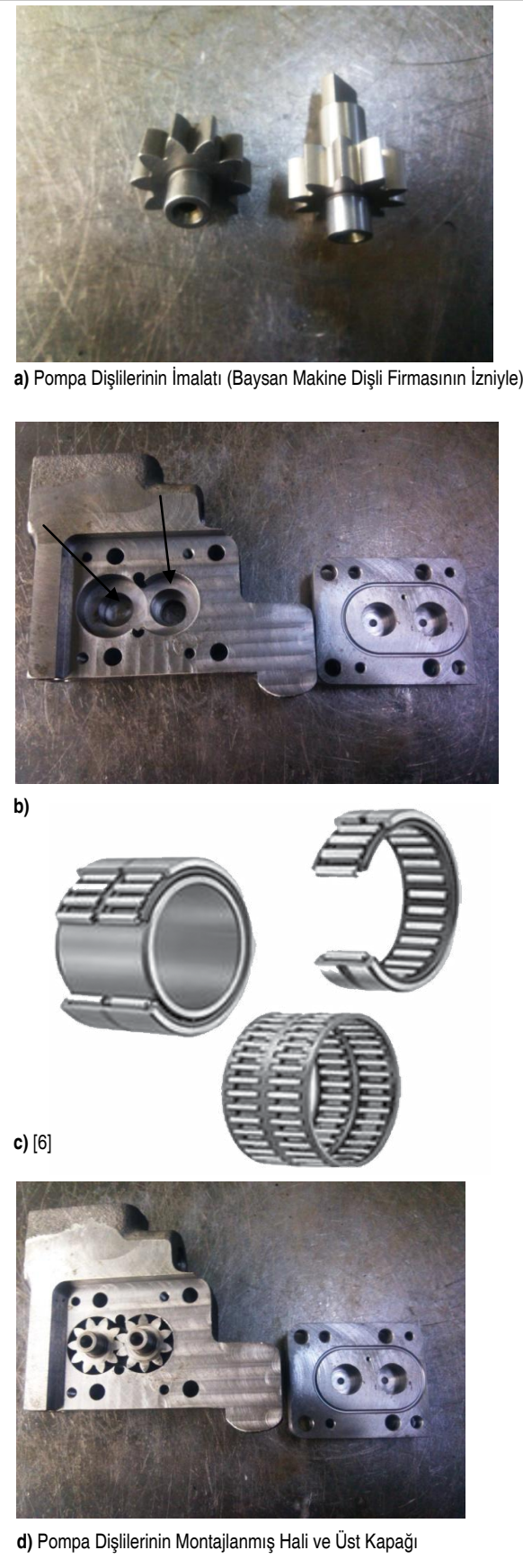
Şekil 8. Dişli Pompalarının Modellenmesi

Pompa gövdesi içerisinde tahrik miline bağlı tahrik mili dişlisi ve serbest dişli bulunmaktadır. Şanzımanın giriş miline direkt bağlı olan tahrik mili, pompa dişlilerinin dönüşünü sağlamakta ve dişliler arasında teğetsel bir kuvvet oluşturarak basınç ve debinin oluşmasını sağlamaktadır.

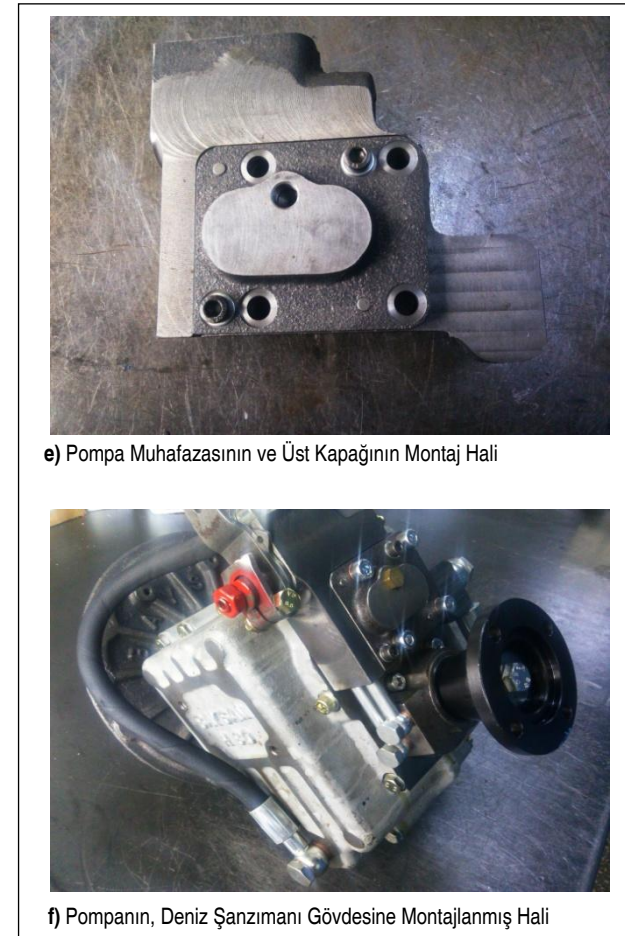
## 6. DIŞLI POMPA İMALATI

Aşağıda, boyutlandırılan ve tasarımı yapılan pompa dişlilerinin imalat resimleri bulunmaktadır (Şekil 9).

Yukarıda, “ok” işaretleriyle belirtilen yere pompa dişlisi montajı yapılmakta ve dişlinin oturduğu yuvaya özel burç ve rulmanlar takılarak “yataklanma” yapması sağlanmaktadır (Şekil 9b).



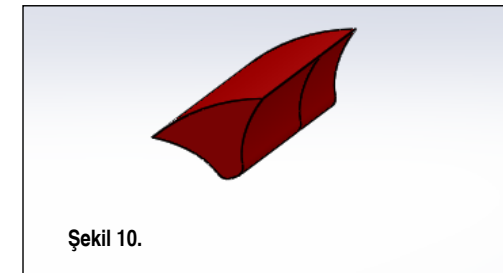
d) Pompa Dişlilerinin Montajlanmış Hali ve Üst Kapağı



f) Pompanın, Deniz Şanzımanı Gövdesine Montajlanmış Hali

## 7. DIŞLI POMPA DEBİ HESAPLAMALARI<sup>1</sup>

Yukarıda, dişli pompaya ait dişli çarkların evolvent eğrisini ve ilgili parametreleri nasıl tasarladığımızı anlatmıştık. Debi hesaplaması yaparken tek diş boşluğunu da hesaplamamız gereklidir. Bu yüzden, diş üstü ve diş dibi çapları ile evolvent eğrisi arasında kalan alanın sınırlarını CAD programı ile belirleyip katı hale dönüştürüp, DIN 1654 8620 (1.6523,20NiCrMo2) malzemesi atayarak aşağıda yer alan tablolardaki değerlere ulaştık (Tablo 4).



Şekil 10.

<sup>1</sup> Bir dişli pompanın diş sayısı, debi ile ters orantılı basınç ile doğru orantılıdır.

Tablo 4. Farklı Et Kalınlıkları İçin Kullanılan Değerler

10 mm Diş Boşluğu İçin	
Yoğunluk	0.00775 gr/mm <sup>2</sup>
Kütle	1.84 gr
Hacim	237.80 mm <sup>3</sup>
Yüzey Alanı	270.94 mm <sup>2</sup>

12 mm Diş Boşluğu İçin	
Yoğunluk	0.00775 gr/mm <sup>2</sup>
Kütle	2.20 gr
Hacim	285.50 mm <sup>3</sup>
Yüzey Alanı	315.64 mm <sup>2</sup>

16 mm Diş Boşluğu İçin	
Yoğunluk	0.00775 gr/mm <sup>2</sup>
Kütle	2.94 gr
Hacim	379.33 mm <sup>3</sup>
Yüzey Alanı	405.05 mm <sup>2</sup>

Q	Debi (lt/dk)
n	Devir (devir/dk)
V	Hız (m/sn)
S	Diş boşluğu alanı (mm <sup>2</sup> )
η	Verim
z	Diş sayısı
D <sub>i</sub>	Diş dibi çapı (mm)
D <sub>o</sub>	Diş üstü çapı (mm)

Hesaplama kabul edilecek değerler şunlardır [7]:

η<sub>v</sub> : Volumetrik verim (%90 - %95)

η<sub>t</sub> : Toplam verim (%85 - %90)

$$Q_{ort} = \frac{2.Z.S.h.n}{60} x \eta$$

$$S = \frac{D_o^2 - D_i^2}{4x2xz}$$

Gerekli parametre değerleri aşağıdaki gibidir:

$$n = 800 \frac{devir}{dk}$$

$$V = 5 \text{ m/sn}$$

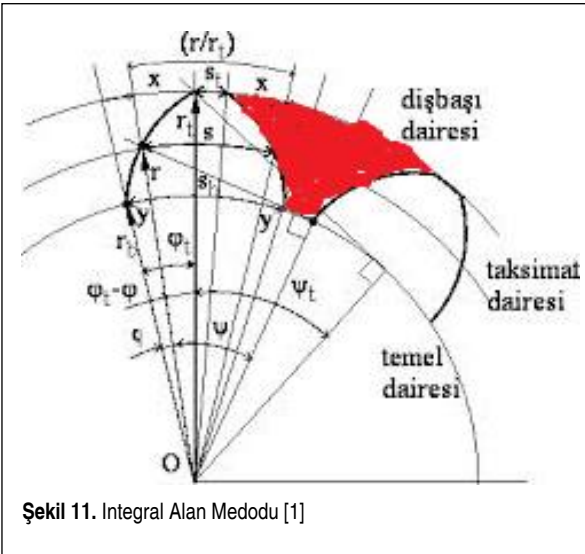
$$D_d = 32.95 \text{ mm}$$

$$D_i = 22 \text{ mm}$$

Diş sayısı 10 ve kalınlığı (genişliği) 10 mm olan bir pompa dişlisinin tek diş boşluğu aşağıdaki gibi hesaplanır:

$$S = \pi x \frac{32.95^2 - 22^2}{4x2x10} = 23.68 \text{ mm}^2$$

**Başka Bir Metot:** Diş boşluğu alanı diş üstü ve diş dibi çaplarının çember fonksiyonları ile evolvent eğri fonksiyonu arasında kalmaktadır. Dolayısıyla, her 3 fonksiyon arasında bağlantı kurularak sınır şartlarının belirlenmesi, “İntegral Alan Metodu” ile çözümlenebilir (Şekil 11).



Şekil 11. Integral Alan Metodu [1]

Kalınlığı 10 mm pompa dişlisi için debi;

$$Q_{ort} = 2x10x23.68x800x10x0.90$$

3.42432 lt/dk'dır.

Kalınlığı 12 mm pompa dişlisi için debi;

$$Q_{ort} = 2x10x23.68x800x12x0.90$$

4.08291841 lt/dk'dır.

Kalınlığı 16 mm pompa dişlisi için debi;

$$Q_{ort} = 2x10x23.68x800x16x0.90$$

5.44389 lt/dk'dır.

## 8. SONUÇ

Bu çalışmada, diş profilleriyle ilgili genel bir bilgi verildikten sonra, özel bir firmada üretilen, deniz şanzıman sistemlerinde kullanılan dişli pompalar hakkında bilgi verilerek görsel ve yazılı bilgiler sunulmuştur. Dişli pompalarda debi hesabı yapabilmek için, diş boşluğunun CAD ortamında alan hesabını yaparak ve gerekli parametrelerle birlikte formüle ederek ilgili değerlere ulaşılmış ve farklı diş kalınlıklarındaki debi hesaplamaları yapılmıştır. Ayrıca dişli pompa çalışma sistemi hakkında yazılı ve görsel olarak da bilgiler verilerek makale içeriği desteklenmiştir. Dişli pompanın dişli çark tasarımında kullanılan evolvent eğri fonksiyonu da formüllerle açıklanarak makalede sunulmuştur.

## KAYNAKÇA

1. “Diş Profilleri,” <http://web.itu.edu.tr/~baykaracem/evolvent.htm>, son erişim tarihi: 01.01.2012.
2. Kutay, M. 2010. “Dişli Çarklar Genel,” [http://www.guvenkutay.ch/disliler/12\\_00\\_disliler\\_genel.pdf](http://www.guvenkutay.ch/disliler/12_00_disliler_genel.pdf), son erişim tarihi: 01.01.2010.
3. “Zahnradpumpen,” <http://en.rct-online.de/>, son erişim tarihi: 01.01.2013.
4. “Zahnradpumpen,” <http://de.wikipedia.org>, son erişim tarihi: 01.01.2013.
5. “Zahnradpumpen,” <http://www.lehrerfreund.de/>, son erişim tarihi: 01.01.2013.
6. “Ürünler,” <http://www.eminrulman.com/urun-ve-hizmetlerimiz>, son erişim tarihi: 01.01.2013.
7. Paul Forrer. “Korrekte Berechnung von Zahnrad Pumpe,” [http://www.paulforrer.ch/items/4134/617/4398054052%5C%20TU210\\_Berechnung\\_Zahnradpumpen\\_d.pdf](http://www.paulforrer.ch/items/4134/617/4398054052%5C%20TU210_Berechnung_Zahnradpumpen_d.pdf), son erişim tarihi: 01.01.2014.