



HİDROLİK DİŞLİ POMPALARDA GÜRÜLTÜ SEVİYESİNİN DÜŞÜRÜLMESİ : HELİS DİŞLİ UYGULAMALARI

Abdullah PARLAR
Roy King UNDERWOOD

ÖZET

Bu bildiride modern hidrolik dişli pompaların tasarımı, mobil ve endüstriyel kullanımlarda hidrolik gürültü seviyesinin düşürülmesi konusu ele alınmıştır. Elbette yeni AB yasaları ve özellikle de kentsel çevrede gürültü kirliliğinin önlenmesi gerekliliği bir zorunluluk da getirmektedir. Bildiride geçmiş yıllarda İngiltere’ de yerleşik Hamworthy / David Brown Hydraulics-Extron ve daha sonra Tekirdağ Çerkezköy’ de yerleşik HEMA ENDÜSTRİ A.Ş. firmalarının gürültü seviyesinin azaltılması için başlattığı, dişli profilinin iyileştirilmesi ve aşınma plakaları basınç tahliye kanallarının optimize edilmesi sonucu elde edilen olumlu sonuçlar açıklanmaya çalışılmıştır.

Endüstriyel hidrolik uygulamalarının ana elemanı olan hidrolik pompalarda gürültü seviyesi her zaman önemli bir kullanım kriteri olarak dikkate alınmıştır.

2000 yılında yürürlüğe giren ve 2002 yılı Ocak ayından itibaren zorunlu olarak uygulamaya konulan Avrupa Birliği gürültü talimatı 2000/14/EEC, makinalardaki gürültü seviyeleri ile ilgili şartları belirlemektedir.

Düz dişli pompalar, ve helis dişli pompalar da düşük gürültü seviyesi genellikle döküm gövdeli klasik düz dişli ve yeni dizayn helis dişli pompaları kapsar. (**Şekil 1**)

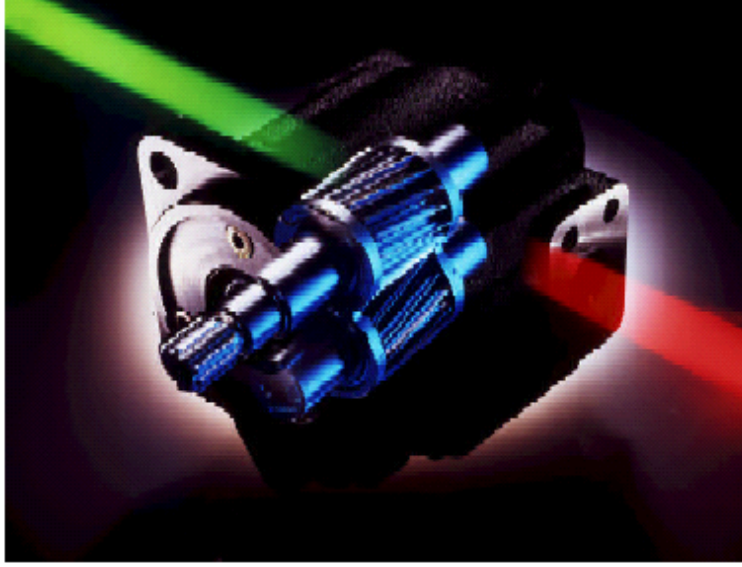
ABSTRACT

The presentation reviews the modern design of gear pumps and the need for low hydraulic noise in modern industrial and mobile applications particularly in urban environments and the new EU laws on machine noise levels.

The presentation goes on to study the early work done by Hamworthy /David Brown on gear profile and the pressure relief slots to reduce noise.

It then looks at the various types of reduced noise fixed displacement pumps including vane and internal gear pumps on the market and analyses the positives and negatives of each design.

Finally the presentation end with a detailed view of the Hema / David Brown helical technology and aluminium and the cast iron gear pump ranges and some of the successes made in reducing noise levels on specific applications.



Şekil 1. Helis Dişli Pompa Genel İç Görünüş

Helis dişlili pompa uygulaması alüminyum gövdeli pompalar için de yeni bir aşama oluşturmuştur. Bu seri pompa artık piyasada normal kullanılabilir hale gelmiştir. Ancak bunların geliştirilme hikayeleri enteresandır.

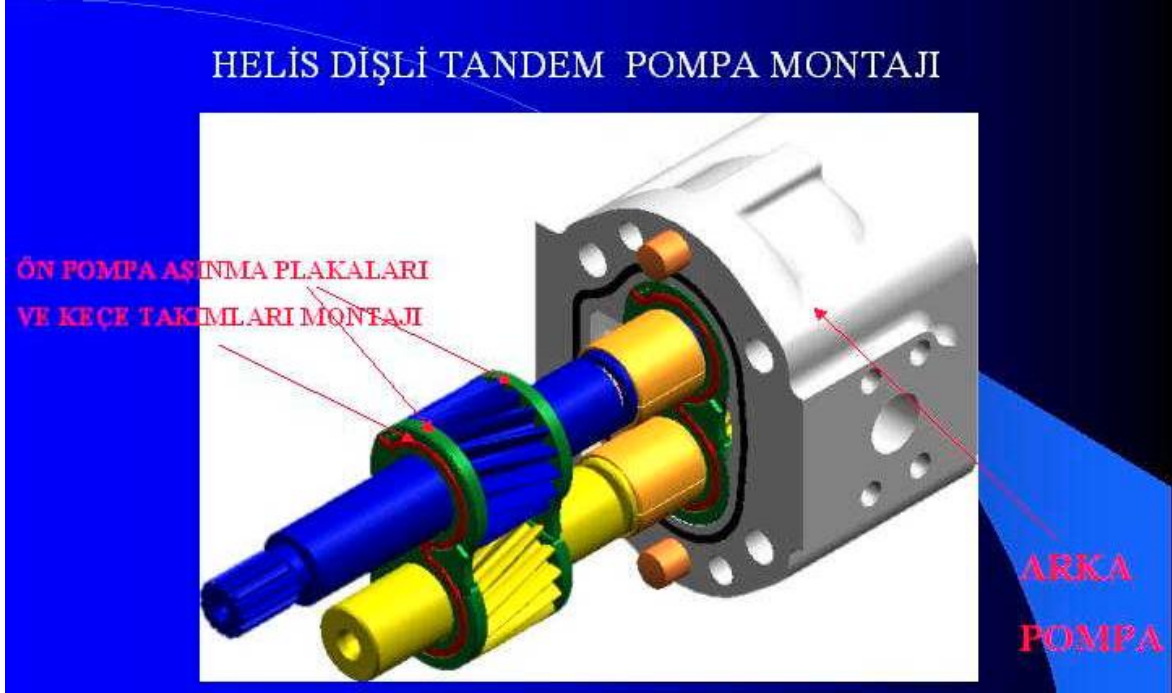
1980' li yılların ortalarında, müşterilerinden gelen daha sesiz pompa taleplerini karşılamak için, gürültü seviyeleri düşürülmüş pompa modelleri üzerinde çalışıyordu. Bu çalışmalar daha çok pompanın dişli geometrisi ve aşınma plakalarındaki basınç tahliye konusu olmakta idi. Fakat o tarihlerde şartlar sadece sınırlı miktarlarda bir üretimi mümkün kılıyor, seri imalat şartlarında bir üretim yapılamıyordu.

Bu tip pompaların kullanıldığı sistemlerde genellikle iki ana gürültü kaynağı vardır. Birincisi güç sağlayıcılar (Motor, Dişli Kutusu vb.), ikincisi ise hidrolik pompadır.

Pompa nedenli gürültünün de iki kaynağı vardır. Birincisi hava kaynaklı gürültü ki bu güç sağlayıcının neden olduğu gürültü yanında çok düşük değerlerdedir. İkinci ve en önemlisi ise pompa tarafından üretilen hidrolik gürültüsüdür ve esas çözülmesi gereken sorun olarak da karşımızdadır.

Pompanın çıkış debisi genellikle sabit değildir. Fakat pratikte pompanın iç parçalarından kaynaklanan seri akış darbeleri söz konusudur. Bu akış darbeleri hidrolik akış devresi direnci ile birlikte basınç dalgalanmaları olarak tanımlayabileceğimiz bir tür gürültüyü oluşturmaktadır. Bu titreşimler frekansa bağlıdır ve basınç dalgalanmaları ile doğru orantılıdır. Basınç dalgalanmaları da akış darbeleri ile doğru orantılıdır. Dolayısıyla akış darbelerinin azaltılması ile pompa hidrolik gürültüsünün azaltılabileceği söylenebilir.

Bir dişli pompanın akış darbesi/basınç dalgalanmasını meydana getiren iki önemli elemanı vardır. Pompa dişlileri ve aşınma plakaları. (**Şekil 2**)



Şekil 2. Helis Dişli Pompa Montaj Elemanları

Mühendisler bu sorunu çözmekle karşı karşıya kaldılar. Bu, yıllardır üretilen mevcut pompa çeşitlerini tamamlayıcı, seri üretime geçirilebilecek yeni bir düz dişli, gürültüsü düşürülmüş hidrolik pompa tasarımı idi.

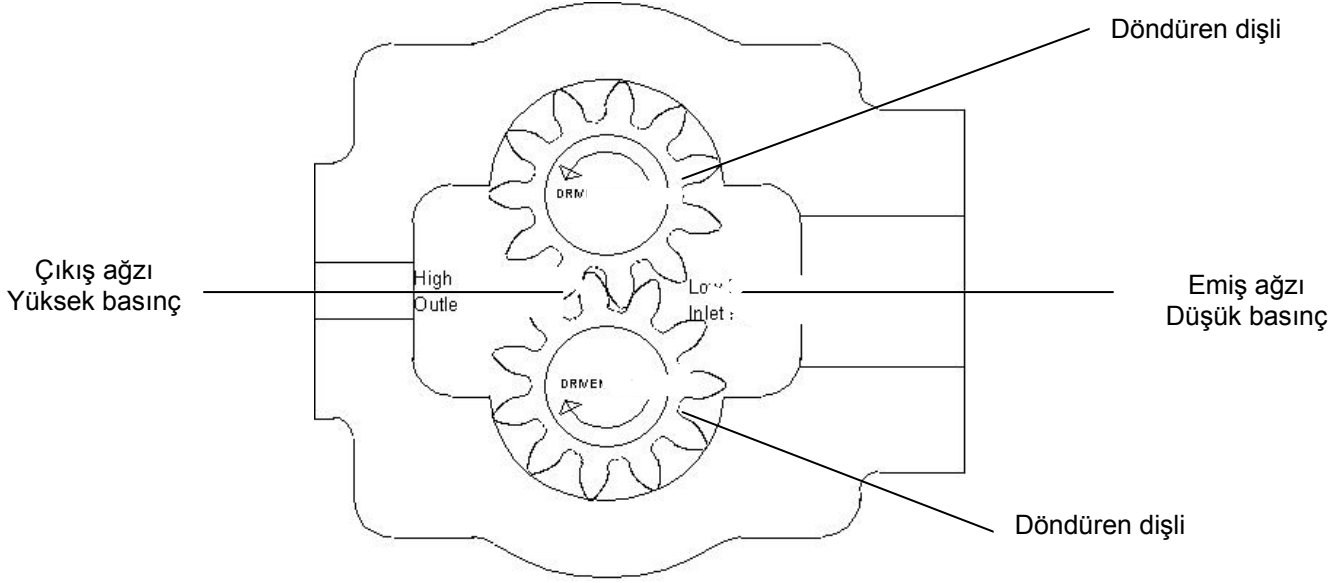
Sessiz pompa taleplerinde paletli pompa kullanımı nispeten ucuz çözüm oldukları için, özellikle mobil ve inşaat makinelerinde kullanım sahası bulurlar. Fakat bu pompaların yağ kirliliğine karşı bilinen hassasiyetleri problem olarak karşımıza çıkar.

Diğer bir sessiz pompa çözümü dış dişli pompalara göre oldukça yüksek maliyetli olan iç dişli pompalardır. Bu tip pompalar pazar paylarını daha çok dar hacimli endüstriyel hidrolik sahalarında bulabilmişlerdir. Yüksek hacimli inşaat, mobil ve malzeme nakil makinelerinde nadiren kullanılmışlardır. Belki sıfır boşluklu, fazlı dişli pompaları da sessiz pompa kategorisinde zikretmek gerekir. Ama bunlar da maliyeti yüksek çözümler olarak sınırlı kullanıma sahip olmuşlardır.

Mühendislerin bir çözüm yolu bulabilmeleri için öncelikle gürültünün kaynağını keşfetmeleri gerekiyordu. Bilinen iki kritik alan dişli ve aşınma plakası tasarımı idi. Bu konuda daha önce yapılmış olan çalışmalar önemli bilgi birikimleri sağlıyordu.

Daha önce sözü edilen akış darbelerinin minimize edilebilmesi için dişli dizaynında önemli birkaç faktör ciddi rol oynamaktadır. Döndüren ve dönen dişli arasındaki hız oranı 1' e ne kadar yakın olursa gürültü seviyesi de o kadar düşük olur. Dişli temas oranı 1' den fazla olan evolvent dişli profilleri ile teorik hız oranı elde edilir. Aynı sonucu pratik olarak elde edebilmek için evolvent dişli profillerinin ancak çok hassas bir işlem ile elde edilebilmeleri mümkündür. Böylece hatve hatasının olmaması, evolvent profil ekseninin yataklama çapı ile eş merkezli olması sağlanmış olur.

Bu değerlerden olabilecek ufak sapmalar gürültü oluşumu için neden oluşturacaktır. Pompa, çalışma esnasında iki dişlinin kavrama yüzeylerinde sürekli olarak yüksek basınçtan düşük basınca sızdırmazlık sağlama olayı içinde bulunmaktadır. (**Şekil 3**)



Şekil 3. Dişli Pompa Çalışma Prensipleri

Bu durum uygun bir yüksek temas oranı, düşük dişli istikamet hataları ve hassas diş profilleri ile elde edilebilir.

Aşınma plakaları pompada çeşitli fonksiyonlara sahip ana elemanlardan biridir. Pompanın basınç tarafından emiş tarafına yağ kaçağını önlemek için gerekli olan yağ keçelerini taşırlar, dişli yan yüzeylerinin sızdırmazlığını sağlarlar, üzerlerinde bulunan kanallar sayesinde dişliler arasında sıkışan akışkanı yönlendirerek tahliye ederler ve pompa yataklarının yağlanması temin ederler. Basınç dalgalanmaları özellikle aşınma plakalarının tasarımı ve onların dişlilerin temas yüzeyinde sıkışan akışkanın tahliyesi ile çok yakından ilgilidir. Dişliler dönmeye başladığında diş boşlukları akışkanı emiş ağzından basınç ağzına doğru sürüklerler. Basınç tahliyesi olmadan akışkanın geri kaçabileceği tek yer dişli eşleşme boşluklarıdır(backlash).

Debi değeri ne kadar yüksekse ve akış kesiti ne kadar düşükse akışkan hızı o kadar yüksek oluşur. Pompalama sistemi içindeki yüksek hızlı akışkan jetleri en önemli gürültü kaynağı olarak ortaya çıkar. Bu potansiyel gürültü sorununu elimine etmek için aşınma plakası yüzeylerinde hassas işlenmiş özel kanallar tasarlanmıştır.(**Şekil 4**)



Şekil 4. Aşınma Plakası Dişli Sürtünme Yüzeyi

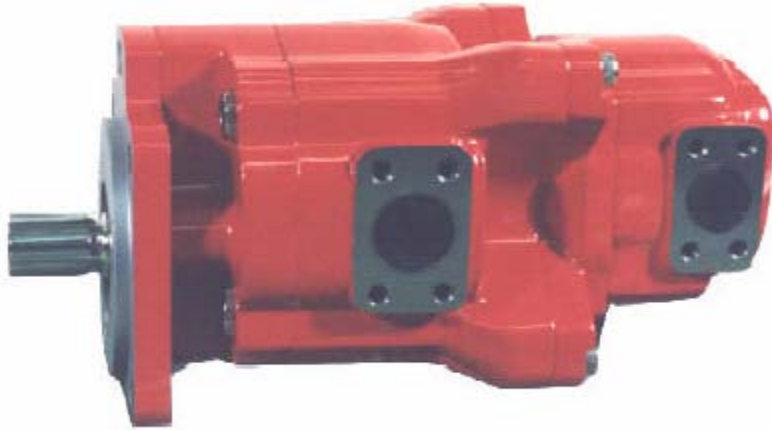
Bu kanallar dişler arasında sıkışan akışkan için alternatif bir yol oluşturur ve gürültü seviyesini düşürür. Bu kanalların profili ve zamanlaması, maksimum miktarda sıkışan akışkanı herhangi bir iç kaçak oluşumuna meydan vermeden yüksek basınç ağzına boşalmasını sağlar. Bilgisayar destekli tasarım bu kanalların formları ile ilgili optimizasyon yapılmasını kolaylaştırmıştır.

Ürün ömrü yeni tasarım bu seri pompalarda önemli bir kriter olarak dikkate alınmak zorundaydı. Piyasada mevcut olan pompaların ömürleri aşağı yukarı biliniyordu. Ancak bu konuda artan müşteri taleplerini karşılamak gerekiyordu.

Pompalarda kaymalı yatak kullanımı ürün ömrünü uzatmada önemli belirleyicilerden olmuştu. Ancak bu yatağın iyi yağlanması gerekiyordu ve bu yağlamanın da optimize edilmesi, pompa içindeki nispeten soğuk yağın yataklama yüzelerine yönlendirilmesi ve yatağın böylece aynı zamanda soğutulması ve yıkanması sağlanmalıydı.

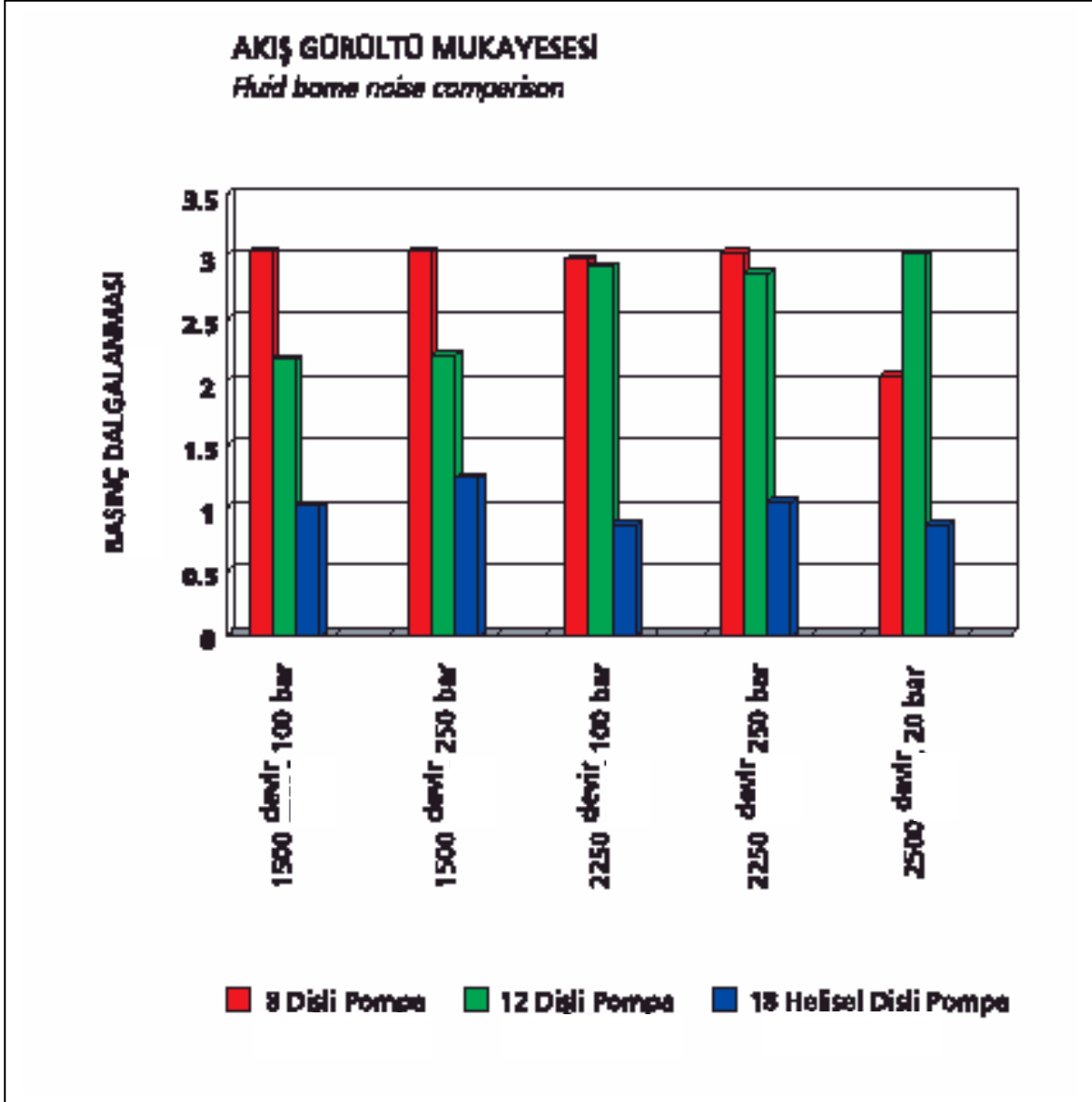
Bütün bu tasarım çalışmalarının ürünü olarak iletim hacimleri 16cc/devir'den 220 cc/devir' e kadar değişen 3 ana pompa serisi ortaya çıktı.

Standart paletli pompalarla karşılaştırıldığında bu tür düz dişli pompalarda gürültü seviyesi itibariyle müşteri beklentileri karşılanmıştı. Yapılan ömür testleri bu pompaların tahmini ömrünün o zamana kadar üretilmiş pompalardan daha iyi olduğunu göstermişti.



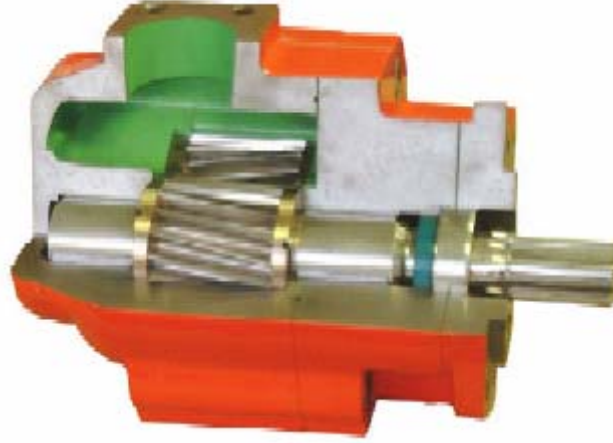
Şekil 5. Döküm Gövdeli Tandem Pompa

Ama yine de bu durum hikayenin sonu değildi. Müşteri talepleri daha sessiz pompa yönünde oluyordu. Sessiz pompa talepleri ile ilgili bir pazarlama etüdü yapıldı. Bu durum biraz daha radikal düşünce tarzı gerektiriyordu ve sonuçta helis dişli pompa tasarımı geliştirildi. O zamana kadar helis dişli tasarımlı pompalar yok değildi. Ama yüksek basınç ve yüksek debili pompalarda kullanılmamışlardı ve bu nedenle kritik özellikleri ayarlanmalıydı. (Şekil 5



Şekil 6 Mukayeseli Gürültü Grafiği

Maksimum verim elde etmek için yüksek hassasiyetli dişli tasarımı ve üretimi en önemli faktörlerdi. Uzmanlardan alınan tavsiyeler olumlu olmamıştı. Ama yapılan araştırmalar ve deneyler bu imalatın mümkün olabileceğini kanıtladı. Ayrıca helis dişlilerin bir eksenel kuvvet de ürettikleri ve bu kuvvetin karşılanması gerektiği de biliniyordu.



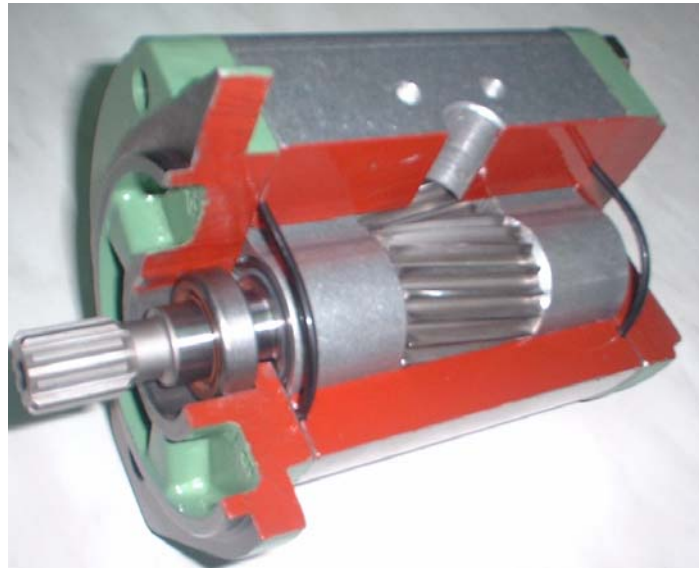
Şekil 7. Döküm Gövdeli Helis Dişli Pompa Kesiti

Helis dişli kullanımında diş sayısının da artırılması ile yapılan birkaç aylık çalışmaların sonucunda iletim hacmi 248 cc/ devir' e ulaşan; gürültü seviyesi standart paletli ve iç dişli pompalardan daha iyi olan pompalar ortaya çıktı.

Bu tip ürünlerin pazara uygunluğundan emin olunması açısından zorlu testlerden geçirilmesi gerekmekte idi. Bu testler katalog değerlerinin üstünde yüklerle, hızlandırılmış ömür testlerini ve NFPA gereksinimlerine uygun yorulma testlerini içeriyordu.

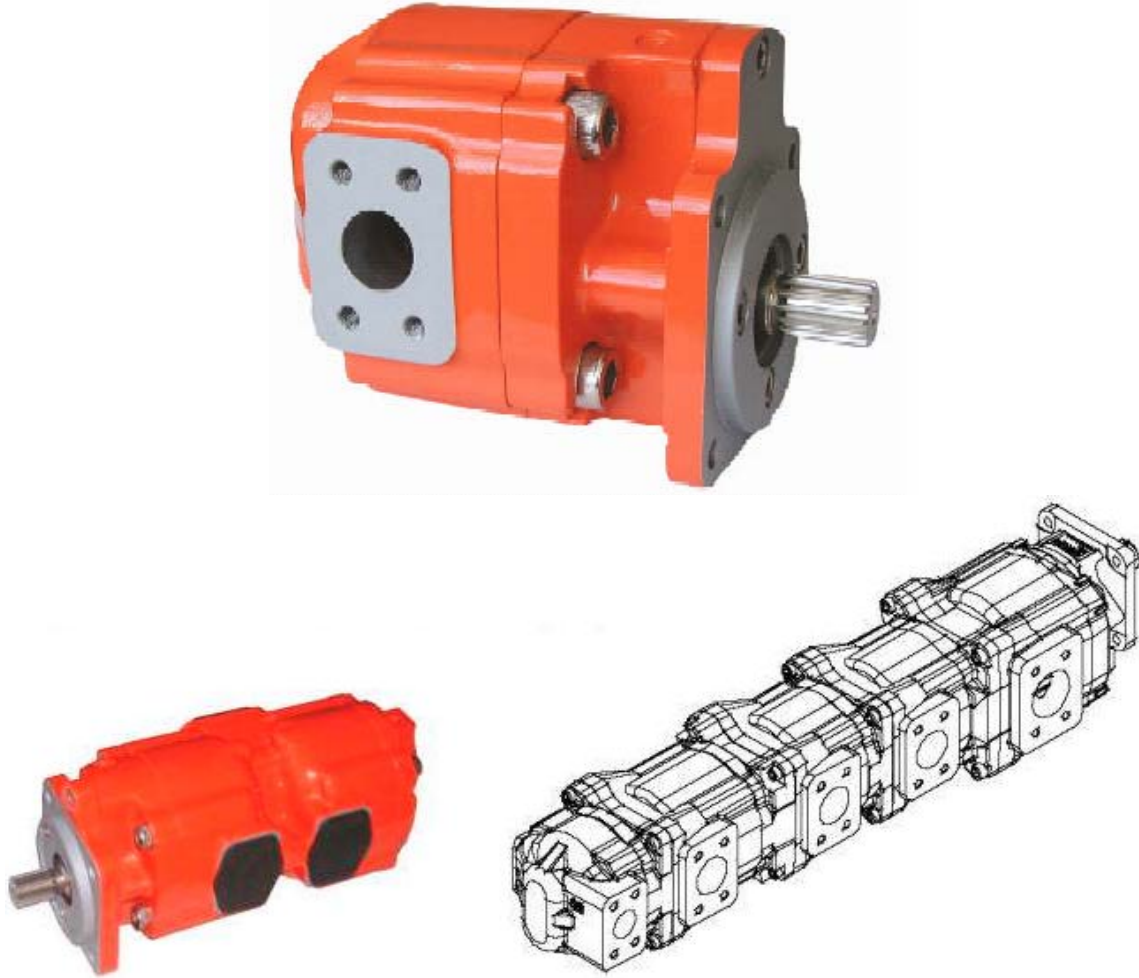
Hava kaynaklı gürültüyü ölçebilmek için özel bir test cihazı geliştirilmiş, basınç dalgalanması ve akışkan darbe gürültüsünün ölçümü için de Bath Üniversitesi ile birlikte yeni bir test cihazı geliştirilmişti.

Tüm bu çalışmalardan elde edilen deneyimler birleştirildiğinde; düşük gürültü seviyeli, yüksek verimli, uzun ömürlü ve mobil, inşaat, malzeme nakil makinalarında ve çeşitli endüstriyel uygulamalarda kullanılabilen yeni pompa serileri ortaya çıkmıştır. Alüminyum gövdeli 8, 12, 18 dişli düz ve helis dişli pompaların gürültü seviyelerinin basınç dalgalanması cinsinden mukayeseli değerler grafikte görülmektedir. (**Şekil 6**). Döküm ve alüminyum gövdeli pompa kesit örnekleri (**Şekil 7 ve ;Şekil 8**) dedir.



Şekil 8. Alüminyum Gövdeli Helis Dişli Pompa Kesiti

Alüminyum gövdeli pompalar 8,2 cc/devir ile 22,9cc/devir aralığında 1PH koduyla üretime sokulmuş ve forkliftler, hidrolik güç üniteleri ve iç mekanlarda çalışan endüstriyel uygulamalar için kullanım alanı bulmuşlardır. Çeşitli tekli ve çoklu uygulama örnekleri (**Şekil 9**)' dadır.



Şekil 9. Çoklu Dişli Pompa Uygulamaları

Bu serinin döküm gövdeli olanları düz dişli pompalar, (iletim hacmi aralığı 16-220cc/devir), helis dişli pompalar, (iletim hacmi aralığı 16-240cc/devir) olarak bilinmektedir.

Daha sonra özellikle kazıcı kepçe uygulamalarına yönelik ancak endüstriyel uygulamalarda da kullanılabilen (iletim hacmi aralığı 23-68cc/devir) pompalar da imal edilmiştir.



ÖZGEÇMİŞLER

Abdullah PARLAR

1944 AYRANCI / KARAMAN doğumludur. İTÜ Makine Fakültesinden 1967 yılında mezun olmuştur.

MKE KURUMU Kırıkkale, TÜRK TRAKTÖR Ankara, TÜMKUR Denizli, TÜMOSAN Konya, İSTANBUL SEGMAN VE GÖMLEK SANAYİİ Sapanca tesislerinde çeşitli kademelerde görevler yapmıştır. 1989 yılında HEMA ENDÜSTRİ grubunda Genel Müdür Yardımcısı olarak görev yapmaya başlamış olup, halen aynı gruba ait HATTAT OTOMOTİV PAZARLAMA şirketinde genel müdür olarak görevini sürdürmektedir.

Roy King UNDERWOOD

University of Coventry / UK' den Makina Mühendisi olarak mezun oldu.

Instron Material Testing, Churchill Machine Tools, Hema Hidrolik, Parker UK Power Unit Division, Vickers System / UK' de 10 yıl Mühendislik Müdürlüğü, 10 yıl David Brown Hydraulics' te Direktör olarak çalışmıştır.

Halen Hema Endüstri' de İş Geliştirme Danışmanı olarak Çerkezköy' de çalışmaktadır.