

TRAKYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DIŞLI TASLAKLARI ÜRETİMİNDE ÜRETİM YÖNTEMİ
OPTİMİZASYONU

Metin AYDOĞDU

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Makina Mühendisliği Anabilim Dalı

Tez Yöneticisi : Prof.Dr. H. Erol AKATA

TRAKYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DİŞLİ TASLAKLARI ÜRETİMİNDE
ÜRETİM YÖNTEMİ OPTİMİZASYONU

Mak. Müh. Metin AYDOĞDU

Yüksek Lisans Tezi

Makina Mühendisliği Ana Bilim Dalı

Bu tez 30/7/1997 Tarihinde Aşağıdaki Jüri Tarafından Kabul Edilmiştir.


Prof. Dr. H. Erol AKATA

Danışman

 
Prof. Dr. Mehmet Cem ECE Yrd. Doç. Dr. Taner TIMARCI

Üye

Üye

Aileme ve Eşime...



	<u>Sayfa No</u>
İÇİNDEKİLER	
ÖNSÖZ.....	i
ÖZET.....	ii
ABSTRACT.....	iii
TABLO LİSTESİ.....	iv
ŞEKİL LİSTESİ.....	v
SEMBOLLER.....	vi
BÖLÜM 1. ÜRETİM YÖNTEMLERİ.....	1
1.1. Üretim Yöntemlerinin Sınıflandırılması.....	1
1.2. Kıyaslanan Üretim Yöntemleri.....	5
1.2.1. Talaş Kaldırma Yöntemlerinin Esasları.....	5
1.2.2. Dövme.....	5
1.2.2.1. Giriş.....	5
1.2.2.2. Kapalı Kalıpta Çapaksız Dövme.....	6
1.3. Kapalı Kalıpla Dövmede Kuvvet ve Enerji Yaklaşımları.....	6
1.3.1. Giriş.....	6
1.3.2. Yığıma İşleminde Kuvvetin Hesaplanması.....	7
BÖLÜM 2. KONUNUN ÖNEMİ VE ÇALIŞMA PLANI.....	10
2.1. Giriş.....	10
2.2. Deneysel Parçasının Tanıtılması.....	10
2.3. Alternatif Üretim Yöntemleri.....	11
2.3.1. Talaşlı İşleme.....	11
2.3.2. Yığıma.....	12
2.3.3. Sürtünme Kaynağı.....	12
2.3.4. Ekstrüzyon.....	12
2.4. Çalışma Planı.....	14
2.5. Talaşlı İmalat ve Kapalı Kalıpta Dövme Yöntemlerinde Zaman ve Malzeme Kaybı Etüdüleri.....	15
BÖLÜM 3. DENEYSEL ÇALIŞMA.....	18
3.1. Dişli Malzemesi.....	18
3.1.1. Kimyasal Analiz.....	18
3.1.2. Mekanik Özellikler.....	18
3.2. Yığıma Deneyleri.....	19
3.2.1. Yığıma Kuvvetinin Hesaplanması.....	19
3.2.2. Kalıpların Hazırlanması.....	19
3.3. Yorulma Özelliklerinin Karşılaştırılması.....	21
3.3.1. Deneysel Parçaların Şartlandırılması.....	21
3.3.2. Yorulma Deneyleri.....	21
3.3.2.1. Üç Nokta Eğme Deneysel Düzenegi.....	21
3.3.2.2. Eğilme Gerilmelerinin Belirlenmesi.....	22

	<u>Sayfa No</u>
3.3.2.3. Sonuçlar ve Değerlendirme.....	24
KAYNAKLAR.....	28
ÖZGEÇMİŞ.....	29



ÖNSÖZ

Gelişen teknolojiyle birlikte her alanda olduğu gibi rekabet kavramı imalat sektöründe de varolan yerini daha da sağlamlaştırmaya başlamıştır. Üretim alanında çok geniş uygulama alanına sahip olan "Talaşlı Şekil Verme" ve "Yığıma" yöntemlerinin dişli pompa dişli taslaklarının üretiminde malzeme kayıplarının etüdü, üretim zamanı etüdü ve yorulma özelliklerinin kıyaslanmasının faydalı olduğu kanaatindeyim.

Bu çalışmanın her basamağında yardımlarını esirgemeyen Sayın Prof. Dr. H. Erol AKATA' ya Araş. Gör. Kamil KAHVECİ' ye, Araş. Gör. Vedat TAŞKIN' a, Araş.Gör. Tahir ALTINBALIK' a, Araş.Gör. Cem ÇETİNARSLAN' a ve teknisyen Reyhan SAĞLAM' a teşekkürlerimi sunarım.

Temmuz 1997

Metin AYDOĞDU



ÖZET

Bir makina elemanını farklı üretim yöntemleriyle üretmek mümkündür. Üretim yönteminin seçilmesinde mekanik özellikler, üretim hızı, ekonomiklik gibi pek çok kriterin incelenmesi gerekmektedir. Bu çalışmada, dişli pompaların dişli taslaklarının üretiminde uygun üretim yöntemi araştırması yapılmıştır.

Dişli taslak üretiminde talaşlı şekil verme, kapalı kalıpta dövme, sürtünme kaynağı ve ekstrüzyon gibi üretim yöntemleri kullanılabilir. Bu çalışmada, talaşlı şekil verme ve kapalı kalıpta dövme yöntemleri ile üretilen dişli taslakları üretim zamanı, malzeme kayıpları ve yorulma özellikleri açısından kıyaslanmaktadır.

Çalışmanın sonuçları işleme zamanı ve malzeme kayıpları açısından kapalı kalıpta dövme yönteminin daha üstün olduğunu, yorulma dayanımı açısından kritik kesitte plastik şekil değişiminin etkisi fazla olmadığından büyük bir farkın olmadığını göstermektedir.



ABSTRACT

It is possible to manufacture a machine element with different method. When selecting a manufacturing method many criterion should be evaluated. In this study, optimum manufacturing method was experimented for producing gear blanks of gear pumps.

In manufacturing of gear blanks; machining, closed die forging, extrusion friction welding can be used. In this study, gear blanks which were produced with machining and closed die forging were compared in manufacturing time, material lost and fatigue limit.

In conclusion, closed die forging showed better result in manufacturing time and material lost. Two methos are nearly similar in fatigue experiment results because closed die forging has not any effect in critical cross section.



TABLO LİSTESİ		Sayfa No
1	Tablo 1.1. Üretim Yöntemlerinin Sınıflandırılması.....	2
2	Tablo 2.1. Üretilen Dişli Taslağı Boyutları.....	11
3	Tablo 2.2. Toplam Operasyon Formu.....	11
4	Tablo 2.3. Talaşlı Şekil Vermede Zaman Etüdü.....	15
5	Tablo 2.4. Yığıma İşlemi İle Üretilmiş Parçaları Uygulanan Talaşlı İşleme Zaman Etüdü	17
6	Tablo 2.5. Talaşlı İşleme ve Yığıma İşlemlerinde Malzeme Kayıpları.....	17
7	Tablo 3.1. Deney Malzemelerinin Kimyasal Analizi.....	18
8	Tablo 3.2. Çekme Deneyinden Elde Edilen Maksimum Kuvvet Değerleri.....	18
9	Tablo 3.3. Eğilme Yorulması Deney Sonuçları.....	24



ŞEKİL LİSTESİ

		Sayfa No
1	Şekil 1.1. Bir Cıvatanın Değişik Üretim Yöntemleriyle Üretilmesi.....	3
2	Şekil 1.2. Yıgma İşleminde Dairesel Bir Elemana Etki Eden Gerilmeler.....	7
3	Şekil 2.1. Dişli Taslağı (IP1-124-006).....	10
4	Şekil 2.2. Alternatif Üretim Yöntemleri İle Dişli Taslağı Üretimi.....	13
5	Şekil 2.3. Talaslı Şekil Verme Yöntemi İçin Talas Pasoları.....	16
6	Şekil 2.4. Yıgma İle Üretilmiş Parçada Talas Pasoları.....	16
7	Şekil 3.1. Yıgma Kalıbı.....	20
8	Şekil 3.2. Üç Nokta Eğme Yorulma Deney Aparatı.....	22
9	Şekil 3.3. Deney Numunesinin Yorulma Aparatındaki Yeri.....	22
10	Şekil 3.4. Yorulma Numunesi Zorlanma Hali.....	23
11	Şekil 3.5. Yorulma Numunesi Eğilme Moment Diyagramı.....	23
12	Şekil 3.6. Yıgma Yöntemi İle Üretilmiş 1.Grup ve 3.Grup Numunelerin 840MPa Sabit Ortalama Gerilme Değerindeki Wöhler Yorulma Eğrisi.....	26
13	Şekil 3.7. Talaslı Şekil Verme İle Üretilmiş 2.Grup ve 4.Grup Numunelerin 840MPa Sabit Ortalama Gerilme Değerindeki Wöhler Yorulma Eğrisi.....	27



SEMBOLLER

A:	Alan
a:	Yığına sonu yarıçapı
C ₁ :	Şekil karmaşıklık katsayısı
D:	Çap
h:	Parça yüksekliği
K _f :	Yorulma çentik faktörü katsayısı
M _e :	Eğilme momenti
N:	Yorulma tekrar sayısı
V:	Hacim
r,θ,z:	Kutupsal koordinatlar
e:	Genleme
μ:	Sürtünme katsayısı
σ,τ:	Gerilme
σ _m :	Ortalama gerilme



BÖLÜM 1 ÜRETİM YÖNTEMLERİ

1.1. ÜRETİM YÖNTEMLERİNİN SINIFLANDIRILMASI

Metal biçimlendirme terimi belirli bir biçimdeki iş parçasının veya katı cismin şeklini, kütlesini veya malzeme bileşimini değiştirmeden başka bir şekle dönüştürmekte kullanılan bir grup üretim yöntemini ifade eder. Üretim yöntemlerinin sınıflandırılması Tablo 1.1’ de gösterilmiştir.

Grup I: Birincil Biçimlendirme

Bu grup içinde gaz veya sıvı halden veya belirsiz rastgele şekilli katı parçacıklardan orjinal (birincil) şeklin yaratılması başka bir deyişle de malzeme parçacıkları arasındaki bağlantıların oluşturulması ile ilgili üretim yöntemleri anlaşılır. Bu grup üretim yöntemlerine döküm, toz metalurjisi ve kompozit malzeme imalinde kullanılan bir takım özel teknikler girer.

Grup II: Şekil Değiştirme

Belirli şekildeki bir katı cismi kütlesini veya bileşimini değiştirmeden başka bir şekle dönüştürme yani oluşturulan bağın geliştirilmesi ile ilgili üretim yöntemleri anlaşılır. Plastik şekil verme yöntemleri bu grupta yer alır.

Grup III: Ayırma

Malzemenin ana kütleden kopartılması veya talaşlı biçimlendirme yani bağlantının ortadan kaldırılması ile ilgili üretim yöntemleri anlaşılır. Taşlama ve talaşlı şekil verme bu grupta yer alır.

Grup IV: Birleştirme

Çeşitli ve ayrık iş parçaları arasında bağlantı oluşturarak başka iş parçaları veya elemanlar oluşturmak ile ilgili üretim yöntemleri anlaşılır. Kaynak, lehim ve yapıştırma bu gruba girer.

Grup V: Kaplama

İş parçasına galvaniz çekme, boyama ve plastik tabakalar kaplama gibi ince tabakalar uygulayarak iş parçası ile kaplama malzemesi arasında bağ oluşturmak söz konusu olur.

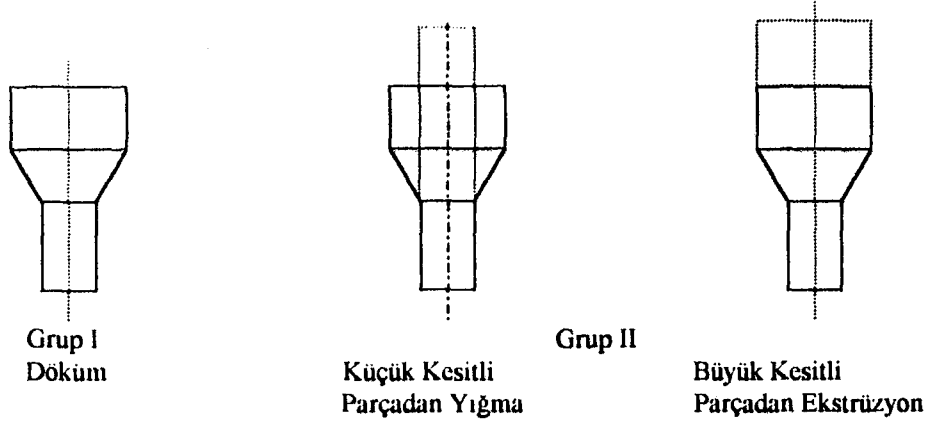
Tablo 1.1. Üretim Yöntemlerinin Sınıflandırılması (1).

	Bağ Oluşturma	Bağın Arttırılması	Bağın Kopartılması	Bağın Büyütülmesi
ÜRETİM YÖNTEMİ GRUPLARI	Grup I Birincil Biçimlendirme	Grup II Şekil Değiştirme	Grup III Ayırma	Grup IV Birleştirme Grup V Kaplama Grup VI Malzeme Özelliklerinin Değiştirilmesi Yani partiküllerin a)llavesi b)uzaklaştırma c)düzenlenmesi

Grup VI: Malzeme Özelliklerinin Değiştirilmesi

Üretim yönteminin belirli bir aşamasında iş parçasında optimum özellikler elde etmek amacıyla malzeme özelliklerinin değiştirilmesi anlaşılır. Bu yöntemlerde difüzyon benzeri mekanizmalarla malzemeden parçacıklar çıkarmak, parçacıklar ilave etmek veya parçacıkların yeniden düzenlenmesi ile ilgili işlemler anlaşılır.

Üretim teknolojisinde birden dörde kadar olan gruplarda belirli bir parçayı gerekli toleranslar ve yüzey koşullarında ve malzeme özelliklerinden en ekonomik olarak yararlanmak kaydıyla ne şekilde elde edilebileceği problemi ile karşı karşıya kalınır. Bu aşamada üretim miktarına ve üretim şartlarına bağlı olmaksızın basit bir civatanın ilk dört grup üretim yöntemi kullanılarak üretilbileceği örneğini verebiliriz (Şekil 1.1).



Şekil 1.1. Bir Civatanın Değişik Üretim Yöntemleriyle Üretilmesi (1).

Plastik şekillendirme yöntemlerinin karakteristik noktaları şu şekilde sıralanabilir.

1) Şekil değiştirme için gerekli gerilme ve kuvvet değerleri çok büyüktür. Gerilmeler 50-2500 MPa arasında değişmektedir. İş parçasının tümü veya çok büyük bir kısmı deforme edildiği için gerekli kuvvet değerleri de çok yüksektir. Kullanılan yöntem ve parça büyüklüğüne bağlı olarak 85000 ton' a kadar çıkabilir. Örneğin iri yarı bir planyada kesme kuvvetleri ancak birkaç kN' a çıkabildiği halde basit bir kalıpta kesme işlemi için kullanılan küçük eksantirik preste en azından 20 kN gibi bir kuvvet söz konusudur.

2) Parçaların büyük bir kısmı tamamıyla yeni bir biçim alır. Büyük kuvvetlerle çalışıldığı için takımlar genellikle çok büyük, ağır ve dolayısıyla da çok pahalıdır. Metal biçimlendirme kalıplarının üretimi iyi donanımlı bir atelyeye ve çok kalifiye elemanlara ihtiyaç duyar. Çünkü kalıp üretimindeki toleranslar çok küçüktür.

3) Kalıp maliyeti kısmı parça sayısına bağlı olmaksızın halledilmesi gereken bir meseledir. Alet donanım ve kalıpların pahalı olması nedeniyle üretilecek parça sayısının belirli bir minimum değerden fazla olması gerekir. Bu minimum üretim sayısı sağlandığı takdirde şekil değiştirme yöntemlerinin avantajları şunlardır.

- a) Yüksek üretkenlik ve kısa üretim zamanı
- b) Şekle ve boyutlara bağlı olarak belirli bir tolerans içinde yüksek hassasiyet
- c) Üretilen parçalarda sağlanan yüksek mekanik özellikler.

Metal biçimlendirmenin teknik ve ekonomik önemi :

Aşağıdaki liste şekil değiştirme ile üretilen iş parçalarının en önemli uygulama alanlarını teknik önemi ile birlikte vermektedir.

- 1) Otomobil parçaları ve makina takımları yapımında kullanılması (Burada metal biçimlendirme hafif alaşımların dizaynının gelişiminde önemli bir bağ oluşturmaktadır.)
- 2) Çekiçler, tornavidalar, el takımları ve tıbbi cihazların yapımında kullanılması
- 3) Civata, vida ve perçin gibi bağlama elemanlarının yapımında kullanılması
- 4) Metal kutular ve içecek kutuların yapımında kullanılması
- 5) Tünel açma ve madencilik kollarında parça imalatında kullanılması
- 6) İnşaat sektöründe kapı ve pencere tutucuları, kornişler gibi elemanların imalatında kullanılması

Teknolojik çağda parçalardan beklenen özelliklerin değişmesi sonucu değiştirilen bir çok yeni malzeme de şekil değiştirme yöntemleri ile biçimlendirilmektedir. Böylece sağlanan ekonomik

parçalar kalite unsurları gibi faktörler biçimlendirme yöntemlerinin geliştirilmesiyle birlikte artmaktadır.

1.2. KIYASLANAN ÜRETİM YÖNTEMLERİ

1.2.1. TALAŞ KALDIRMA YÖNTEMLERİNİN ESASLARI

Talaş kaldırma, ucu (ağız) keskin bir takım ile parça üzerinden malzeme kaldırma işlemidir. Bu şekilde kaldırılan malzemeye talaş denilir. Talaş kaldırma işlemlerinin sistematığı, takım ile parça arasındaki izafi hareketlere, takım ucunun geometrisine ve takımların kesici uç sayılarına göre yapılabilir.

Talaş kaldırma işlemi, takım ile parça arasındaki izafi hareketlerin bir sonucudur. Takım ile parça arasında kesme (veya ana), ilerleme (veya avans) ve yardımcı (veya ayar) olmak üzere üç türlü hareket vardır. Kesme hareketi esas talaş kaldırma hareketidir. İlerleme hareketi, parçanın uzunluğu veya genişliği boyunca belirli bir kısmının işlenmesini sağlayan harekettir. Yardımcı hareketler ise, takımın parçaya yaklaşma hareketi, ilerleme hareketi bittikten sonra takımın başlangıç noktasına geri getirme gibi çeşitli ayar hareketlerini kapsar. Genellikle kesme hareketi dönme veya doğrusal, ilerleme ve yardımcı hareketler ise doğrusal hareketlerdir. Bu hareketlerin parça veya takım tarafından yapılması, çeşitli talaş kaldırma yöntemlerini meydana getirir. Bu bakımdan: tornalama, frezeleme, delme, planyalama, vargelleme ve taşlama olmak üzere esasen beş talaş kaldırma yöntemleri vardır. Ayrıca bu yöntemlere dayanan vida açma, diş açma ve broşlama gibi türemiş yöntemler de vardır.

1.2.2. DÖVME

1.2.2.1. GİRİŞ

Çok eski bir üretim tarzı olan dövme, işparçasının basma kuvvetleri etkisi altında plastik şekil değiştirdiği bir şekil verme yöntemidir. Krank milleri, el takımları, cıvata kafaları, dişliler, biyeler

tekerlekler, kancalar sayısız dövme örneklerinden bazılarıdır.

Dövme sıcak, yarı sıcak ve soğuk olarak uygulanabilir. Malzemenin mutlak erime sıcaklığı $T_e(^{\circ}\text{K})$ ve şekil verme sıcaklığı da T ile gösterilirse, genel olarak $(T/T_e) < 0.3$ ise soğuk şekil verme, $(T/T_e)=0.3 \dots 0.5$ ise yarı sıcak şekil verme ve $(T/T_e) > 0.6$ ise sıcak şekil verme söz konusudur. Genel olarak dövme yöntemleri açık ve kapalı kalıpla dövme olarak iki grupta toplanabilir.

1.2.2.2. KAPALI KALIPTA ÇAPAKSIZ DÖVME

Soğuk veya sıcak olarak uygulanabilen bu yöntemde ham madde hacmi çok dikkatli bir şekilde kontrol edilmelidir. Böylece metalin, bir ıstampa tarafından uygulanan kuvvetle herhangi bir malzeme kaybı olmadan kalıp boşluğunu doldurması sağlanır. İstampa ve kalıp bir veya birden çok parçadan oluşabilir. Kapalı kalıpla dövme işleminde işlemin sağlıklı bir biçimde gerçekleşebilmesi amacıyla yığma kurallarına uyulması gerekir.

Birinci Kural: Dairesel kesitli bir çubuğun sıcak yığılmasında, çubuğun kalıp dışında kalan kısmının uzunluğu çapının üç katından büyük olamaz.

İkinci Kural: Sıcak yığma çapı yığılan numunenin çapının birbuçuk katından küçük bir boşlukta yapılırsa yığılan kısmın uzunluğu yığılan numune çapının üç katı olabilir.

Üçüncü Kural: İkinci kuralın koşulları içinde çubuğun kalıplar arasından dışarı taşması halinde, taşan kısmın uzunluğu en çok çubuk çapına eşit olabilir.

1.3. KAPALI KALIPLA DÖVMEDE KUVVET VE ENERJİ YAKLAŞIMLARI

1.3.1. GİRİŞ

Kapalı kalıpla dövme işlemlerinde gerekli kuvvetin hesaplanması oldukça güçtür. Bu problemi çözmek amacıyla üç genel yaklaşım mevcuttur. Uygulamada yaygın olarak kullanılan yöntem aynı malzemenin benzer şekle sahip daha önce dövülmüş parçaların verileri kullanılmaktadır. İkinci olarak

biraz daha karmaşık olan ampirik bir yaklaşım mevcuttur. Dövme kuvveti aşağıdaki şekilde ifade edilebilir (2).

$$F = \sigma_r A C_1 \quad (1.1)$$

A: Dövme işleminde bölüm yüzeyinde çapağında içeren alan

C_1 : Dövme işleminin karmaşıklığına bağlı bir katsayı

C_1 : 1.2-2.5 bir silindirin düz kalıplar arasında yığılması

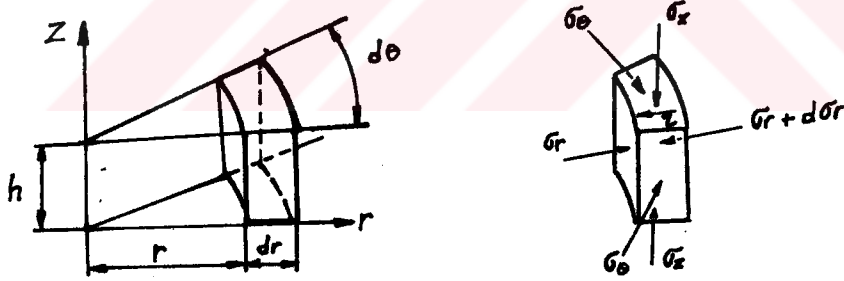
C_1 : 3-8 basit şekillerin çapaklı olarak dövülmesi

C_1 : 8-12 karmaşık şekillerin dövülmesi

Üçüncü yaklaşım dilim yöntemidir. Bu yaklaşım üniform olmayan deformasyonu göz önüne almamasına rağmen deneysel sonuçlara yakın değerler vermektedir.

1.3.2. YIĞMA İŞLEMİNDE KUVVET HESAPLANMASI

Eksenel simetriye sahip silindirik bir parçanın açık kalıpta yığılabilmesi için gerekli kuvvet Şekil 1.2' de gösterilen bir hacim elemanı yardımıyla bulunabilir.



Şekil 1.2. Yığıma İşleminde Bir Hacim Elemanındaki Gerilme Hali.

Şekil 1.2.' ye göre radyal yönde kuvvet dengesi aşağıdaki şekilde yazılabilir.

$$\sigma_r h r d\theta - (\sigma_r + d\sigma_r) h (r + dr) d\theta + 2\sigma_\theta h dr \sin\left(\frac{d\theta}{2}\right) - 2\tau r d\theta dr = 0 \quad (1.2)$$

$\sin(d\theta/2) \cong (d\theta/2)$ yazılırsa (1.2) eşitliği aşağıdaki hale dönüşür.

$$\sigma_r h dr + d\sigma_r r h - \sigma_\theta h dr + 2\tau r dr = 0 \quad (1.3)$$

$\sigma_{\theta} = \sigma_r$ olduğu kabulü ve ikinci derece diferansiyel terimlerin ihmal edilmesi ile 1.5 denklemini elde edilir.

$$\frac{d\sigma_r}{dr} + \frac{2\tau}{h} = 0 \quad (1.4)$$

1.4 denkleminde $\tau = \mu p = \mu \sigma_z$ yazılarak,

$$\frac{d\sigma_r}{dr} + \frac{2\mu\sigma_z}{h} = 0 \quad (1.5)$$

elde edilir.

Tresca Akma kriteri kullanılarak (1)

$$\sigma_r - \sigma_z = \sigma_f$$

$$\frac{d\sigma_r}{dr} + \frac{2\mu\sigma_r}{h} = \frac{2\mu\sigma_f}{h} \quad (1.6)$$

denklemini elde edilir. Bu diferansiyel denklemin çözümünden aşağıdaki ifade bulunur.

$$\sigma_r = e^{\left(\frac{2\mu r}{h}\right)} \left[\sigma_f e^{\left(\frac{2\mu r}{h}\right)} + C \right] \quad (1.7)$$

(1.7) denkleminde $r=d/2$ iken $\sigma_r = 0$ sınır şartı yerine yazılırsa

$$C = -\sigma_f e^{\left(\frac{\mu d}{h}\right)} \quad (1.8)$$

Böylece radyal gerilme aşağıdaki şekilde elde edilir.

$$\sigma_r = -\sigma_f \left\{ e^{\left[\frac{2\mu}{h} \left(\frac{d}{2} - r\right)\right]} - 1 \right\} \quad (1.9)$$

buradan yine Tresca kriterinin yardımıyla

$$\sigma_z = -\sigma_f e^{\left[\frac{2\mu}{h} \left(\frac{d}{2} - r\right)\right]} \quad (1.10)$$

bulunur. Seri açılımı yapılarak aşağıdaki denklem elde edilir.

$$\sigma_z = -\sigma_f \left[1 + \frac{2\mu}{h} \left(\frac{d}{2} - r \right) \right] \quad (1.11)$$

Buradan şekillendirme kuvveti aşağıdaki gibi yazılır.

$$F_z = \int_A \sigma_z dA \quad (1.12)$$

Eksenel simetrik durumda

$$F_z = -A\sigma_f \left(1 + \frac{\mu d}{3h} \right) \quad (1.13)$$

şeklinde yığıma kuvveti elde edilir.



BÖLÜM 2. KONUNUN ÖNEMİ VE ÇALIŞMA PLANI

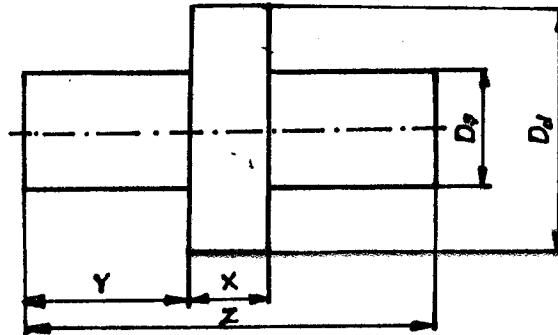
2.1. GİRİŞ

Bilindiği gibi benzer parçaların farklı üretim yöntemleri ile üretilebilmesi mümkün olduğunda, birçok kriterin değerlendirilip seçim yapılması gerekir. Bu kriterler, parçalardan beklenen mekanik özellikler, parça sayısı, üretim zamanı ve üretim maliyetleri şeklinde sıralanabilir. Bu parametrelerin etkinliğine bağlı olarak çeşitli alternatiflerden bazıları zaman zaman tercih edilebilir. Bu çalışmada dişli pompa taslaklarının üretiminde çeşitli işletmelerde ve çeşitli koşullarda kullanılabilen; “ Talaşlı Şekil Verme ” ve “ Yığma ” yöntemleri yukarıda verilen parametreler ışığında irdelenip seçim kriterleri tartışılmıştır.

İşbirliği yapılan kuruluşta söz konusu dişli taslakları talaşlı şekil verme yöntemiyle üretilmektedir. Bu durumun önemli bir talaş kaybına yol açmasının yanında, işleme zamanı ve takım maliyetleri üzerinde olumsuz etkileri söz konusudur. Öte yandan, yığma sağladığı mekanik özellikler açısından tartışmasız üstünlüğüne karşılık, ilk yatırım masraflarının yüksekliği nedeniyle ekonomikliği zayıf kalmaktadır. Yukarıda bahsedilen yöntemlerin; yatırım maliyetleri, değişken giderler, toplam üretim zamanı, malzeme kayıpları ve mekanik özellikler açısından fizibilitesinin çıkartılması yararlı olacaktır.

2.2. DENEY PARÇASININ TANITILMASI

Bu çalışmada incelemesi yapılan dişli taslakları Hema Hidrolik Makina Sanayi ve A.Ş.’ de talaşlı şekillendirme yöntemiyle üretilmektedir. Şekil 2.1’ de üretim için seçilen dişli taslak gösterilmiştir. Üretim yapılan firmada IP1-124-006 koduyla bilinen bu dişlinin ölçüleri tablo 2.1.’ de verilmiştir. Taslakların üretimlerinde gerçekleştirilen operasyonlar Tablo 2.2.’ de sırasıyla gösterilmektedir. Bu çalışmanın amacı 10 nolu operasyona alternatif bir yöntem sunup iki yöntemi Bölüm 2.1.’ de belirtilmiş olan yönleriyle kıyaslamaktır.



Şekil 2.1. Dişli Taslağı (IP1-124-006).

Tablo 2.1. Üretilen Dişli Taslağın Boyutları.

Dişli Tipi	X(mm)	Y(mm)	Z(mm)	D _ş (mm)	D _a (mm)
Döndüren	14	20	104	22	42
Döndürülen	14	20	54	22	42

Tablo 2.2. Toplam Operasyon Formu (3).

OPERASYON NO	OPERASYON TARİFİ	MAKİNA ADI
01	Malzemeyi kontrol et	
10	Operasyon resmine tornalama	CNC TORNA
20	Su verip menevişle	Fırın
30	Tam boya getir, Pah kır, Punta yuv. Aç	CNC TORNA
40	Şaft ucuna vida çek	Ovalam tezgahı
50	Dişleri aç	Azdırma tezgahı
60	Dişleri traşla	Traşlama tezgahı
70	Isıl işlem (Yüzey sertleştirme)	Fırın
80	Vida dişleri tavla	İndüksiyon
90	Eğriliği al (varsa)	Hidrolik pres
100	Punta yuvalarını taşla	Punta yuv. Taş.
110	Kaymalı yatakları finiş taşla	Silindirik taş
120	Dişli 1. Yan yüz taşla	Silindirik taş
130	Dişli 2. Yan yüz taşla	Silindirik taş
140	Keçe yatağını ve şaft kısmını taşla	Silindirik taş
150	Diş üstü çapını taşla	Silindirik taş
160	Köşe kırmalarını fırçala	Fırça tezgahı
170	Kaymalı yataklarını süper finiş yap	Süper finiş tezgahı
180	Yıka ve koruyucu kapla	Yıkama tezgahı
190	Kalite kontrol	
200	Bitmiş parça ambarına sevk	

2.3. ALTERNATİF ÜRETİM YÖNTEMLERİ

2.3.1. TALAŞLI İŞLEME

Bu yöntemde dişli taslakları, daha önce belirtildiği gibi diş üstü çapından daha büyük bir hammadde çapından talaş kaldırılarak elde edilmektedir. Şekil 2.2' de yöntemin esası taslak olarak gösterilmektedir. Görüldüğü gibi hammaddeden talaş olarak belirli bir kısım atılmaktadır. Talaşlı şekil verme yöntemiyle üretimde malzeme kaybı Bölüm 2.3' te Tablo 2.3' te verilmiştir.

2.3.2. YIĞMA

Yığma yönteminde taslağın dişli kısmı şaft kısmından daha büyük çaptan (gerçek ölçüler Bölüm 3' te verilmiştir.) plastik şekil değiştirme ile elde edilmektedir (Şekil 2.2). Yığma yöntemiyle üretimde kullanılacak hammaddenin miktarı ve malzeme kayıpları Bölüm 2.3' te Tablo 2.3' te verilmiştir.

2.3.3. SÜRTÜNME KAYNAĞI

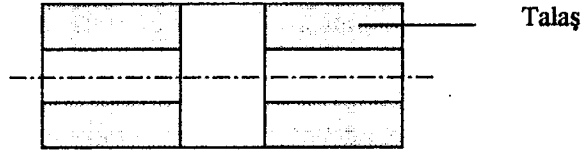
Seri imalatta dönel simetrik parçaların birbiri ile birleştirilmesinde sürtünme kaynağı işlemi kolaylıkla kullanılabilen bir yöntemdir. Burada mekanik enerji, ısı enerjisine dönüşür. Bu yöntem dişli taslakları üretiminde şaft kısımların dişli kısmına bastırılmasıyla elde edilir (Şekil 2.2) (4).

2.3.4. EKSTRÜZYON

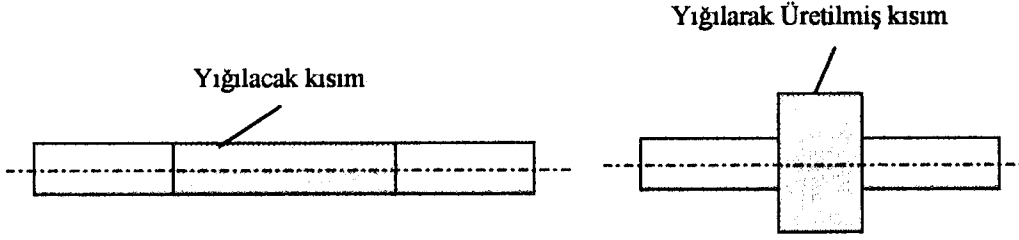
Dişli taslaklarının üretiminde kullanılacak bir diğer yöntem plastik şekil verme yöntemlerinden birisi olan ekstrüzyon yöntemidir. Bu yöntemde yığma yönteminin aksine şaft çapındaki bir hammadde yerine diş üstü çapından daha büyük bir hammadde ile ileri ve geri ekstrüzyon birlikte olacak şekilde taslak elde edilir (Şekil 2.2).

Ekstrüzyon yöntemiyle üretim amacıyla dişli taslağın diş üstü çapına sahip bir numune ile deneme yapılmış ancak mevcut presin kuvvet kapasitesi işlemi yapmak için gerekli kuvvetten küçük olduğu için işlem gerçekleştirilememiştir.

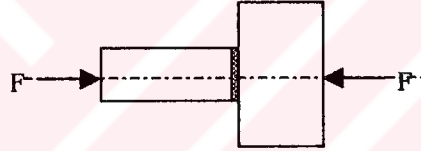
Yığma kalıbında gerçekleştirilen ekstrüzyon işlemi ileri ve geri ekstrüzyonun birlikte olduğu bir işlem olarak kısmen yapılmıştır.



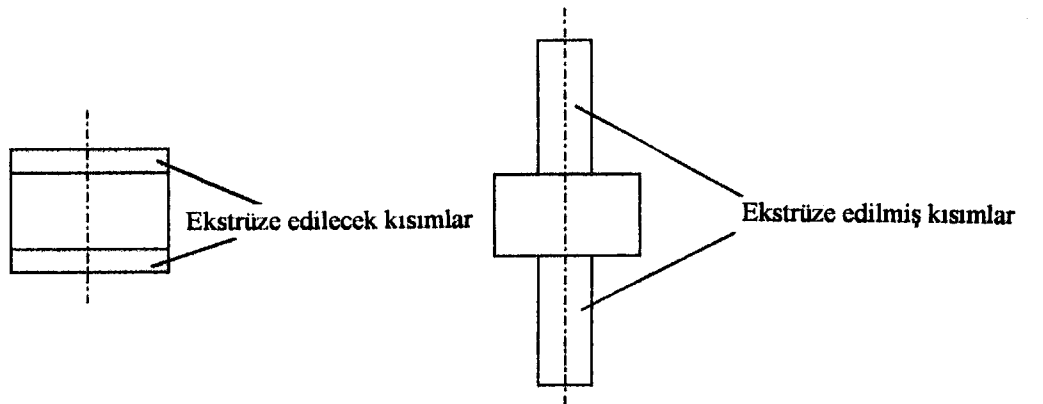
a) Talaşlı Şekil Verme Yöntemiyle Dişli Taslağı Üretimi



b) Yığıma Yöntemiyle Dişli Taslağı Üretimi



c) Sürtünme Kaynağı Yöntemiyle Dişli Taslağı Üretimi



d) Ekstrüzyon Yöntemiyle Dişli Taslağı Üretimi

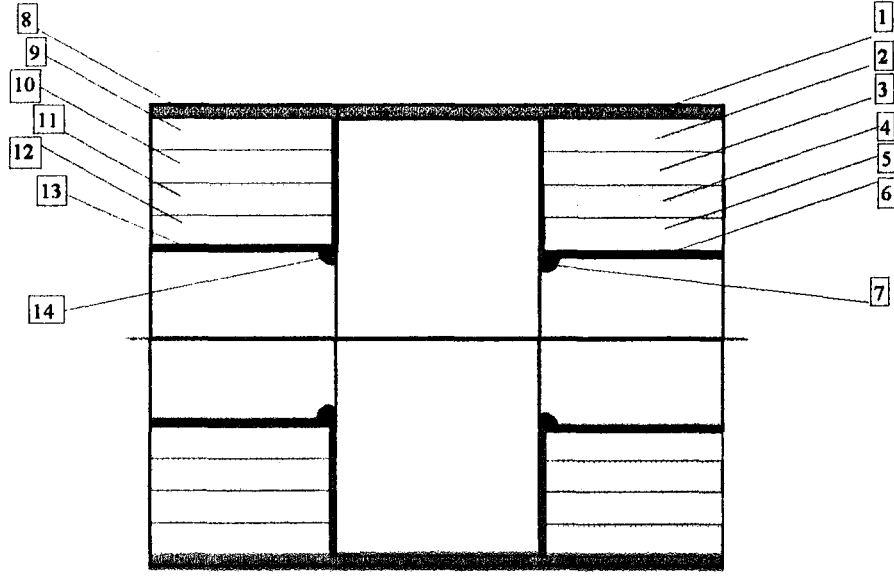
Şekil 2.2. Alternatif Üretim Yöntemleri İle Dişli Taslağı Üretimi.

2.4. ÇALIŞMA PLANI

Kıyaslama yapılacak yöntemlere karar verildikten sonra çalışmanın planı aşağıdaki şekilde oluşmuştur.

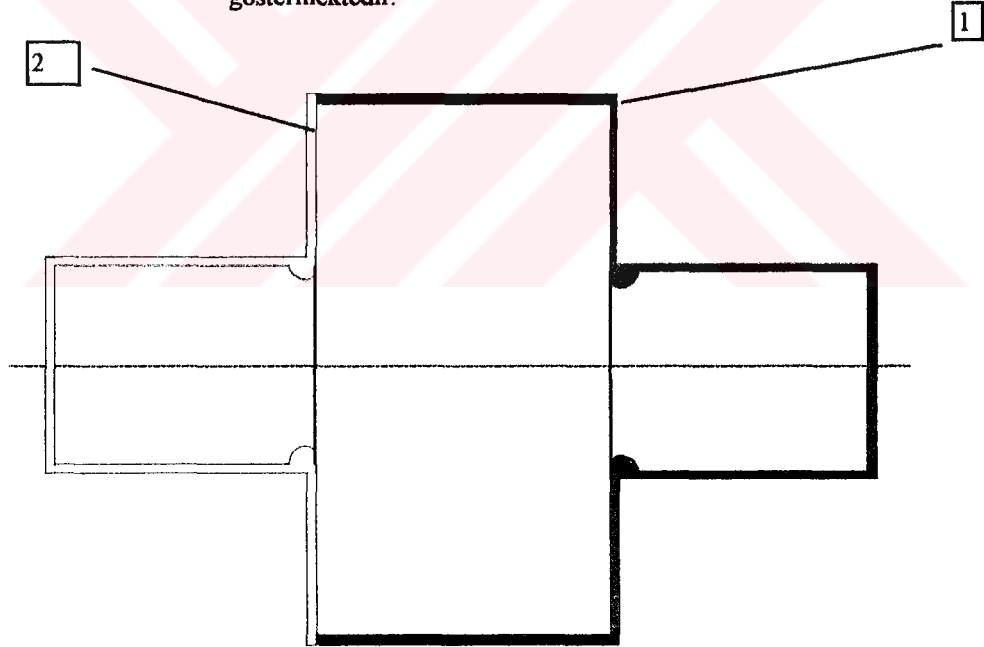
- Talaşlı şekil verme yönteminde talaş kayıplarının bulunması
- Yığıma işlemi için tüm pompaların kademelendirilmesi
- Pompalardan prototip için örnek seçimi (1P1-124-005 ve 1P1-124-006 tip pompalar boyutlarının uygunluğu yüzünden seçilmiştir.)
- Seçilen pompa için yığıma kalıplarının hazırlanması
- Yığıma işlemi için malzeme mekanik özelliklerinin belirlenmesi
- Yığıma işleminin sıcak olarak gerçekleştirilmesi
- Yığıma ile şekillendirilmiş numunelerin taslak boyutlarına işlenmesi
- Talaşlı ve yığıma numunelerinin maliyet ve zaman analizleri
- Talaşlı işlenmiş ve yığıma ile üretilmiş numunelerin gruplandırılması ve ısıtılma tabii tutulacak olanlara ısıtılma işlemi uygulanması
- Üç nokta eğme yorulma deneyi için gerekli aparatın hazırlanması
- Numunelerin yorulma deneyi için hazırlanması
- Yorulma deneylerinin yapılması
- Wöhler yorulma eğrilerinin elde edilmesi ve yorumlanması

2.5. TALAŞLI İMALAT VE YIĞMA YÖNTEMLERİNDE ZAMAN VE MALZEME KAYBI ETÜDLERİ



Şekil 2.3. Talaşlı Şekil Verme Yöntemi İçin Talaş Pasoları.

Şekilde gösterilen 1-7 numaralı işlemler sağ taraf işlemedeki operasyonları 8-14 numaralı işlemler ise sol taraf operasyonları göstermektedir.



Şekil 2.4. Yiğma ile Üretilmiş Parçada Talaş Pasoları.

Burada 1 sağ taraf işlemede ve tek pasoda alınması öngörülen talaşı, 2 ise yine tek pasoda bitmesi öngörülen sol taraf işlemeyi göstermektedir.

Tablo 2.3. Talaşlı Şekil Vermede Zaman Etüdü.

TALAŞLI ŞEKİL VERME YÖNTEMİ İÇİN ZAMAN ETÜDÜ				
Operasyon	Kesme veya Boşta Gidiş (mm)		Zaman (sn)	
	Döndürülen Dişli	Döndüren Dişli	Döndürülen Dişli	Döndüren Dişli
φ43-40 Kaba torna	30.18	83.69	7.3	20.1
Geri gidiş	30.18	83.69	0.6	1.7
φ40-35 Kaba torna	18.79	72.30	4.5	17.5
Geri gidiş	18.79	72.30	0.4	1.5
φ35-30 Kaba torna	18.79	72.30	4.5	17.5
Geri gidiş	18.79	72.30	0.4	1.5
φ30-25 Kaba torna	18.79	72.30	4.5	17.5
Geri gidiş	18.79	72.30	0.4	1.5
φ25-20 Kaba torna	18.79	72.30	4.5	17.5
Geri gidiş	18.79	72.30	0.4	1.5
Alın Silme –Pah kırma	22.00	22.00	13.2	13.2
Takım Değişirme	-	-	5.0	5.0
Finiş tornalama	40.18	93.69	16.0	37.5
Geri gidiş- Yağ kanalı	23.00	23.00	5.3	5.3
Takım değişirme	-	-	5.0	5.0
Punta açma	8	8.00	2.0	2.0
Takım değişirme	-	-	5.0	5.0
Boşta hareket	-	-	1.0	1.0
Boy kesme	20.00	20.00	15	15
Takım değişirme	-	-	5.0	5.0
φ43-40 Kaba torna	18.79	18.79	4.5	4.5
Geri gidiş	18.79	18.79	0.4	0.4
φ40-35 Kaba tornalama	18.79	18.79	4.5	4.5
Geri gidiş	18.79	18.79	0.4	0.4
φ35-30 Kaba torna	18.79	18.79	4.5	4.5
Geri gidiş	18.79	18.79	0.4	0.4
φ30-25 Kaba torna	18.79	18.79	4.5	4.5
Geri gidiş	18.79	18.79	0.4	0.4
φ25-20 Kaba torna	18.79	18.79	4.5	4.5
Geri gidiş	18.79	18.79	0.4	0.4
Alın silme- Pah kırma	22.00	22.00	13.2	13.2
Takım değişirme	-	-	5.0	5.0
Finiş torna	29.00	29.00	16.0	37.5
Takım değişirme	-	-	5.0	5.0
Punta açma	8.00	8.00	2.0	2.0
Takım değişirme	-	-	5.0	5.0
Toplam Zaman			170	284

Bu durumda toplam talaşlı işleme zamanı $170+284=454$ sn olarak hesaplanmıştır.

Tablo 2.4. Yığıma İşlemiyle Üretilmiş Parçalara Uygulanan Talaslı İşleme Zaman Etüdü.

YIĞILMIŞ PARÇALAR İÇİN TALASLI İŞLEMEDE ZAMAN ETÜDÜ				
OPERASYON	Kesme veya boşa gidış (mm)		Zaman(sn)	
	Döndürülen Dişli	Döndüren Dişli	Döndürülen Dişli	Döndüren Dişli
Dış konturun işlenmesi	42	74	17	30
Geri gidış	42	74	0.5	0.5
Konik işleme ve Yanak silme	18	18	15	15
Geri Gidiş	42	74	0.5	0.5
Boy tamamlama	10	10	3	3
Geri gidış	10	10	0.5	0.5
Pah kırma	4	4	2	2
Geri gidış ve takım değiştirme	10	10	5.5	5.5
Punta başlangıcı Hızlı gidış	10	10	0.5	0.5
Punta açma	8	8	5	5
Takım değiştirme	-	-	5	5
Dış konturun işlenmesi	31.5	31.5	13	13
Geri gidış	31.5	31.5	0.5	0.5
Konik işleme ve Yanak silme	18	18	15	15
Geri Gidiş	31.5	31.5	0.5	0.5
Boy tamamlama	10	10	3	3
Geri gidış	10	10	0.5	0.5
Pah kırma	4	4	2	2
Geri gidış ve takım değiştirme	10	10	5.5	5.5
Punta başlangıcı Hızlı gidış	10	10	0.5	0.5
Punta açma	8	8	5	5
Takım değiştirme	-	-	5	5
Toplam Zaman			105	118

Tabloda gösterilen operasyonlara 10 saniyelik çubuktan boy kesme, ve 3 parça / dakika dövme hızı ile ısıtma süreleri ile birlikte 20' şer saniyelik zaman artışı katıldığında döndüren ve döndürülen taslakların üretimi için toplamda 283 saniye gerekecektir.

Zaman etüdüne ek olarak seçilen pompa tipinde malzeme kayıpları için tabloda verilen değerler hesaplanmıştır.

Tablo 2.5. Talaslı İşleme ve Yığıma İşlemlerinde Malzeme Kayıpları.

Dişli Tipi	M	Mt	My	My-M	Mt-M
Döndüren	300	1160	380	80	860
Döndürülen	180	575	240	60	395
Toplam	480	1735	620	140	1255

M: Bitmiş taslak gramajı,
Mt: Talaslı işlemede kütük gramajı,
My: Yığımda hammadde gramajı.

BÖLÜM 3. DENEYSEL ÇALIŞMA

3.1. DIŞLI MALZEMESİ

3.1.1. KİMYASAL ANALİZ

Dişli taslaklarının üretiminde kullanılmakta olan malzeme olan CM80f nin kimyasal analizi aşağıdaki Tablo 3.1' de gösterilmiştir.

Tablo 3.1. Deney Malzemelerinin Kimyasal Analizi (5).

	C(%)	Si(%)	Mn(%)	Cr(%)	Mo(%)	Ni(%)
Min.	0.17	0.15	1.20	X	Y	Z
Max.	0.23	0.35	1.50			

$$(X + Y + Z) < 0.8$$

3.1.2. MEKANİK ÖZELLİKLER

Numunelerin akma gerilmesinin belirlenmesi amacıyla yapılan çekme deneyinden elde edilen maksimum kuvvet değerleri Tablo 3.2' de gösterilmiştir.

Tablo 3.2. Çekme Deneyinden Elde Edilen Maksimum Kuvvet Değerleri.

D(mm)	F _{maksimum} (N)
5.00	10820
5.05	11150

$$\sigma_q = \frac{F_{maks}}{A_0} \quad (3.1)$$

Tablo 3.2' deki değerler 3.1 eşitliğinde kullanıldığında çekme dayanımı için yaklaşık olarak 553.83Mpa değeri bulunur. Akma gerilmesi için aşağıdaki eşitlik kullanılabilir.

$$\sigma_f = \sigma_q \times 0.8 \quad (3.2)$$

3.2 eşitliği kullanılarak akma gerilmesi yaklaşık olarak 443.06MPa olarak elde edilir.

3.2. YIĞMA DENEYLERİ

3.2.1. YIĞMA KUVVETİNİN HESAPLANMASI

Bölüm 2' de Tablo 2.1.' de verilen dişli taslağı ölçüleri kullanılarak yığılacak parça hacmi ve yüksekliği aşağıdaki şekilde belirlenir.

$$V = \frac{\pi \times 42^2 \times 14}{4} = 19396.19 \text{ mm}^3$$

$D_0=22\text{mm}$ başlangıç çapındaki bir numunenin bu hacmi sağlayacak yüksekliği $h_0=51.02\text{mm}$ dir. Kapalı kalıpta çapaksız dövmede kuvvet hesabı için aşağıdaki denklem yazılabilir (6).

$$F = -(\sigma_f + \sigma_r) \pi r^2 \left(1 + \frac{2\mu r}{3h} \right) \quad (3.2)$$

3.2 denkleminde taslak boyutları kullanılarak aşağıdaki sonuç elde edilir. Denklemdaki negatif işareti kuvvetin basma doğrultusunda olduğunu göstermektedir.

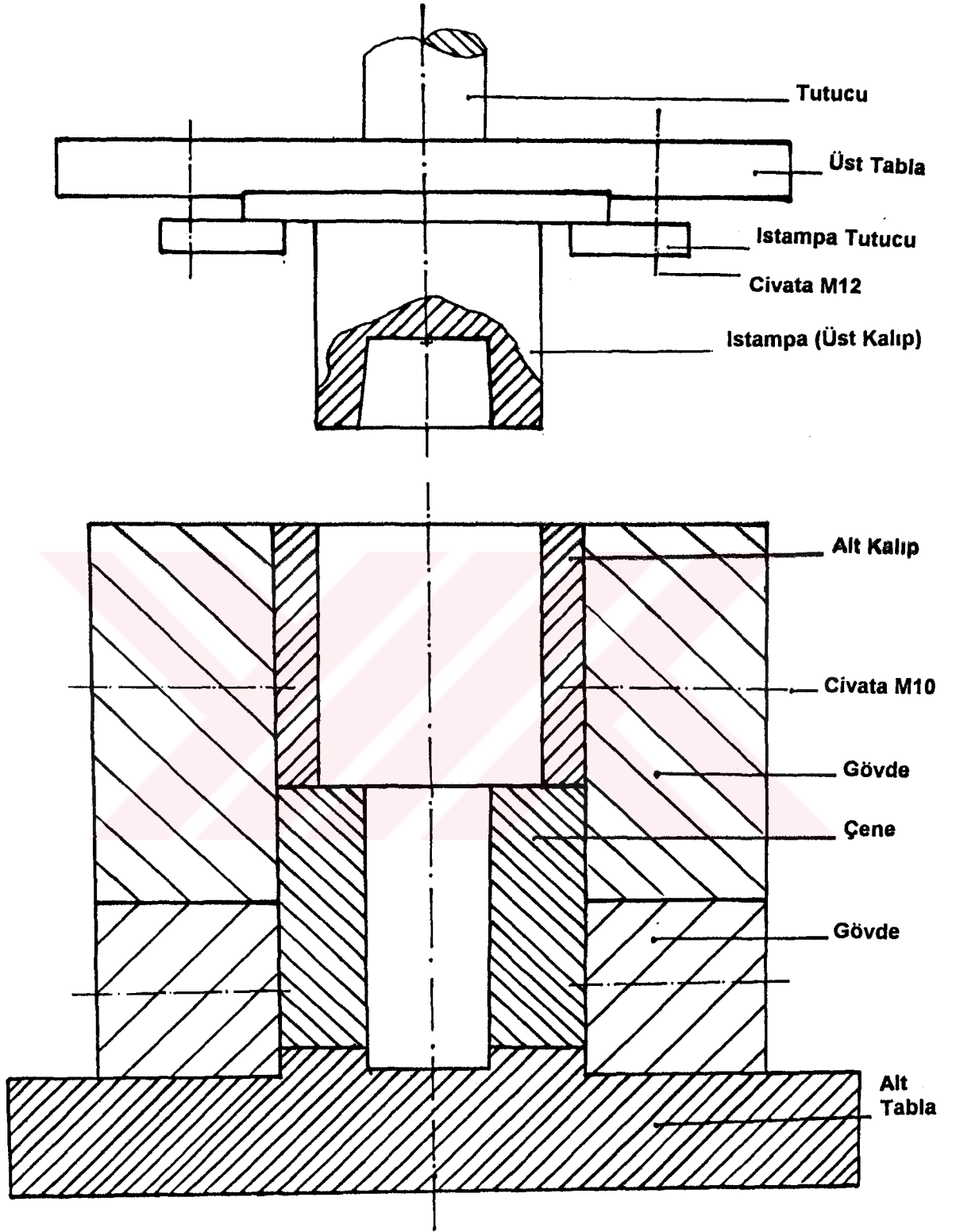
$$F = \left(443.06 + \frac{443.06}{2} \right) \pi 22^2 \left(1 + \frac{2 \times 0.1 \times 22}{3 \times 14} \right) = 1116.394 \frac{\text{kN}}{\text{mm}^2}$$

Yığılma işlemi için gerekli kuvvet elde edilmiş olur.

3.2.2. KALIPLARIN HAZIRLANMASI

Yığılacak parça boyutları belirlendikten sonra bu boyutlara uygun olarak oluşturulan yığılma kalıbı Şekil 3.1' de gösterilmiştir.

Yığılma kalıbı 1.2344 DIN numaralı sıcak iş takım çeliğinden imal edilmiştir. Kalıplar 1040°C ' ta tavlamp yağda sertleştirilmiş ve 500°C ' da menevişlenmiş ve ısıtıl işlem sonrası taşlama yoluyla son boyutlara ulaşılmıştır.



Şekil 3.1. Yıgma Kalıbı.

3.3.YORULMA ÖZELLİKLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

3.3.1. DENEYSEL PARÇALARIN ŞARTLANDIRILMASI

Yığıma yöntemiyle ve Talaşlı şekillendirme metodu ile elde edilen deney parçalarına farklı ısı işlem durumlarındaki yorulma özelliklerinin karşılaştırılması amacıyla değişik ısı işlemler uygulanmıştır ve deney numuneleri aşağıdaki şekilde gruplandırılmıştır.

1.Grup: 900°C' de sıcak yığıma ve 600°C' de 1 saat gerilme giderme tavlama uygulanmış numunelerden oluşur. Gerilme giderme tavlama plastik şekil verme sonunda oluşan sertliği azaltıp talaşlı şekillendirme kabiliyetini arttırmak amacıyla uygulanmıştır.

2.Grup: Halen çalışmayı destekleyen kuruluşta talaşlı işleme yöntemiyle üretilen taslaklardan bu çalışma için oluşturulan gruptur.

3.Grup: 1.Gruptaki numunelerden bir kısmı alınarak ilave olarak sementasyon yüzey sertleştirme işlemi uygulanmış numunelerdir.

4.Grup: 2.Gruptaki numunelerden bir kısmı alınarak ilave olarak sementasyon yüzey sertleştirme işlemi uygulanmış numunelerdir.

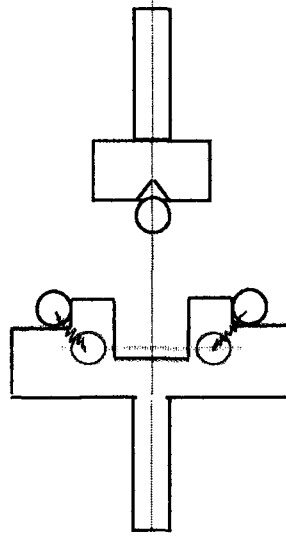
5.Grup: Deneme aşamasında yorulma deneylerinde çentik duyarlılığının yüksek bulunması sonucunda deneme amaçlı olarak üçüncü gruptaki numunelere 250°C' de temperleme uygulanması sonucu oluşan gruptur.

6.Grup: 900°C' de sıcak yığıma ve 950°C' de tam tavlama uygulanmış numunelerdir. Dişlilere diş profilleri açılıp daha sonradan sementasyon yapıldığı ve bu sırada 930 °C' ye çıkıldığı için plastik şekil değiştirmiş taslaklarda sementasyon sırasında çarpılmaları engellemek amacıyla uygulanmıştır.

3.3.2.YORULMA DENEYLERİ

3.3.2.1. ÜÇ NOKTA EĞME DENEY DÜZENEGİ

Yorulma deneyleri Şekil 3.2' deki düzenek kullanılarak yürütülmüştür. Deneyler Instron 8501 Üniversal Malzeme Test Cihazı kullanılarak ve yük kontrol modunda gerçekleştirilmiştir.

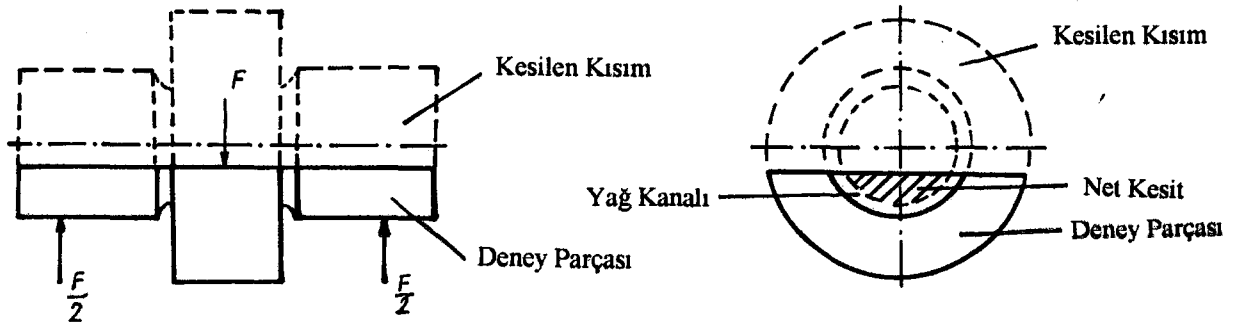


Şekil 3.2. Üç Nokta Eğme Yorulma Deney Aparatı.

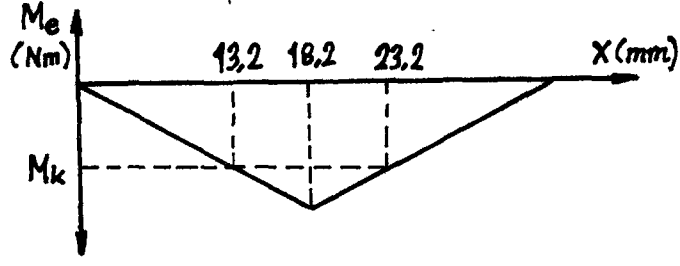
Buna karşılık dişli taslak boyutları üzerinden yağ kanalı bölgesinde sonlu ömür için (uzun ömürlü yorulma) hesaplanan F kuvveti deney cihazının üst kapasite sınırı bölgesindedir. Bu durumda ancak çok düşük frekanslarda çalışılabileceğinden deney süresi olağanüstü büyük olacaktır. Bu sakıncaları gidermek üzere Şekil 3.3' te gösterilen net kesiti dolayısıyla F kuvvetini küçültmek için, dişli taslakları uzunluk eksenine paralel olarak kesilmiş ve yorulma deney parçaları elde edilmiştir.

3.3.2.2. EĞİLME GERİLMELERİNİN BELİRLENMESİ

Wöhler eğrilerinde (2,7), uzun ömürlü yorulma bölgesindeki doğrunun belirlenmesi ve böylece üretim yöntemlerinin mukavemete etkisinin araştırılması amacıyla Şekil 3.3' te gösterilen deney parçaları, Şekil 3.2' de verilen düzeneğe Şekil 3.5' teki gibi yerleştirilerek değişken basma kuvvetleri uygulanmıştır. Bu kuvvetlerin etkisiyle ortaya çıkabilecek gerilmeler (incelenen yağ kanalı bölgesinde değişken çekme gerilmeleri) bilgisayar programı yardımıyla hesaplanmıştır.



Şekil 3.3. Yorulma Deney Aparatı ve Zorlanma Hali

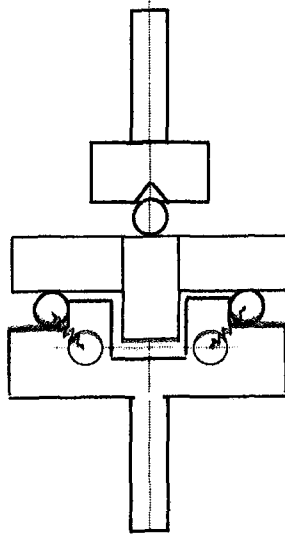


Şekil 3.4. Yorulma Numunesi Eğilme Moment Diyagramı.

Şekil 3.4' te görülen Eğilme moment diyagramına göre en büyük moment değerleri $x=18.2\text{mm}$ değerinde oluşmaktadır. Ancak yağ kanalları sebebiyle ortaya çıkan gerilme yığılmaları sebebiyle $x=13.2\text{mm}$ ve $x=23.2\text{mm}$ değerlerinde en büyük gerilme değerleri oluşmaktadır. Numune geometrisine ve zorlanma durumuna uygun olarak kullanılabilcek çentik faktörü katsayısı literatürden $K_f = 1.68$ olarak belirlenmiştir(7). Yukarıda açıklanan boyutlar kullanılarak net kesit alınarak ifade edilen daire parçasının ağırlık merkezinin koordinatları ve eğilme mukavemet momentlerinin (W_e) hızlı olarak hesaplanabilmesi amacıyla bir bilgisayar programı yazılmıştır. Buna göre eğilme momentlerinin maksimumu

$$\sigma_{e_{\max}} = K_f \frac{M_k}{W_e} \quad (3.3)$$

denkleme göre hesaplanmıştır. (3.3) denkleme göre belirlenen gerilme değerleri için (F_{ort} ve F_g) hesaplanarak deney cihazına yüklenmiş ve yorulma deneyleri 30 Hz frekansta gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3.5. Deney Numunesinin Yorulma Ayrıntısındaki Yeri.

3.3.2.3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Bölüm 3.3.1.' de belirtilmiş olan gruplara uygulanan eğilme yorulması deneylerinden elde edilen sonuçlar aşağıdaki tabloda gösterilmektedir.

Tablo 3.3. Eğilme Yorulması Deney Sonuçları.

Deneyler $\sigma_m=840\text{Mpa}$ sabit ortalama gerilme değerinde gerçekleştirilmiştir.

		KIRILMA TEKRAR SAYILARI					
		1.Grup	2.Grup	3.Grup	4.Grup	5.Grup	6.Grup
Gerilme Genliği (MPa)	655	8978 9127 10734 12341	8647 9045				
	Ortalama	10295	8846				
	588				6100 3295		
	Ortalama				4698		
	504				8247		
	Ortalama				8247		
	420	60723 66913 69682 71205 75572	48719 49156 49871 51343 51386 52932 59284	10300 10203	12954 12800	20032 17023	48000 36400
	Ortalama	68819	51813	10250	12877	18528	42200
	336	148725 152683 157704 157816	135300 143616 148628			27685 33742 28470	
	Ortalama	154232	142514			29966	
	294				30000		
	252					183424	

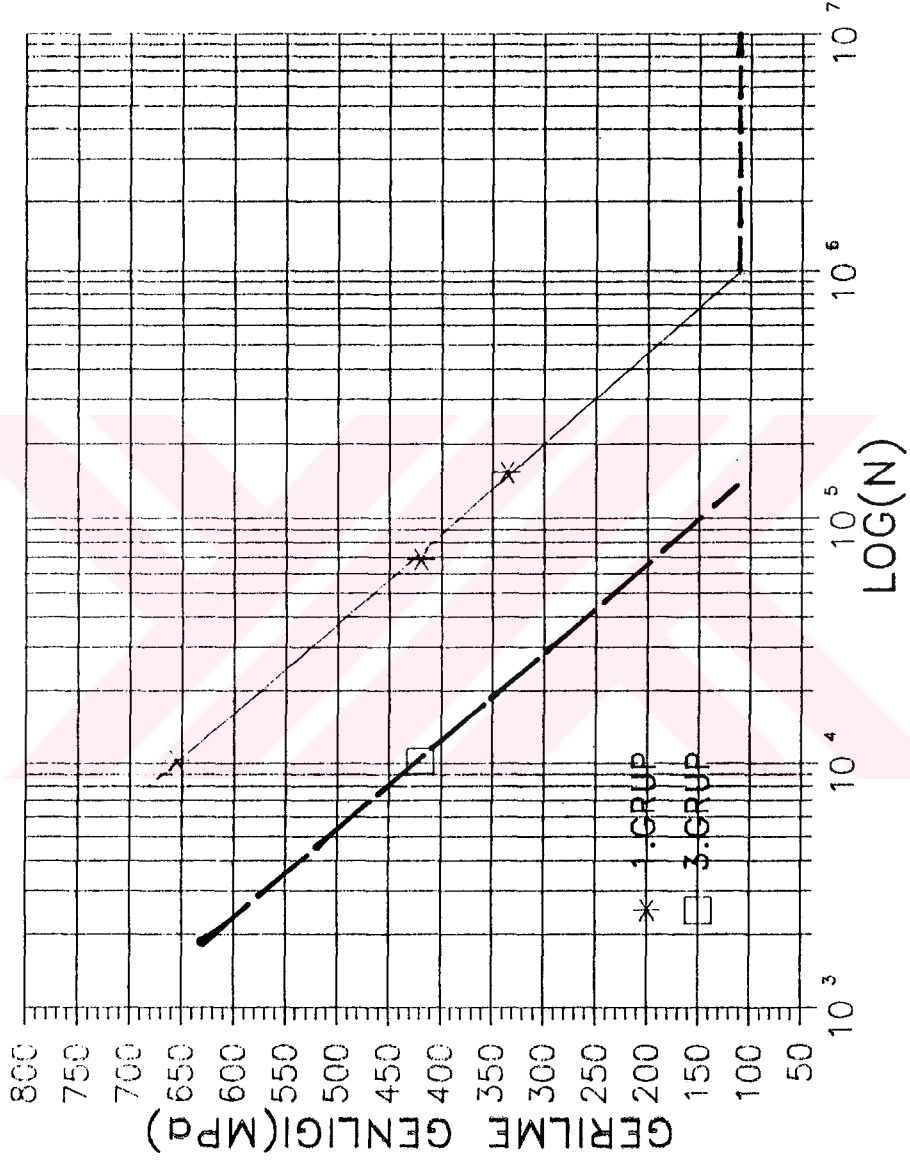
Yapılan bu çalışma sonucunda elde edilen veriler üç grupta incelenebilir.

İlk olarak, Bölüm 2.4.' te incelenen zaman etüdleri düşünüldüğünde seçilen 1P1-124 pompa tipi için, talaşlı şekil vermede döndüren ve döndürülen dişlinin işlenmesi için toplamda 454 saniye gerekirken, aynı dişlinin yığma yöntemiyle üretiminden sonraki talaşlı şekil verme işlemleri için toplam 283 saniye gerekmektedir.

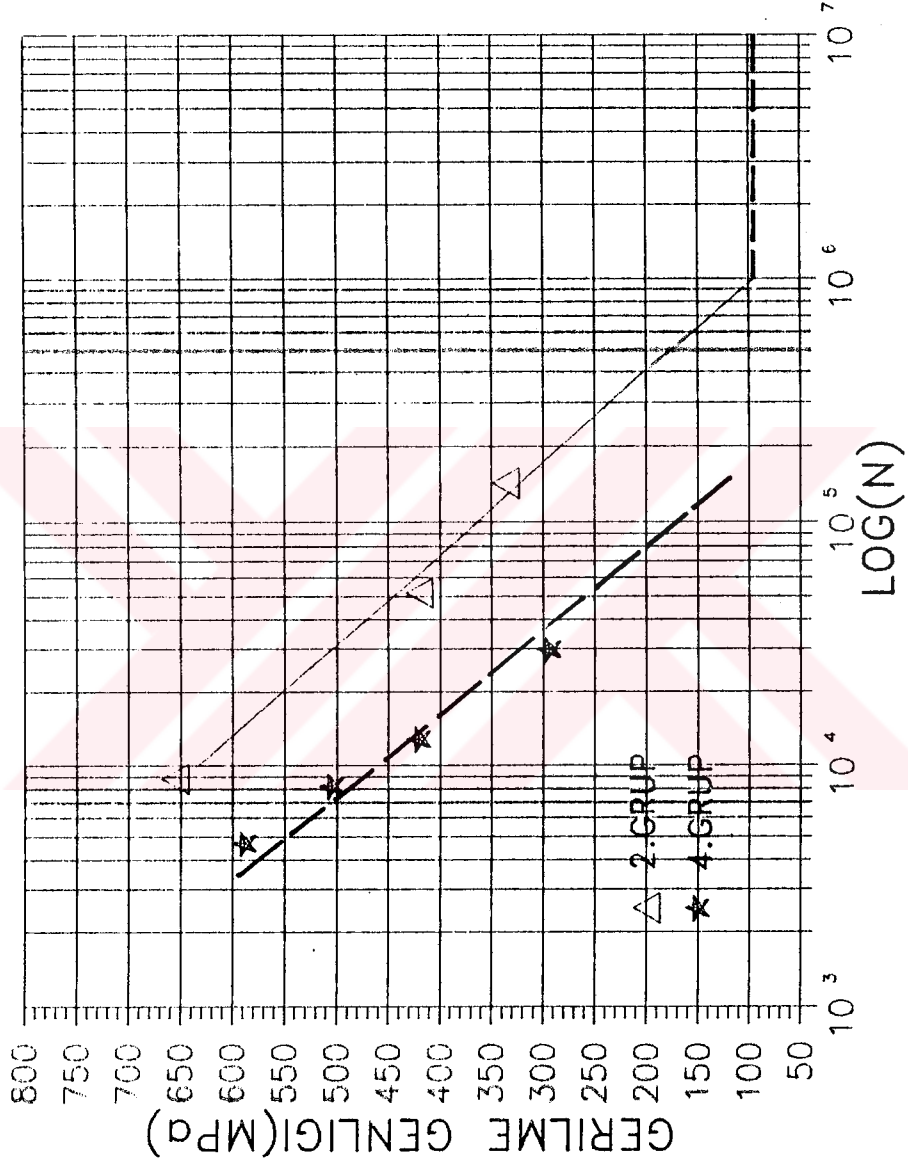
İkinci olarak, yine Bölüm 2.4' te incelenen malzeme kayıpları incelendiğinde 1P1-124 pompasının dişli çifti için talaşlı işlemede 1255gr malzeme kaybı olurken, bu kayıp yığma yönteminde 140gr olarak gerçekleşmiştir.

Üçüncü olarak, üç nokta eğme yorulma deney sonuçları incelendiğinde beklendiği gibi her iki yöntemde birbirine yakın sonuçlar vermiştir. Her iki yöntemle üretilmiş numunelerde çelikler için 10^6 tekrar olarak kabul edilen sonsuz ömür başlangıç değerindeki gerilme genliği 100Mpa civarındadır. Talaşlı şekil verme ve yığma yöntemiyle üretilmiş numunelerin yorulma deney sonuçlarının birbirine yakın olması, yorulma çatlağının olduğu yağ kanalında plastik şekil vermenin etkisinin pek olmaması yüzündendir. Şekil 3.6 ve Şekil 3.7' de verilen Wöhler yorulma eğrileri incelendiğinde sementasyon ile yüzey sertleştirmenin çentik etkisini arttırdığı ve bu sayede yorulma dayanımının azaldığı söylenebilir.

Sonuç olarak, yığma yöntemiyle üretilen dişli taslakları talaşlı şekil verme ile üretilmiş dişli taslaklarına göre üretim zamanı ve malzeme kayıpları açısından üstün oldukları ve yorulma dayanımlarının pek farklı olmadığı sonucuna varılmıştır.



Şekil 3.6. Yığma Yöntemi ile Üretilmiş Numunelerin 840MPa Ortalama Gerilme Değerindeki Wöhler Yorulma Eğrisi.



Şekil 3.7. Talaşlı Şekil Verme İle Üretilmiş Numunelerin 840MPa Ortalama Gerilme Değerindeki Wöhler Yorulma Eğrisi.

KAYNAKLAR

1. Lange, K., "Metal Forming", McGraw-Hill Book Company, 1985.
2. Dieter, G. E., "Mechanical Metallurgy", McGraw-Hill Book Company, 1988.
3. Hema Hidrolik Makina Sanayi A. Ş., "Dişli Taslağı Operasyon Formu".
4. Otmanbölük, A. N., "Otomobil Ventilleri İmalinde Sürtünme Kaynağının Kullanımı", Balıkesir Üniversitesi, 1994.
5. M.K.E. Çelikler Kataloğu, 1983.
6. Dean, T. A., "The Feasibility of Flashless Forging", Metallurgia and Metal Forming, 1977.
7. Collins, J. A., "Failure of Materials in Mechanical Design", Wiley-Interscience Publication, 1981.



ÖZGEÇMİŞ

1970 yılında Tekirdağ ilinin Muratlı ilçesinde doğdu. Aşağısevindikli Köyü İlkokulu' nda ilk öğrenimini, Kırklareli Kepirtepe Öğretmen Lisesi' nde orta öğrenimini tamamladı. 1991 yılında Trakya Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Makina Mühendisliği Bölümü' nde yüksek öğrenimine başladı. Bölümü 1995 yılında bitirdikten sonra Trakya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Makina Mühendisliği Ana Bilim Dalı' nda yüksek lisans öğrenimine başladı. Aynı yıl Makina Mühendisliği Bölümü Konstrüksiyon ve İmalat Ana Bilim Dalı' nda Araştırma Görevlisi olarak göreve başladı.

Halen bu görevine devam etmekte olup evlidir.

Metin AYDOĞDU

