



HİDROLİK VOLAN İLE ENERJİ GERİ KAZANIMI VE OPTİMUM SÜRÜŞ

Ahmet BANAZ
Ali Can POLAT
Burcu BAYRAM
Fikret ÜSTÜNEL
Koray YAZDALI
Mehmet PEK

OZET

1950'lerin başından itibaren küresel enerji ihtiyacı hızla artmaya başlamıştır. Buna bağlı olarak da enerji maliyetleri de oransal artış göstererek günümüzdeki en önemli endüstriyel parametrelerden biri haline gelmiştir. Yine 1950'lerin başından itibaren artan enerji ihtiyacına paralel olarak salınan CO2 gazları sonucu küresel ısınma hızlı bir artış eğilimine girmiştir. Bu da özellikle emisyonları düşürmek ve daha çevreci bir yaşam için fosil yakıtlı enerji kullanan araçlarda bulunan içten yanmalı motorların zor çevreci şartlara uyum zorunluluğu getirmiştir. Bu noktada içten yanmalı motorun kendi verimliliği, ebatları ve makinenin toplam ağırlığı odak noktası olmaya başlamış ve "Downsizing" adı verilen bir parametre literatüre girerek önemli bir parametre haline gelmiştir. Bu çalışmada, kullanıcılara "downsizing", yakıt tasarrufu ve aşırı hızlanmayı engelleme olanağı sağlayan hidrolik volan ele alınmıştır.

Anahtar Kelimeler: Downsizing, mobil hidrolik, emisyon, çevre dostu, enerji verimliliği

ABSTRACT

From early 1950's global energy demand has started to increase fast. Energy cost has been a significant industrial parameter by increasing proportional correspondingly. In parallel with that, global warming has shown a fast increase resulted by CO2 emissions and energy demand increase, accordingly. This has brought challenging conditions for internal combustion engines in order to satisfy environment friendly regulations by reducing emissions. Thus, efficiency of internal combustion engine itself, size and total weight of the vehicle had been focal point and terminology "downsizing" has become a key parameter in literature. In this study it is investigated, Hydraulic Flywheel (HFW) gives the opportunity to users of downsizing, energy saving and avoidance of over-rotational speed.

Key Words: Downsizing, mobile hydraulics, emissions, environment friendly, energy efficiency.

1. GİRİŞ

1.1 Volan nedir?

Volan; döngüsel kinetik enerjiyi verimli bir şekilde depolamak için tasarlanan bir makine elemanıdır. Volan, şekil 1'de görüldüğü üzere, kendi atalet momentini kullanarak açısal hızdaki değişimlere karşı direnç göstererek kararlı bir hareket sağlar.

Yaygın olarak volan;

- Enerji kaynağından alınan enerjiyi kararlı bir harekete dönüştürmede
- Enerji depolama sistemlerinde
- Anlık yüksek tork ihtiyacını karşılamada
- Mekanik bir sistemin (jiroskop) yön kontrolünde kullanılır.

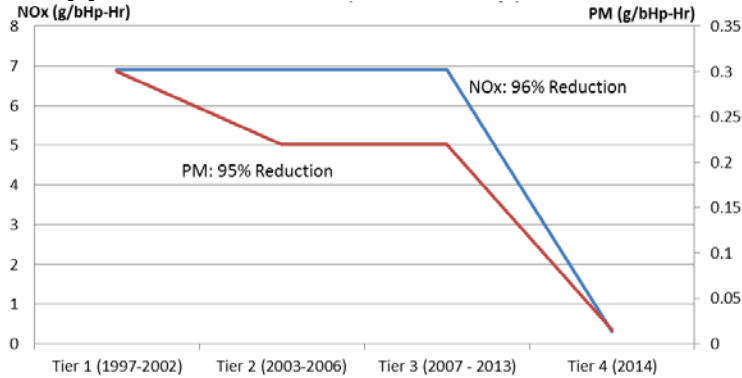


Şekil 1. 20.yy. Başlarından Volan Örneği [1]

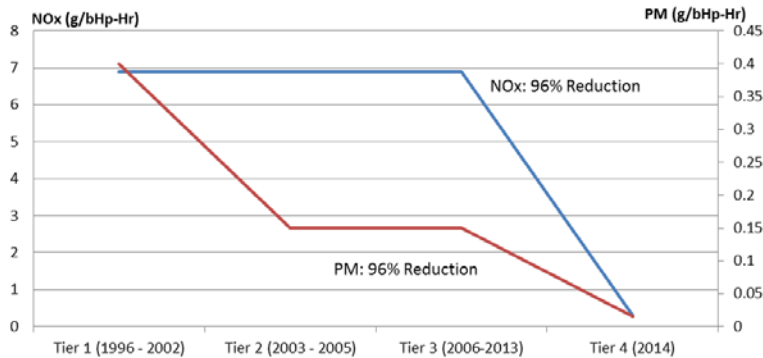
1.2 Emisyon

İçten yanmalı motorlarda yanma sonucu oluşan kullanılmayan çevreye zararlı NO_x , CO, CO_2 gazlarının atmosfere salınımını kontrol altına almak için 20.yy.'ın sonlarında yönetmelikler oluşturulmuş ve yayınlanmıştır. Bu yönetmelikler "Tier 4" olarak 2014 yılından itibaren günümüzdeki son şeklini alarak, üreticileri çevreye karşı daha duyarlı olmak adına zorlamıştır.

Aşağıda gösterilmiş olan şekil 2 ve şekil 3'te emisyon (NO_x) ve partikül (PM) miktarlarının iş makineleri (backhoe loader) ve tarım makinelerindeki (agricultural tractors) yıllar boyunca süregelen değişimi göstermektedir. [2]



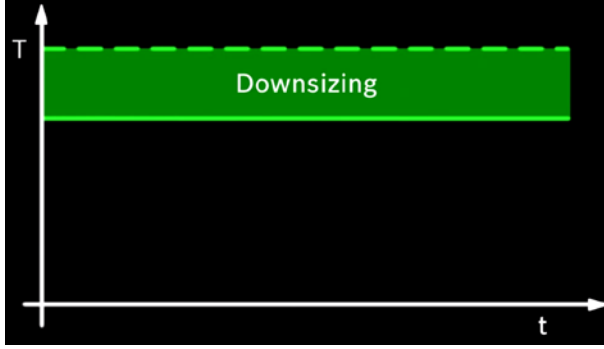
Şekil 2. İş Makinesi (Backhoe Loader) (100-175 hP) [2]



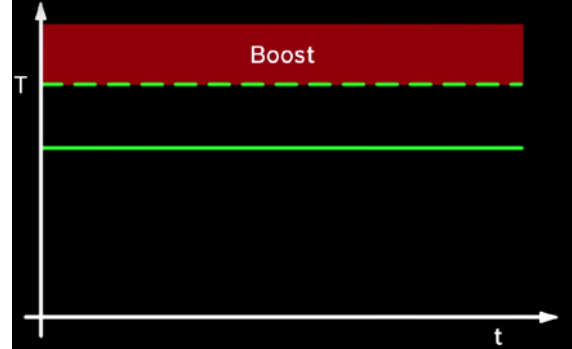
Şekil 3. Tarım Makineleri (Agricultural Tractors) (175-300 hP) [2]

1.3 Downsizing/Boosting

“Downsizing” (Şekil 4) ve “boosting” (Şekil 5), yakıt tüketimini dolayısıyla NO_x, CO, CO₂ emisyon gazlarının salınımını azaltmak için yapılan çalışmaların sonucu olarak ortaya çıkmıştır. Motor silindir sayısı azaltılarak deplasman hacminin azaltılması ile teorik ortalama etkili basıncın (IMEP) artırılması hedeflenmektedir. Bu sayede motor hacmi düşürülmesine rağmen güç-tork performansı sabit kalmaktadır. Ayrıca düşük güçler ile çalışacağı için motor ömründe de iyileşme meydana gelecektir.[2][3]



Şekil 4. Downsizing [4]



Şekil 5. Boosting [4]

Bu fenomenlerden yola çıkarak “Hidrolik Volan”; bir enerji kaynağı tarafından üretilen ihtiyaç fazlası enerjinin sistem içerisinde kullanılmaması durumunda depolanıp, ihtiyacın üretim kapasitenin üstüne çıkması durumlarında tekrar sisteme dahil edilerek sistem veriminin artırılması ile emisyon gaz salınımında iyileşme olacaktır.

2. HİDROLİK VOLAN

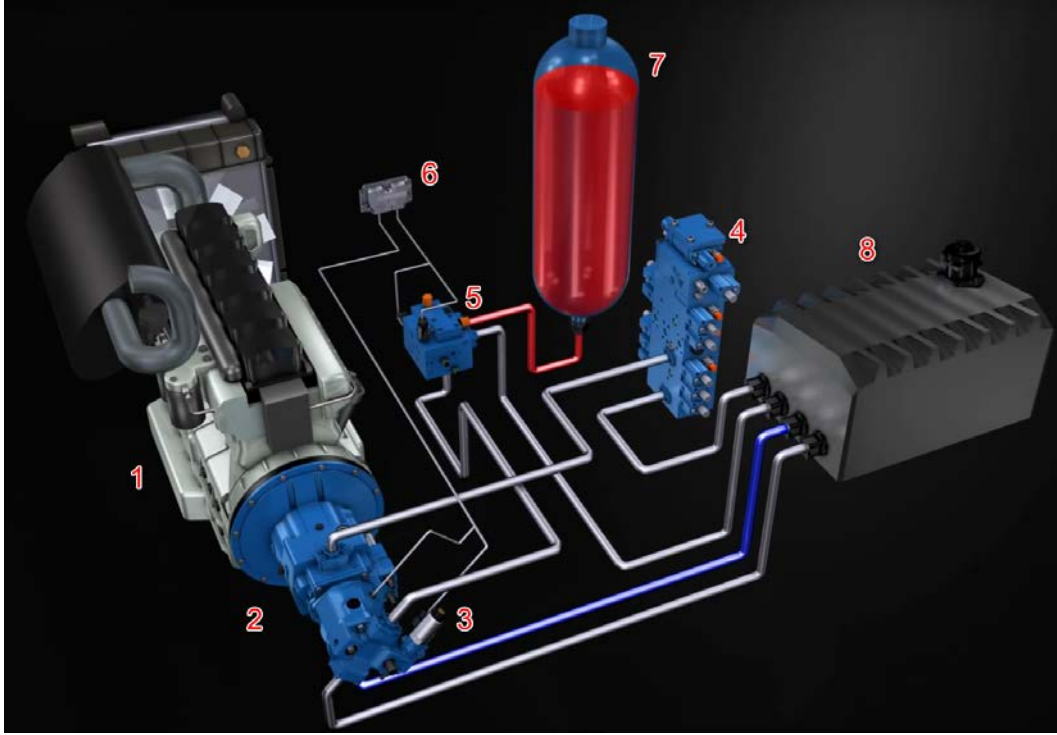
2.1 Hidrolik volan nedir ve nasıl çalışır?

Hidrolik volanın temel amacı, aracın hızının azalması durumunda gerektiği anda tekrardan kullanılmak üzere fazla olan kinetik enerjinin depolanmasıdır. Yukarıda bahsedilmiş olan zorlayıcı emisyon standartlarının getirmiş olduğu koşulların üstesinden gelmek ve verimli bir çalışma performansı elde edebilmek amacıyla hidrolik volan (HFW) geliştirilmiştir. Akıllı hidrolik çözümleri, bu noktada kullanıcılara “downsizing” imkânı tanımaktadır. Çevrimsel hareket yapan iş makinelerinde içten yanmalı motorun kısmi yükleme altında oluşan kinetik ve artık enerji HFW sayesinde depolanmaktadır. Depolanan bu enerji daha yüksek performans gerektiren koşullarda dizel motoru desteklemek amacıyla kullanılır.

BODAS kontrol ünitesi dizel motora bağlı olduğu için araç hızının azaldığı noktalardaki motorun devir sayısının artışını saptayarak HFW pompası ve HFW kontrol ünitesine gerekli sinyalleri yollar. HFW pompası bu gelen sinyalin doğrultusunda HFW akümülatörüne hidrolik yağı pompalar. İvmelenme anlarında ise; dizel motorun istenilen gücü anlık olarak verememesi durumunda HFW devreye girer ve maksimum güce kısa sürede ulaşmasını sağlar. Aynı zamanda HFW, dizel motora fazladan sürtünme momenti uygulayarak motorun aşırı yüksek devir ile çalışmasını engeller. Bu sayede frenleme kuvvetinde önemli derecede artış meydana gelir. Dolayısıyla depolanan bu enerji ekstrasından frenleme kuvveti olarak kullanılabilir ve fren mesafesinde düşüş meydana gelir.

Kinetik enerji depolanması ve ihtiyaç halinde tekrardan sisteme kazandırılması için bazı sistem elemanlarına ihtiyaç duyulmaktadır. [4][5]

2.2 Sistem Elemanları



Şekil 6. Sistem Elemanları gösterimi [4]

1. Dizel Motor: Sistemdeki ana güç kaynağı, hareketin başladığı merkezdir.
2. Hidrolik Pompa: Dizel motordan aldığı gücü her bir hareket için hidrolik enerjiye dönüştüren temel kısımdır. Dizel motor için ana yük elemanıdır.
3. Hidrolik Volan: Dizel motorun kısmi yüklenmesi sırasında aldığı enerjiyi akümülatöre iletir. Dizel motorda yüksek güç gereksinimi duyulduğunda depolanmış enerjiyi akümülatörden çekerek ortak şaft vasıtasıyla dizel motora tork desteği sağlar.
4. Dağıtıcı Valf: Hidrolik enerjiyi kullanılmak üzere ilgili noktalara aktaran kontrol elemanıdır.
5. HFW Valf Kontrol Bloğu: İçerisinde basınç düzenleyici valfi bulunan kontrol bloğu BODAS kontrol ünitesinden gelen komut ile akümülatörü doldurur veya boşaltır.
6. BODAS Kontrol Ünitesi: Çoklu giriş ve çıkışı bulunan ve ek olarak "CanBus" ara yüzüne sahip sistemin davranışlarını ayarlayan ve kontrol eden HFW ile tahrik sistemi arasında bağlantı sağlayan temel elektronik bileşendir. BODAS kontrol ünitesi dizel motora bağlı olduğu için araç hızının azaldığı noktalardaki motorun devir sayısının artışı saptayarak HFW pompası ve HFW kontrol ünitesine gerekli sinyalleri yollamakla yükümlüdür.
7. Akümülatör: İçerisinde azot içerikli basınçlı gaz bulunduran ve HFW kontrol bloğu aracılığıyla artık enerjinin depolandığı sistem elemanıdır.
8. Tank: Üzerinde enerji bulunmayan hidrolik yağın depolandığı sistem elemanıdır.

2.3 Uygulama alanları

Bu çalışmada ele alınan Hidrolik Volan uygulaması, Şekil 7'de gösterilen silindir iş makineleri, ekskavatör, tekerlekli yükleyici, kazıcı yükleyici gibi ağır iş makinelerinde kullanılmak üzere geliştirilmiştir.



Şekil 7. Uygulama alanları (Ekskavatör, Tekerlekli yükleyici, Silindir İş Makinesi) [4]

3. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Bu çalışmada ele alınan sistem kullanıcılara farklı avantajlar sağlamaktadır.

Sistemde depolanan enerjinin ihtiyaç duyulan noktalarda tekrar sisteme verilerek, kullanıcılara “Downsizing/Boost” fonksiyonlarına imkan tanınarak, artan enerji maliyetleri ve emisyon yönetmelikleri ile başa çıkılmasında avantaj sağlanmaktadır. Örnek olarak, eksenel pistonlu değişken debili pompa/motorun ve 25 litrelik akümülatörün kullanıldığı bir sistemde 80 kW dizel motoru ile 3 saniye boyunca 105 kW’lık bir güç elde etmek mümkündür. Bu da “Tier 4” yönetmelikleri göz önüne alındığında performanstan kaybetmeden gerekli emisyon değerlerinin tutturulmasını mümkün kılmaktadır.

Sistemde bulunan elektronik kontrol ünitesi içten yanmalı motorun hızını sürekli ölçmektedir. Buna bağlı olarak sistemde bulunan A10 değişken debili pompa akümülatörü doldurmaktadır. Akümülatörün doldurulmasından sonra kontrol bloğunda bulunan basınç sınırlama valfinin de etkisi ile sistemde geri kazanılabilir frenleme ve aşırı hızlanmayı engelleme mümkün olmaktadır.

Eklenecek olan alternatif hidrolik sistemlerin birbiri ile bütünleşik çalışmasıyla, sistemin kullanılabilirliği artırılmaktadır ve optimum sürüş sağlanabilmektedir. Örneğin; aynı sistem bileşenleri Hidrolik Start-Stop fonksiyonu için kullanılabilir.

Tasarım itibarıyla modüler bir kavram sunulmaktadır. Böylece yakıt tasarrufu ve enerji maliyetleri için ek avantaj sağlamak ile beraber bakım maliyetlerini de azaltmaktadır.

KAYNAKLAR

- [1] <http://www.alamy.com/stock-photo-craft-handcraft-craftsperson-turning-flywheel-lithograph-germany-circa-33572535.html>
- [2] <http://www.dieselforum.org/policy/tier-4-standards>
- [3] Gheorghiu, Victor. Ultra-downsizing of internal combustion engines. In: Sustainable Automotive Technologies 2012. Springer Berlin Heidelberg, 2012. p. 145-155.
- [4] <https://www.boschrexroth.com/en/xc/products/product-groups/mobile-hydraulics/systems-and-functional-modules/hydraulic-flywheel-hfw/index>
- [5] Kirwan, John E., et al. "3-cylinder turbocharged gasoline direct injection: A high value solution for low CO2 and NOx emissions." SAE Int. J. Engines 3.1 (2010): 355-371.



ÖZGEÇMİŞ

Ahmet BANAZ

1992 yılı Ankara doğumludur. 2015 yılında İstanbul Teknik Üniversitesi Makine Mühendisliği'nden mezun olmuştur. Aynı yıl yine İstanbul Teknik Üniversitesi Mekatronik Mühendisliği Yüksek lisans programına başlamış ve devam etmektedir. 2014, 2015 ve 2016 yıllarında İstanbul Teknik Üniversitesi'ni Shell Eco Marathon yarışmasında benzinli ve elektrikli araç kategorilerinde kurduğu takım ile Avrupa'da temsil etmiştir. 2014 yılından itibaren aktif olarak İstanbul Teknik Üniversitesi'nde Teknokent bünyesinde Elektrikli Otomobil Geliştirme ve Üretim yapmış olup 2016 yılında ayında son vermiştir. Temmuz 2016 yılından beri Bosch Rexroth A.Ş.'de Geliştirme Mühendisi olarak görev yapmaktadır.

Ali Can POLAT

1991 yılı Bursa doğumludur. 2014 yılında İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümünü bitirmiştir. Aynı yıl İstanbul Teknik Üniversitesi Uçak Mühendisliği bölümünde yüksek lisansa başlamış ve şu an tez aşamasındadır. 2016-2017 yılları arasında Bosch Rexroth A.Ş.'de Üretim Takım Lideri olarak çalışmış ve 2017 Mart ayından itibaren Bosch Rexroth A.Ş.'de Geliştirme Mühendisi olarak görev yapmaktadır. Hidrolik valflerin geliştirme konularında çalışmaktadır.

Burcu BAYRAM

1992 yılı Bursa doğumludur. 2015 yılında İstanbul Teknik Üniversitesi Makine Fakültesi İmalat Mühendisliği bölümünü bitirmiştir. Öğrencilik döneminde Ekim 2014- Mayıs 2016 arası Bosch ATMO-8'de yarı zamanlı proje lideri olarak çalışmıştır. Mayıs 2016'dan bu yana Bosch Rexroth A.Ş. de Ar-Ge Mühendisi olarak çalışmaktadır. Görev sorumluluğunda hidrolik valfler yer almaktadır.

Fikret ÜSTÜNEL

1983 yılında Kırcaali'de doğmuş olup, 2008 yılında Uludağ Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümünden mezun olmuştur. Lisans öğrenimi sonrası 2014-2016 yılları arasında İstanbul Bilgi Üniversitesi'nde İşletme Yönetimi üzerine yüksek lisans yapmıştır. 2008 – 2009 yılları arasında Selsa firmasında üretim planlama sorumlusu olarak çalışmıştır. Askerlik görevini tamamladıktan sonra 2010 yılı ortası itibarıyla Bosch Rexroth A.Ş. de üretim mühendisi olarak çalışmaya başlamıştır. 2010- 2017 yılları arasında farklı ürün ailelerinde üretim, montaj ve test hatları sorumluluğu üstlenmiştir. Mart 2017 itibarı ile geliştirme bölümü altında proje mühendisi sorumluluğu görevine geçiş yaparak bu bölümde çalışmaya devam etmektedir.

Koray YAZDALI

1987 yılında Bursa'da doğmuş olup,2008 yılında Balıkesir Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümü'nden mezun olmuştur.2009-2010 yılları arasında Avustralya'da yabancı dil eğitimi almış,2010 -2012 yılları arasında ALTA firmasında kalıp tasarım ve proje liderliği görevlerini üstlenmiştir. Aynı yıllar içerisinde Malatya'da askerlik görevini tamamlamıştır.2012-2014 yılları arasında Bosch Rexroth AG Almanya'da geliştirme mühendisi olarak yeni ürün geliştirme alanında çalışmış olup,2014 yılından bu yana Bosch Rexroth A.Ş. 'de geliştirme mühendisi olarak görevine devam etmektedir.

Mehmet PEK

1984 yılı İzmir doğumludur. 2008 yılında Gaziantep Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği (İngilizce) Bölümünü bitirmiştir. Mezun olduktan sonra 1 yıl süre ile Almanya'da Avrupa Gönüllü Hizmeti yapmış olup, 2010 yılında Yedek Subay olarak askerliğini tamamlamıştır. 2011 başı itibarıyla Bosch Rexroth Oto. San A.Ş. ailesine katılmış, Bursa fabrikasında Ar-Ge bölümünü kurma görevinin üstlenerek 1 yıl boyunca Bosch Rexroth AG Almanya'da bulunmuştur. 2012 yılından beri varlığını sürdüren Ar-Ge bölümünde Ar-Ge mühendisi olarak görevine devam etmektedir.