

ÖZET**ÇİFT YAKITLI MOTOR**

Buluş silindirler (13), dizel enjektörleri (25), gaz pedalı pozisyon sensörü (16), basınç sıcaklık sensörü (6), manifold basınç sensörü (24), krankşaft pozisyon sensörü (18) ihtiva eden ve dizel yakıtın yardımcı, LPG, LNG, CNG gibi çevreye zararı az ve daha ucuz olan gaz yakıtların ise temel yakıt olarak kullanıldığı bir çift yakıtlı motordur. Araç sürücüsünün gaz pedalına uyguladığı baskının miktarıyla ilişkili bir elektriksel işaret üreten gaz pedalı pozisyon sensörü (16) ile motorda yer alan basınç ve sıcaklık sensörü (6), manifold basınç sensörü (24), krankşaft pozisyon sensörü (18) ve hava fazlalık katsayısını ölçmek için egzoz borusu üzerine konumlandırılmış bir geniş bant lambda sensöründen (31) içermektedir. Ayrıca bu sensörlerden aldığı bilgileri de kullanarak gaz yakıtı silindirlere (13) gönderen gaz enjektörlerinin (7) açık kalma sürelerini ve dolayısıyla güç elde etmek için motora gönderilecek gaz miktarını belirleyen ve yalnızca gaz enjektörlerinin (7) bağlı oldukları ilgili silindire (13) püskürtme yapılmasını gaz enjektörlerine (7) gönderdiği işaretlerle kontrol eden en az bir gaz EKÜ sü (Elektronik Kontrol Ünitesi) (11) ihtiva etmektedir.

15 **Şekil 1**

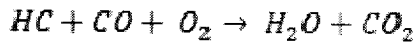
İSTEMLER

1. Buluş silindirler (13), dizel enjektörleri (25), gaz pedalı pozisyon sensörü (16), basınç ve sıcaklık sensörü (6), manifold basınç sensörü (24), krankşaft pozisyon sensörü (18) ihtiva eden ve dizel yakıtın yardımcı, LPG, LNG, CNG gibi çevreye zararı az ve daha ucuz olan gaz yakıtların ise temel yakıt olarak kullanıldığı **bir çift yakıtlı motor olup, özelliği**; araç sürücüsünün gaz pedalına uyguladığı baskının miktarıyla ilişkili bir elektriksel işaret üreten bahsedilen gaz pedalı pozisyon sensörü (16) ile motorda yer alan basınç ve sıcaklık sensörü (6), manifold basınç sensörü (24), krankşaft pozisyon sensörü (18) ve hava fazlalık katsayısını ölçmek için egzoz borusu üzerine konumlandırılmış bir geniş bant lambda sensöründen (31) aldığı bilgileri de kullanarak gaz yakıtı bahsedilen silindirlere (13) gönderen gaz enjektörlerinin (7) açık kalma sürelerini ve dolayısıyla güç elde etmek için motora gönderilecek gaz miktarını belirleyen ve yalnızca bahsedilen gaz enjektörlerinin (7) bağlı oldukları ilgili silindire (13) püskürtme yapılmasını gaz enjektörlerine (7) gönderdiği işaretlerle kontrol eden en az bir gaz EKÜ sü (Elektronik Kontrol Ünitesi) (11) içermesiyle karakterize edilmesidir.
2. İstem 1 e göre çift yakıtlı bir motor olup, **özelliği**; bahsedilen gaz enjektörünün (7) bağlı olduğu silindire (13) gaz yakıtı püskürtmeye başlama zamanının bahsedilen gaz EKÜ sü (11) tarafından kontrol edilerek motorun her bir pistonunun (19) hangi açılarda ve hangi konumlarda (zamanlarda) olduğu gaz EKÜ sü (11) tarafından izlenmek üzere, gaz EKÜ süne (11) elektriksel işaret gönderen bir krankşaft pozisyon sensörü (18) ve kamşaft pozisyon sensörü (17) içermesiyle karakterize edilmesidir.
3. İstem 1 e göre çift yakıtlı bir motor olup, **özelliği**; bahsedilen gaz enjektörlerinden (7) çıkan gaz yakıt, gaz hortumlarıyla (8) gaz yakıtın hava ile karışımını sağlamak üzere uç kısmında çok sayıda küçük gaz püskürtme deliği (34) ihtiva eden gaz püskürtme boruları (10) içermesiyle karakterize edilmesidir.
4. İstem 3'e göre bir gaz püskürtme borusu (10) olup; bahsedilen enjektörlerden (7) çıkan gaz yakıt gaz hortumlarından (8) geçerek bahsedilen gaz püskürtme borusunun (10) bir ucundan girerek küçük gaz püskürtme deliklerinin (34) yer aldığı diğer ucundan püskürtüldüğü gaz püskürtme borusu (10) içermesiyle karakterize edilmektedir.
5. İstem 1 e göre çift yakıtlı bir motor olup, **özelliği**; motorda ana yakıt olarak kullanılan gaz yakıtın bir emniyet elektro vanasıyla (2) bir gaz yakıt tüpünden (1) alınan gaz yakıtın miktarını bahsedilen gaz EKÜ süne (11) bildiren en az bir elektronik manometre (3)

üzerinden geçirildiği en az bir basınç regülatörü (düzenleyici) (4) ve üzerinde yer alan bir gösterge ile gaz EKÜ sünden (11) aldığı miktar bilgisini sürücüye bildiren ve araç kullanıcısının tek yakıt dizel çalışma veya çift yakıt dizel ve gaz çalışma sistemleri arasında seçim yapma imkanı sunan bir yakıt seçici anahtar (28) içermesiyle karakterize edilmesidir.

- 5 6. İstem 1 e göre çift yakıtlı bir motor olup, **özelliği**; bahsedilen gaz EKÜ sünün (11), bahsedilen geniş bant lambda sensöründen (31) gelen hava fazlalık katsayısı sinyaline göre motora giren hava miktarını oransal olarak kapalı çevrim kontrol edebildiği ve motorun hava girişine bağlanarak, hava giriş borusunun kesit alanını içerisindeki servo motor milinden tahrik alan bir kelebek ile daraltıp genişletebilen ve bu sayede motora giren hava miktarını
- 10 kısıp açabilen bir oransal servo vana olan en az bir servo motorlu hava kontrol kelebeği vanası (30) içermesiyle karakterize edilmesidir.

7. İstem 1 e göre çift yakıtlı bir motor olup, **özelliği**; egzozdan çıkan hidrokarbon (HC) ve karbonmonoksit (CO) emisyon değerlerini azaltmak için egzoz çıkışına bağlanan ve



15 kimyasal reaksiyonu gerçekleştiren böylece doğaya HC ve CO gibi zehirli gazlar yerine su buharı ve CO_2 gibi görece daha az zararlı gaz atılmasına imkan tanıyan en az bir oksidasyon katalizörü (32) içermesiyle karakterize edilmesidir.

- 20 8. İstem 1 e göre çift yakıtlı bir motor olup, **özelliği**; motorun metal gövdesine bağlanan ve yanma olayından kaynaklı motordan gelen sesleri elektriksel sinyale çevirerek gaz EKÜ süne (11) gönderen ve motordan gelen seslerin artması durumunda özellikle de kötü yanmadan kaynaklanan vuruntu ve detanasyonla gaz EKÜ süne (11) gönderdiği işaretin genliğinin artması sonucu ortaya çıkan vuruntu miktarının arttığı tespit edilerek vuruntunun önlenmesi için gaz yakıt miktarını azaltarak dizel yakıt miktarını arttıran ve vuruntu kesilinceye kadar kademeli bu işlemin yapılmasına imkan veren, vuruntu kesildikten sonra
- 25 yakıt oranlarını kademeli olarak eski durumuna getirmede gaz EKÜ süne (11) ortaya çıkan vuruntu işaretini besleyen en az bir piezoelektrik vuruntu (knock) sensörü (29) içermesiyle karakterize edilmesidir.

- 30 9. Buluş silindirler (13), dizel enjektörleri (25), gaz pedalı pozisyon sensörü (16), basınç ve sıcaklık sensörü (6), manifold basınç sensörü (24), krankşaft pozisyon sensörü (18) ihtiva eden ve dizel yakıtın yardımcı, LPG, LNG, CNG gibi çevreye zararı az ve daha ucuz olan

gaz yakıtların ise temel yakıt olarak kullanıldığı **bir çift yakıtlı motor çalışma yöntemi olup, özelliği**; içerdiği en az bir gaz EKÜ sü (Elektronik Kontrol Ünitesi) (11) vasıtasıyla;

bahsedilen gaz pedalı pozisyon sensörüyle (16) araç sürücüsünün gaz pedalına uyguladığı baskının miktarıyla ilişkili üretilen elektriksel işaret ile motorda yer alan basınç ve sıcaklık sensörü (6), manifold basınç sensörü (24), krankşaft pozisyon sensörü (18) ve hava fazlalık katsayısını ölçmek için egzoz borusu üzerine konumlandırılmış bir geniş bant lambda sensöründen (31) aldığı bilgileri de kullanarak gaz yakıtı bahsedilen silindirlere (13) gönderen gaz enjektörlerinin (7) açık kalma sürelerini ve dolayısıyla güç elde etmek için motora gönderilecek gaz miktarının belirlenmesi ve yalnızca bahsedilen gaz enjektörlerinin (7) bağlı oldukları ilgili silindire (13) püskürtme yapılmasının gaz enjektörlerine (7) bahsedilen gaz EKÜ sü (11) tarafından gönderilen işaretlerle kontrol edilmesiyle karakterize edilmesidir.

10. **İstem 9 a göre bir çift yakıtlı motor çalışma yöntemi olup, özelliği**; gaz püskürtme kontrolü yapılan silindirin (13) pistonunun (19) emme üst ölü noktasını 10 – 40 derece geçmesi durumunda, egzoz supabının (20) kapalı, emme supabının (14) açılma pozisyonunda olması ve aynı zamanda hava emme kanalında (15) silindirin (13) içine doğru emme hava akımının güçlendiği an gaz yakıtın püskürtülmesi ile karakterize edilmesidir.

11. **İstem 10 a göre bir çift yakıtlı motor çalışma yöntemi olup, özelliği**; bahsedilen sensörlerden aldığı bilgiler doğrultusunda bahsedilen püskürtme anını tespit eden gaz EKÜ sü (11) püskürtmeyi başlatmak ve püskürtülen tüm gaz yakıtın hemen silindirlere (13) dolmasını sağlamak üzere ilgili silindirin gaz enjektörüne (7) püskürtme işareti göndermesi, püskürtülen gaz yakıtın ortak emme manifolduna (9) dağılması ve diğer silindirlerin hava emme kanallarına (15) karışması engellenirken, her silindire eşit ve tam yanmaya imkan verecek miktarda gazın uygulanmasıyla karakterize edilmesidir.

12. **İstem 9 a göre bir çift yakıtlı motor çalışma yöntemi olup, özelliği**; bahsedilen gaz EKÜ sü (11) hava fazlalık katsayısının değerini sürekli 1.5 olacak şekilde servo motorlu hava kontrol kelebek vanası (30) vasıtasıyla motora giren hava miktarını ayarlaması, bahsedilen kontrol geniş band lambda sensörü (31) olmadan da açık çevrim mantığıyla çalıştırılabilmesi ve tek dizel çalışmada kelebek tam açık pozisyonda tutularak hava girişine engel uygulanmaması ile karakterize edilmesidir.

13. **İstem 9 a göre bir çift yakıtlı motor çalışma yöntemi olup, özelliği;** bir yakıt seçici anahtar (28) ile sistemin istendiği zaman tek yakıt dizel çalışmaya döndürülmesi ve istendiği zaman çift yakıt dizel-gaz çalışmaya geçilebilmesi ile karakterize edilmesidir.

5 14. **İstem 13 e göre bir çift yakıtlı motor çalışma yöntemi olup, özelliği;** bahsedilen gaz EKÜ sünün (11) çift yakıt dizel-gaz sistemi çalışırken gaz basınç ve sıcaklık sensöründen (6) gelen gaz basınç değeri kritik bir alt değerden daha düşük ise gaz yakıt tüpündeki (1) gazın bittiğine veya bir arıza neticesinde yeterli gaz beslemesinin yapılamadığını tespit eden sistemi otomatik olarak tek yakıt dizel çalışma şekline alarak gaz valflerini (2) kapatması ve/veya sürücüye bu aksalıktan dolayı ikaz vermesiyle karakterize edilmesidir.

10 15. **İstem 9 a göre bir çift yakıtlı motor çalışma yöntemi olup, özelliği;** motor sisteminin bahsedilen gaz EKÜ'sü (11) üzerinden bir ara kablo aracılığı ile bilgisayara bağlanarak bahsedilen bilgisayarda yürütülen özel bir yazılım ile hata kayıtları, anlık sensör ve çalışma değerlerinin gözlemlenmesiyle kalibrasyon ve uyarılama işlemleri yapılmasıyla karakterize edilmesidir.

TARİFNAME

ÇİFT YAKITLI MOTOR

Teknik Alan

5 Buluş temelde dizel yakıt kullanan motorlar üzerinde ilave donanım ve değişiklikler yapılarak ana yakıt olarak CNG, LNG, LPG, hidrojen gibi herhangi türdeki gaz yakıtlardan birini kullanırken bunun yanında yanmayı başlatıcı ve yardımcı yakıt olarak dizel yakıtı kullanabilen, her iki yakıtı da aynı anda yakabilen bir çift yakıtlı tahrik sistemi ile ilgilidir.

10 Daha belirgin olarak mevcut buluş hali hazırdaki common-rail veya mekanik pompalı yakıt besleme sistemine sahip sıkıştırılmalı patlamalı dizel motor sistemlerinde değişiklik ve ilaveler yapılmasıyla motorun ana yakıt olarak CNG, LNG, LPG, hidrojen gibi gaz yakıtlardan herhangi birini yakabilmesini ve ayrıca dizel yakıtı başlatıcı yardımcı yakıt olarak kullanabilmesini sağlayan bir motor sistemi ve söz konusu sistem elemanlarının bir birleriyle etkileşimi sonucu verimli, ekonomik ve çevreye duyarlı bir çalışmanın elde edildiği bir motor çalışma yöntemi ile ilgilidir.

Tekniğin Bilinen Durumu

15 Dizel yakıt tüketen motorların daha ekonomik ve çevreci olan alternatif gaz yakıtlarla birlikte çalıştırılabilmesine motor teknolojilerinin geliştirildiği ilk günden bu yana düşünceler geliştirilmiş, bu doğrultuda çeşitli sistemler ve çalışma yöntemleri ortaya konmaya çalışılmıştır. Günümüzde bunun temel dürtülerinden biri de yakıt kaynaklarının azalmasıyla maliyetlerin artmasının yanında çevreye verdikleri zarardır. İnsan popülasyonunun hızla artmasıyla kullanılan motorlu taşıtların hem sayıca
20 hem de kullanımca artması söz konusu kaynak kıtlığının ve çevresel olumsuzlukların hızlanmasına neden olmaktadır.

Günümüze kadar geliştirilen bir çok çözüm birlikte getirdikleri dezavantajlar ve yetersizlikler nedeniyle tam olarak hayata geçememişlerdir. Ancak elektronik kontrol ekipmanlarının, devre elemanlarının ve bilgisayar sistemlerinin gelişmesiyle araçlarda yüksek hızlarda ve hassasiyette
25 işlem yapılabilmesiyle esnek kontrol yapıları mümkün hale geldiğinden çift yakıtlı motor sistemlerinin gelişimi yönünde çalışmalar cesaretlenerek hız kazanmaktadırlar.

CNG (), LNG (), LPG () bir çok gaz yakıt arasından en çok bilinen ve kullanılan gaz yakıt türleridir. Bu gaz yakıtların dizel motorlarda çalışır hale gelmesi için temelde iki yöntem uygulanmaktadır.

İlk yöntemde dizel sistem tamamen devre dışı bırakılır. Sistemde önceden mevcut dizel yakıt
30 pompası, enjektörler, enjektör kütüğü gibi birçok temel sistem parçası motordan çıkarılır. Söz

konusu çıkarılan parçaların yerine buji ateşleme sistemi yerleştirilir. Motorun sıkıştırma oranı düşürülerek motor çalışma prensibi önceki sıkıştırmalı ateşlemeli halden kıvılcım ateşlemeli hale dönüştürülür.

5 TR 2011 03912 nolu patent başvurusunda bu yöntemi kullanan bir sistem açıklanmaktadır. Bu sistemin en önemli sakıncası motorun yalnızca gaz yakıtla bağımlı kalmasıdır. Piston, silindir kafası gibi motorun temel parçalarında yapılan değişikliklerden dolayı sistemin eski haline dönüş maliyeti çok yüksektir. Bu yöntemle göre çift yakıtlı bir sistem elde etmek için dizel motor elemanları üzerinde yapılması istenen işlemler riskleri ve maliyetleri beraberinde getirmektedir.

10 Bir dizel motorun gaz yakıtları da kullanabilmesi için uygulanan ikinci yöntemde ilk yöntemden farklı olarak dizel yakıt sistemi sürekli olarak devrededir. Buna ek olarak motorun emiş havasına belirli oranlarda gaz yakıt karıştırılır. Silindirlerin emme zamanlarında emme supabı açılır. Piston üst ölü noktadan alt ölü noktaya inerken silindirlerin içine hava-gaz karışımı emilir. Sıkıştırma zamanında piston tekrar üst ölü noktaya çıkarken yanıcı hava-gaz karışımı sıkıştırılır. Sıkışan karışımın sıcaklığı yükselir. 400 – 600 dereceler seviyesine çıkan sıcaklık hava-gaz karışımının ateşlenmesi için yeterli değildir. Ancak söz konusu sıcaklık seviyelerinde dizel yakıt ateşlenebilmektedir. Sonuç olarak söz konusu hava-gaz karışımının ateşlenerek iş yapılabilmesi için dizel yakıtla gereksinim duyulur. Bu durumda bahsedilen anda dizel yakıtın püskürtülmesiyle dizel yakıt alevlenir. Bu sayede hava-gaz karışımı da ateşlenmesi ve ani basınç artışıyla birlikte karışımında hızlı bir yanma meydana gelir.

20 TR 2013 13251 nolu patent başvuru dokümanında böyle bir sistem açıklanmaktadır. Söz konusu çalışmada gaz yakıt olarak CNG veya LNG, dizel yakıt ile karıştırılarak kullanılır. Burada dizel yakıt ve doğal gaz bir yakıt karıştırma ünitesinde karıştırılır. Elde edilen karışıma hava ilave edilerek hava girişinden motora iletilir. Ancak dizel yakıtın gaz yakıtla karıştırılarak emme havası yoluyla motora gönderilmesi sıkıştırmalı yanmalı motor çalışma prensibine uygun değildir. Sıkıştırmalı yanmalı motor dizel yakıtın yanma odasına ancak belirli bir zamanda püskürtülmesiyle düzenli bir biçimde çalışabilir.

30 Yukarıda atıf yapılan patent dokümanlarında sunulan çözümlerin yetersiz kaldıkları ortak husus motora püskürtülen dizel yakıt miktarını aktif olarak kontrol eden herhangi bir elektronik veya mekanik düzeneğe sahip olmamalarıdır. Püskürtülen dizel yakıt miktarının kontrol edilememesi sistemin amacına uygun olarak yani pahalı ve çevreye daha zararlı olan dizel yakıtın yalnızca yardımcı yakıt olarak, daha ucuz ve çevreci olan gaz yakıtın ise ana yakıt olarak kullanılmasına engeldir. Dizel yakıt miktarının kontrol edilebilmesi yalnızca gaz karışımını ateşlemeye yetecek enerjiye sahip miktarda dizel yakıtın püskürtülmesini sağlamak için büyük bir öneme sahiptir. Söz

konusu kontrol olmadan dizel yakıtın püskürtülmesi motor çalışması esnasında aşırı güç artışı ve buna bağlı olarak aşırı motor sıcaklığı ve motorun beklenenden daha erken tahrip olması problemlerini ortaya çıkarır.

- 5 TR 2012 04919 nolu patent başvuru dokümanında motora gönderilen dizel yakıt miktarını ayarlamak için dizel yakıt hattına bağlanan ve egzoz çıkışındaki lambda sensöründen aldığı işaretlerle tetiklenen bir tahrik vasıtası kullanılmaktadır. Ancak dokümanda dizel yakıt miktarının nasıl ayarlandığı açıklanmamaktadır. Ayrıca bahsedilen egzoz çıkışındaki lambda sensörünün ürettiği işareti etkileyen tek parametre yanma esnasında püskürtülen dizel yakıt miktarı değildir. Bunun yanında püskürtülen gaz miktarı, motora giren hava miktarı, turbo basıncı, giriş havası sıcaklığı, 10 dizel yakıt miktarı, dizel yakıt basıncı, motor sıcaklığı parametrelerinin tümünün bileşkesi söz konusu işareti etkilemektedir. Tüm bu parametreleri ölçmeden yalnızca lambda sensöründen elde edilen işaretin değeriyle dizel yakıt miktarının kontrol edilmesi verimli sonuçlar elde edilmemesine neden olur. Sonuç olarak püskürtülen dizel yakıt miktarını etkin bir biçimde kontrol eden bir yapıya hala gereksinim duyulmaktadır.
- 15 Ayrıca motora gönderilen gaz miktarının kontrol edilmesi de büyük önem taşımaktadır. Temel amaç motordaki ana yakıt olarak gaz yakıt tüketimiyle güç elde edilmesi olduğundan, motordan beklenen güç oranında gaz miktarının da kontrol edilebilmesi gereklidir. Yukarıda açıklanan TR 2012 04919 ile TR 2013 13251 nolu patent başvuru dokümanlarında açıklanan çözümlerde gaz yakıtın nasıl kontrol edileceğinden de bahsedilmemektedir.
- 20 Dizel motorlarda özellikle de sıkıştırılmalı yanmalı motorlarda sistem büyük miktarlarda hava fazlalığına rağmen sorunsuz olarak çalışabilmektedir. Bu nedenle bu taraz dizel motorlarda motora giren hava miktarı düzenli olarak kontrol edilmez. Bir başka deyişle hava miktarını denetlemek amacıyla sistemde herhangi bir hava kelebeği veya valf gibi bir hava kontrol vasıtası kullanılmaz.
- 25 Ancak buluş konusunda olduğu gibi pilot dizel ateşlemeli çift yakıtlı motorlarda bu durum farklılık arz etmektedir. Hava miktarının fazla, gaz yakıt miktarının az olduğu düşük yük durumlarında hava-yakıt karışımının yanma hızı düşer, hatta çoğunlukla tam olarak yanma gerçekleşmez. Bunun sonucunda büyük oranda yanmamış yakıt ve kötü yanma sonucu ortaya çıkan zararlı duman ve kurum egzozdan atılır. Bu nedenle egzozdaki HC (Hidrokarbon) ve CO (Karbonmonoksit) emisyonlarının çevre için belirlenen sınırların üzerine çıkar. Sonuç olarak motora giren hava 30 miktarının da kontrol altında tutulması gereklidir.

Yukarıda belirtilen üç adet patent dokümanının yanında önceden atıf yapılan TR 2008 00750, TR 2012 04919, TR 2013 13251, W02008064415, US20140041633A1, US20130054116, US7225763,

US7019626 nolu patent dokümanlarında açıklanan çözümlerin hiçbirinde motora giren hava miktarının kontrol edildiğine dair bir bilgiye rastlanmamıştır.

Motora giden havanın kontrol edilmemesinin getireceği olumsuz en önemli sonuçlar kısmi yüklerde verimsiz çalışma ile yüksek HC ve CO emisyonlarıdır.

- 5 Aynı biçimde gaz yakıtın motora giren hava ile karıştırılma ve silindirlere gönderilme yöntemi de sistemin verimli ve güvenli çalışması için önemlidir. US7225763 patent dokümanında açıklanan sistemde gaz yakıt motora turbo girişinden verilmektedir. Dolayısıyla sıcak turbonun iç hacmi, hava boruları, intercooler ve emme manifoldu tümüyle yanıcı gazla dolar. Normal şartlarda belirtilen bu bölümlerden basınçlı hava geçtiğinden sızdırmazlıkları yanıcı gaz taşımaya uygun değildir. Bundan
10 dolayı bu bölümlerin yanıcı gazla dolması sonucu gaz sızıntılarının yaşanması mümkündür. Buda arkasından patlama ve yangın tehlikelerini beraberinde getirir.

- US20120266846, US20120310509, US20120210988, TR 2013 13251, TR 2012 04919, W02008064415, US20140041633, US20130054116, US7019626 dokümanlarında sistemlerde gaz yakıt motora emme manifoldu girişinden verildiği, yakıt miktarının ise gaz enjektörleri veya oransal
15 vana kontrol edildiğinden bahsedilmektedir. Bu sistemlerde tüm emme manifoldu hava-gaz karışımı ile sürekli dolu olduğundan, dizel motorlarda ilave soğutma ve doğal süpürme için geniş açılı tutulan supap bindirme zamanında bu karışımın bir kısmı emme supabından geçip egzozdan dışarı atılır. Bu durum önemli ölçüde verimsiz çalışmaya ve atıklar nedeniyle çevre kirliliğine neden olur. Aynı zamanda egzoz içinde de patlamaya neden olduğundan katalizör, DPF, lambda sensörü gibi
20 hassas parçaların arızalanmasına sebep olabilir. Ayrıca bu sistemlerde her silindire eşit miktarda ve hassas ölçüde gaz gönderimi mümkün değildir. Egzoz fren sistemi ve EGR sistemi egzoz da oluşan sıcak gazları ve ayrıca burada oluşan kızgın kurum parçacıklarını yanıcı gazla dolu emme manifolduna geri basarlar. Bu durum ciddi bir patlama ve yangın tehlikesine sebep olur. Sonuç olarak bu risk ve problemlerin oluşmadığı bir motor sistemine önemli ölçüde ihtiyaç bulunmaktadır.

- 25 Bunlara ek olarak önceki teknik çözümlerinde yer alan sistemlerin çift yakıtlı çalışmaları sırasında özellikle de tam yük durumlarında yanma odasında ani basınç dalgalanmaları nedeniyle motorda vuruntu olarak tabir edilen istem dışı çalışma dengesizlikleri meydana gelir. Söz konusu vuruntu motor ömrünün kılmasına, öngörülen süreden daha kısa sürede yıpranmasına ve beklenmeyen zamanlarda sorun oluşturmaya neden olduğu gibi çalışma verimini de önemli ölçüde düşürür.
30 Bazı sistemlerde bahsedilen vuruntunun varlığını tespit eden bir piezoelektrik vuruntu sensörü (knock sensor) bulunur. Böylece vuruntunun varlığı bir vuruntu kontrol sistemi ile algılanarak gerekli önlemler alınır ve otomatik olarak sistemin çalışması düzenli hale getirilir.

Mevcut teknikte dizel motorlar yakıt besleme sistemlerine göre mekanik pompalı yakıt besleme sistemli motorlar ve elektronik kontrollü common-rail veya birim pompa enjektörlü yakıt besleme sistemli motorlar olmak üzere iki grupta incelenebilir. Çift yakıt sisteminin bahsedilen iki dizel motor türüne de uygulanabilmesi endüstriyel açıdan daha geniş bir kullanım alanı bulunması anlamı taşımaktadır. US20120266846 , US20120310509 , US20120210988 nolu patent dokümanlarında açıklanan çözümler genel olarak böyle sistemlerden bahsederken mekanik pompalı yakıt besleme sistemli motorlara uygulanabilir olmamaları çözümlerin en büyük yetersizliğidir. TR 2008 00750, US7019626 nolu patent dokümanları da genel olarak mekanik kontrollü sistemlere uygulanabilirliği açıklanırken bunların elektronik kontrollü common-rail veya birim pompa enjektörlü yakıt besleme sistemli motorlara uygulanması mümkün görünmemektedir. Sonuç olarak mekanik ya da elektronik yakıt besleme sistemine sahip tüm motor tiplerine uygulanabilir olan bir çift yakıtlı motor sistemlerine ihtiyaç sürmektedir.

Buluşun Amacı ve Kısa Açıklaması

Buluşun amacı dizel yakıt kullanan motorlar üzerinde ilave donanım ve değişiklikler yapılarak ana yakıt olarak CNG, LNG, LPG, hidrojen gibi herhangi türdeki gaz yakıtlardan birini kullanırken bunun yanında yanmayı başlatıcı ve yardımcı yakıt olarak dizel yakıtı kullanabilen, her iki yakıtı da aynı anda yakabilen bir çift yakıtlı motor ortaya koymaktır.

Buluşun bir başka amacı hali hazırdaki common-rail veya mekanik pompalı yakıt besleme sistemine sahip sıkıştırılmalı patlamalı dizel motor sistemlerinde değişiklik ve ilaveler yapılmasıyla motorun ana yakıt olarak CNG, LNG, LPG, hidrojen gibi gaz yakıtlardan herhangi birini yakabilmesini ve ayrıca dizel yakıtı başlatıcı yardımcı yakıt olarak kullanabilmesini sağlayan bir motor sistemi ve söz konusu sistem elemanlarının bir birleriyle etkileşimi sonucu verimli, ekonomik ve çevreye duyarlı bir çalışmanın elde edildiği bir motor çalışma yöntemi geliştirmektir.

Buluşun bir başka amacı ana yakıt olarak dizel yakıt kullanan, common-rail (elektronik) veya mekanik pompalı yakıt besleme sistemine sahip sıkıştırılmalı patlamalı dizel motorların, ana yakıt olarak CNG, LNG, LPG veya hidrojen gazlarından birini, buna ilave yanmayı başlatıcı yardımcı yakıt olarak da dizel yakıtı kullanan, dizel motoru her iki yakıtı da aynı anda yakan çift yakıtlı motor haline dönüştüren, daha pahalı ve zararlı egzoz emisyonları olan dizel yakıt sarfiyatını düşürerek yerine daha ucuz ve temiz olan gaz yakıtı ana enerji kaynağı haline getirerek yakıt ekonomisi ve daha düşük egzoz emisyon değerleri amaçlayan bir sistem oluşturmaktır.

Şekillerin Kısa Açıklaması

Şekil 1 de buluş konusu elektronik dizel sistemli çift yakıtlı motoru oluşturan sistem elemanları ve bunlar arasındaki etkileşimi gösteren şematik bir diyagram verilmektedir.

5 Şekil 2 de buluş konusu mekanik dizel sistemli çift yakıtlı motoru oluşturan sistem elemanları ve bunlar arasındaki etkileşimi gösteren şematik bir diyagram verilmektedir.

Şekil 3 de buluş konusu çift yakıtlı motor sistemine ait gaz püskürtme borusunun yapısını betimleyen perspektif bir görünüm sunulmaktadır.

Şekil 4 de buluş konusu çift yakıtlı motor sistemine ait dizel yakıt kontrol sisteminin şematik görünümü verilmektedir.

10 Referans Numaraları

1. Gaz yakıt tüpü
2. Elektrovana
3. Elektronik manometre
4. Basınç regülatörü
5. Filtre
6. Basınç ve sıcaklık sensörü
7. Gaz enjektörleri
8. Gaz hortumları
9. Emme manifoldu
10. Gaz püskürtme borusu
11. Gaz EKÜ sü (Elektronik Kontrol Ünitesi)
12. Dizel EKÜ sü (Elektronik Kontrol Ünitesi)
13. Silindir
14. Emme supabı
15. Hava emme kanalı
16. Gaz pedalı pozisyon sensörü
17. Kamşaft pozisyon sensörü
18. Krankşaft pozisyon sensörü
19. Piston
20. Egzoz supabı
21. Dizel yakıt tankı
22. Dizel yakıt pompası

23. Dizel yakıt basınç sensörü
24. Manifold basınç sensörü
25. Dizel enjektörü
26. Stop kolu
27. Servo kontrollü motor
28. Yakıt seçici anahtar
29. Vuruntu sensörü
30. Servo motorlu hava kontrol kelebek vanası
31. Geniş bant lambda sensörü
32. Oksidasyon katalizörü
34. Gaz püskürtme delikleri
100. Gaz pedalı pozisyon sensörü sinyali
101. Dizel yakıt basınç sensörü sinyali
102. Manifold basınç sensörü sinyali
110. Dizel enjektörü açma süresi sinyalini
200. Gaz EKÜ sü tarafından değiştirilmiş gaz pedalı pozisyon sensörü sinyali
201. Gaz EKÜ sü tarafından değiştirilmiş dizel yakıt basınç sensörü sinyali
202. Gaz EKÜ sü tarafından değiştirilmiş manifold basınç sensörü sinyali

Buluşun Detaylı Açıklaması

- Şekil 1 deki elektronik dizel yakıt sistemli çift yakıtlı motorda görüldüğü gibi motorun tahrik gücünü teşkil eden temel yakıt olan ve basınca dayanıklı bir gaz yakıt tüpünde (1) depo edilen gaz yakıt bir emniyet elektro vanasından (2) geçirilerek sisteme beslenir. Bahsedilen emniyet elektro vanasıyla (2) bahsedilen gaz yakıt tüpünden (1) alınan gaz yakıt bir elektronik manometre (3) üzerinden geçerek bir basınç regülatörüne (düzenleyici) (4) uygulanır. Bahsedilen elektronik manometre (3) basınç sinyalini elektriksel sinyale çevirir ve şekil 1 de görüldüğü gibi söz konusu elektriksel işareti gaz EKÜ süne (Elektronik Kontrol Ünitesi) (11) gönderir. Elektronik manometrenin (3) görevi bahsedilen gaz yakıt tüpündeki (1) yakıt miktarını gaz EKÜ süne (11) bildirmektir. Gaz basıncı ile miktarı arasında doğru orantılı bir ilişki olduğundan gaz EKÜ sü (11) manometreden (3) gelen işareti işleyerek bir yakıt seçici anahtara (28) iletir. Bahsedilen yakıt seçici anahtar (28) ise tercihen üzerinde yer alan ışıklı bir gösterge ile gaz yakıt tüpündeki (1) gaz miktarını sürücüye bildirir. Bahsedilen yakıt seçici anahtarın (28) görevi araç kullanıcısına tek yakıt dizel çalışma veya çift yakıt dizel ve gaz çalışma sistemleri arasında seçim yapma imkanı sunmasıdır.
- 15 Bahsedilen basınç regülatörü (4) çıkışında elde edilen gaz bir filtreden (5) ve bir gaz basınç ve sıcaklık sensöründen (6) geçirilerek gaz enjektörlerine (7) ulaşır. Bahsedilen gaz enjektörlerinin (7)

her biri tepki süreleri çok kısa olan özel elektro vanalardır. Gaz EKÜ sünden (11) alınan sinyallere göre gaz enjektörleri (7) gaz yakıtı yol vermekte veya gaz yolunu kesmektedir.

Motor bilinen dizel motorlarda olduğu gibi silindir (13), piston, enjektör gibi bilinen elemanlar ihtiva etmektedir.

- 5 Gaz enjektörünün (7) silindire (13) ileteceği gaz miktarı, gaz enjektörüne (7) uygulanan işaretin süresiyle kontrol edilir. Her bir silindire (13) karşılık bir veya iki adet gaz enjektörü (7) bulunmaktadır. Böylece her bir silindire (13) ilişkin gaz enjektörü (7) diğerlerinden bağımsız bir biçimde kontrol edilebilmektedir.

- 10 Buluş konusu tahrik sistemine özel olarak geliştirilen gaz püskürtme borusunun (10) temel yapısı şekil 3 de sunulmaktadır. Gaz enjektörlerinden (7) çıkan gaz yakıt, gaz hortumlarıyla (8) bahsedilen gaz püskürtme borularına (10) taşınır. Şekil 3 de görülen gaz püskürtme borusu (10) gaz yakıtın hava ile karışımını sağlamak üzere uç kısmında çok sayıda küçük gaz püskürtme deliği (34) bulunan bir borudur. Gaz enjektörlerinden (7) çıkan gaz yakıt gaz hortumlarından (8) geçerek bahsedilen gaz püskürtme borusunun (10) bir ucundan girerek küçük gaz püskürtme deliklerinin (34) yer aldığı diğer ucundan püskürtülür. Gaz püskürtme borusu (10) metal veya plastik olabilir.

- 20 Şekil 1 de görüldüğü gibi motordaki silindir sayısı kadar gaz püskürtme borusu (10) kullanılır. Gaz püskürtme borusunun (10) konumlandırılması için emme manifoldu (9) delinir borunun geçişi kadar bir açıklık oluşturulur. Emme manifoldunda (9) her bir gaz püskürtme borusu (10) gaz püskürtme deliklerinin (34) bulunduğu uç kısmı hava emme kanalına (15) girecek ve emme supabına (14) yakın olacak biçimde konumlandırılır. Gaz püskürtme borusu (10) gaz yakıtı bağlı olduğu silindirin emme supabına (14) en yakın noktaya taşımakla ve aynı zamanda uç kısmındaki küçük gaz püskürtme delikleri (34) gaz yakıtı emme havası içine homojen bir biçimde karıştırmakla görevlidir. Böylece püskürtülen gaz yakıtın yalnızca bağlı olduğu silindire (13) ulaşarak hava ile homojen bir biçimde karışması sağlanırken gazın diğer silindirlerin emme havasına karışması önlenir.

- 25 Püskürtülecek gaz miktarı gaz EKÜ sü (11) tarafından gaz enjektörlerine (7) gönderilen işaretle kontrol edilir. Bir gaz pedalı pozisyon sensörü (16) araç sürücüsünün gaz pedalına uyguladığı baskının miktarıyla ilişkili bir elektriksel işaret üretir. Sürücünün gaza basma miktarı araçtan dolayısıyla motordan istenen güç talebiyle orantılıdır. Aynı biçimde motordan elde edilecek güç miktarı da yanmak üzere püskürtülen gaz yakıt miktarıyla orantılıdır. Bahsedilen gaz pedalı pozisyon sensörü (16) sürücünün güç talebini gaz EKÜ süne (11) bildirir. Gaz EKÜ sü (11) aldığı bu bilgi ile birlikte basınç sıcaklık sensörü (6), manifold basınç sensörü (24), krankşaft pozisyon sensörü (18) ve geniş bant lambda sensöründen (31) aldığı bilgileri de kullanarak motora

gönderilecek gaz miktarını belirler. Bunun için gazı gönderecek olan gaz enjektörlerinin (7) açık kalma sürelerine de karar verir.

Gaz enjektörünün (7) bağlı olduğu silindire (13) gaz yakıtı püskürtmeye başlama zamanı da gaz EKÜ sü (11) tarafından kontrol edilir. Gaz EKÜ sü (11) söz konusu zamanlamayı kontrol ederken 5 krankşaft pozisyon sensörü (18) ve kamşaft pozisyon sensörü (17) işaretlerini kullanır. Böylece motorun her bir pistonunun (19) hangi açılarda ve hangi konumlarda (zamanlarda) olduğu gaz EKÜ sü (11) tarafından izlenir. Gaz püskürtme kontrolü yapılan silindirin (13) pistonu (19) emme üst ölü noktasını 10 – 40 derece geçtiğinde, egzoz supabı (20) kapalı, emme supabı (14) açılma pozisyonunda olduğu ve aynı zamanda hava emme kanalında (15) silindirin (13) içine doğru emme 10 hava akımının güçlendiği an gaz yakıtın püskürtülmesi için en uygun zamandır. Bahsedilen sensörlerden aldığı bilgiler doğrultusunda bu anı tespit eden gaz EKÜ sü (11) püskürtmeyi başlatmak üzere ilgili silindirin gaz enjektörüne (7) püskürtme işareti gönderir. Böylece püskürtülen tüm gaz yakıtın hemen silindirlere (13) dolması sağlanır. Ayrıca püskürtülen gaz yakıtın ortak emme manifolduna (9) dağılması ve diğer silindirlerin hava emme kanallarına (15) karışması 15 engellenirken, her silindire eşit ve istenilen miktarda gaz hassas olarak uygulanır. Bunlara ek olarak, gaz egzoz supabı (20) kapalıyken püskürtüldüğünden yanmamış kıymetli hava-gaz karışımının egzoz kaçağı sonucu israf olması engellenir. Aksi halde emme ve egzoz supaplarının (14, 20) her ikisinin de açık olduğu "supap çakışması" olarak tabir edilen zamanda hava emme kanalından (15) giren karışımın bir kısmı egzoz supabından (20) geçerek dışarı 20 atılacaktır.

Buluş konusu sistemin dizel yakıtla ilgili kısmında ise yine şekil 1 de görüldüğü gibi dizel yakıt tankında (21) depolanan dizel yakıt, yüksek basınç dizel yakıt pompasına (22) iletilir. Basıncı yükseltile dizel yakıt dizel enjektörlerine (25) veya önce bir yakıt kütüğü üzerinden enjektörlere (25) gönderilir. Dizel enjektörleri (25) elektronik veya mekanik kontrollü olabilirler. Mekanik kontrollü 25 enjektörlere (25) ve dizel yakıt pompasına (22) sahip sistemlere, mekanik pompa enjektörlü yakıt besleme sistemleri denir. Böyle sistemlerde dizel enjektörünün (25) yakıt püskürtme başlangıç zamanı ve püskürteceği yakıt miktarı, dizel yakıt pompası (22) tarafından mekanik olarak kontrol edilir. Elektronik kontrollü dizel enjektörlere (25) ve dizel yüksek basınç pompasına sahip sistemler "common-rail püskürtme sistemi" veya " birim pompa-enjektör sistemi " diye adlandırılır ve bu 30 sistemlerde yakıt püskürtme başlangıç zamanı ve püskürteceği yakıt miktarı dizel EKÜ'sü (12) tarafından elektronik olarak kontrol edilir. Her durumda dizel enjektörlerinden (25) püskürtülen dizel yakıt miktarı, gaz EKÜ'sü (11) tarafından kontrol edilmeli ve sadece silindirlere alınan hava ve gaz karışımını ateşleyebilecek miktara düşürülmelidir. Bunun için elektronik kontrollü dizel sistemlerde, dizel sisteme ait bazı sensörlerin sinyalleri gaz EKÜ sü (11) tarafından değiştirilir veya taklit edilerek

dizel EKÜ süne (12) gönderilir. Dizel EKÜ'sü (12), motora gönderilecek dizel yakıt miktarına karar vermek için gaz pedalı pozisyon sensörü (16), manifold basınç sensörü (24), dizel yakıt basınç sensörü (23) sinyallerini ana parametreler olarak kullanır. Bunun yanında diğer sensörlerden de bilgi alabilir. Bu sinyalleri kullanarak motora gönderilecek yakıt miktarını belirler ve buradan da dizel enjektörüne (25) belli bir anda ve sürede enjeksiyon sinyali gönderir.

Şekil 4 de görülen dizel yakıt kontrol sisteminde sensörlerden alınan işaretler ve bunlar arasındaki ilişki aşağıdaki gibi tanımlanabilir.

Sadece dizel ile çalışmada, dizel enjektörüne gönderilen açma sinyal süresi (110)

$$T_{açma} = F_{(X,Y,Z)}$$

fonksiyonuyla ifade edilebilir. Burada X gaz pedalı pozisyon sensörü sinyali (100), X' gaz EKÜ'sü tarafından değiştirilmiş gaz pedalı pozisyon sensörü sinyali (200), Y dizel yakıt basınç sensörü sinyali (101), Y' gaz EKÜ'sü tarafından değiştirilmiş dizel yakıt basınç sensörü sinyali (201), Z manifold basınç sensörü sinyali (102) ve Z' gaz EKÜ'sü (11) tarafından değiştirilmiş manifold basınç sensörü sinyalini (202) ifade etmektedir.

Çift yakıtlı çalışmada ise dizel EKÜ süne (12) değiştirilmiş sinyaller gönderilerek

$$T'_{açma} = F_{(X',Y',Z')}$$

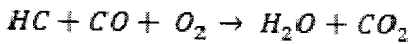
fonksiyonu elde edilir. Burada X', Y' ve Z' değişkenleri gaz EKÜ'sü (11) tarafından oluşturulduğu ve kontrol edildiği için dizel enjektörünün (25) açma süresi ($T'_{açma}$) (110) de gaz EKÜ'sü tarafından kontrol edilmiş olur. Geri besleme sinyali olarak dizel enjektörü açma süresi sinyali (110), gaz EKÜ süne (11) girilir. Dizel enjektörü açma süresi sinyalini (110) alan gaz EKÜ'sü (11) devir ve eksantrik sensör sinyallerini (18, 17) de alarak dizel yakıt miktarını kapalı çevrim kontrol sistemiyle kontrol etmiş olur. Bu kontrol, dizel enjektörü açma süresi sinyalini (110), gaz EKÜ'süne (11) girmeden, açık çevrim olarak da yapılabilir. Bu kontrol esnasında gaz EKÜ'sü (11), gaz pedalı pozisyon sensörü sinyali (100), dizel yakıt basınç sensörü sinyali (101), manifold basınç sensörü sinyalinden (102) en az birini kullanabilir. Ancak bu durum motordan motora değişiklik gösterebilir.

Şekil 2 de mekanik kontrollü dizel püskürtme sistemlerinde mevcut buluşa ilişkin yapılanma betimlenmektedir. Burada sistem mekanik kontrollü olduğundan elektronik işaretler bulunmaz. Böyle sistemlerde dizel yakıt pompasının (22) üzerindeki stop koluna (26) servo kontrollü motor (27) bağlanır. Yakıt akışını keserek motoru durdurmada kullanılan stop kolu (26) belli kademelerde dizel yakıtı azaltmak veya sınırlamak için de kullanılabilir. Servo kontrollü motor (27) gaz EKÜ'sü

(11) tarafından belli konumlara getirilerek dizel yakıt kontrol edilir. Tek dizel yakıtlı çalışmada, servo kontrollu motor (27) stop kolunu (26) yakıtı sınırlamayacak yani yakıt geçişine izin verecek pozisyonda tutar. Stop kolunu (26) tahrik etmek için lineer aktüatör, hidrolik veya pnömatik kontrollu pistonlar, mekanik konum değiştirici ve tutucu sıkma parçaları kullanılabilir veya tüm anlatılan bu kontrol stop kolu (26) yerine dizel pompanın yakıtı kontrol etmeye yarayan gaz kolu ile de yapılabilir.

Çift yakıtlı çalışmada iyi bir verim alınabilmesi için yanmada kullanılmak üzere motora giren hava miktarı da kontrol edilmelidir. Şekil 1 de görüldüğü gibi çift yakıtlı motorlar, hava fazlalık katsayısının 1.5 civarında olduğu şartlarda en verimli çalışmaktadır. 1.5 dan büyük olması halinde motora giren hava miktarı fazla, yanma yavaş ve verimsiz, motor güçsüzdür. 1.5 dan küçük değerlerde ise hava azlığı sebebiyle yanma verimsiz ve vuruntulu, silindir içi basınçlar şiddetli ve motor sıcaklığı sınırların üzerinde olabilir. Hava fazlalık katsayısını ölçmek için egzoz borusu üzerine konumlandırılmış geniş bant lambda sensörü (31) kullanılır. Gaz EKÜ sü (11), geniş bant lambda sensöründen (31) gelen hava fazlalık katsayısı sinyaline göre servo motorlu hava kontrol kelebeği vanası (30) ile motora giren hava miktarını oransal olarak kapalı çevrim kontrol eder. Servo motorlu hava kontrol kelebeği vanası (30) motorun hava girişine bağlanmış, hava giriş borusunun kesit alanını içerisindeki servo motor milinden tahrik alan bir kelebek ile daraltıp genişletebilen ve bu sayede motora giren hava miktarını kısıp açabilen bir oransal servo vanadır. Gaz EKÜ sü (11) hava fazlalık katsayısının değeri sürekli 1.5 olacak şekilde servo motorlu hava kontrol kelebeği (30) vasıtasıyla motora giren hava miktarını ayarlar. Bu kontrol geniş bant lambda sensörü (31) olmadan da açık çevrim mantığıyla çalıştırılabilir. Tek dizel çalışmada kelebek tam açık pozisyonda tutularak hava girişine hiçbir engel uygulanmaz.

Egzozdan çıkan hidrokarbon (HC) ve karbonmonoksit (CO) emisyon değerlerini azaltmak için egzoz çıkışına oksidasyon katalizörü (32) bağlanır. Bu katalizör şu kimyasal reaksiyonu gerçekleştirir:



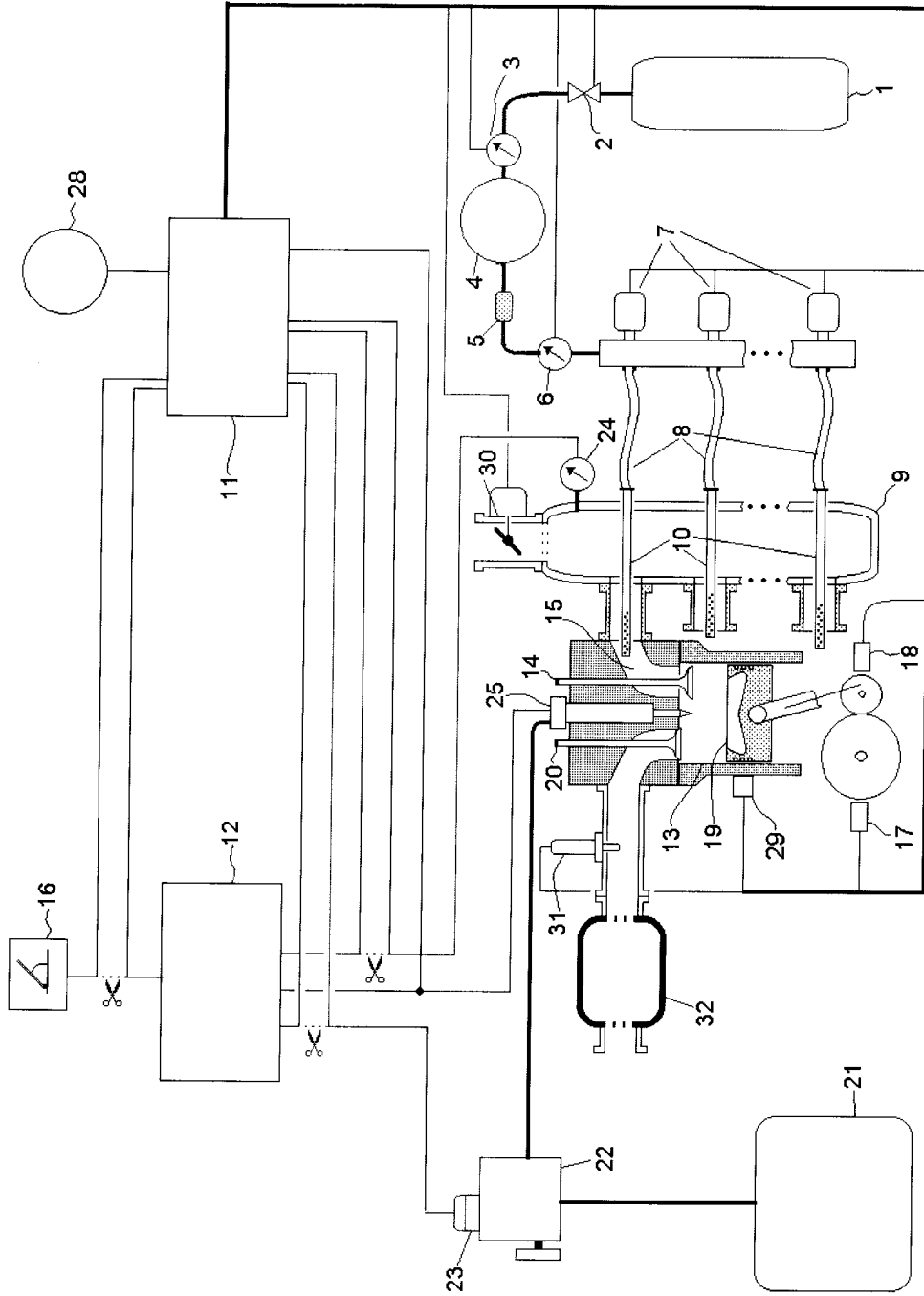
Böylece doğaya HC ve CO gibi zehirli gazlar yerine su buharı ve CO_2 gibi görece daha az zararlı gaz atılır.

Yakıt seçici anahtar (28) ile sistem istendiği zaman tek yakıt dizel çalışmaya döndürülür ve istendiği zaman çift yakıt dizel-gaz çalışma şekline geçirilir. Çift yakıt dizel-gaz sistemi çalışırken gaz basınç ve sıcaklık sensöründen (6) gelen gaz basınç değeri kritik bir alt değerden daha düşük ise gaz yakıt tüpündeki (1) gazın bittiğine veya bir arıza neticesinde yeterli gaz beslemesinin

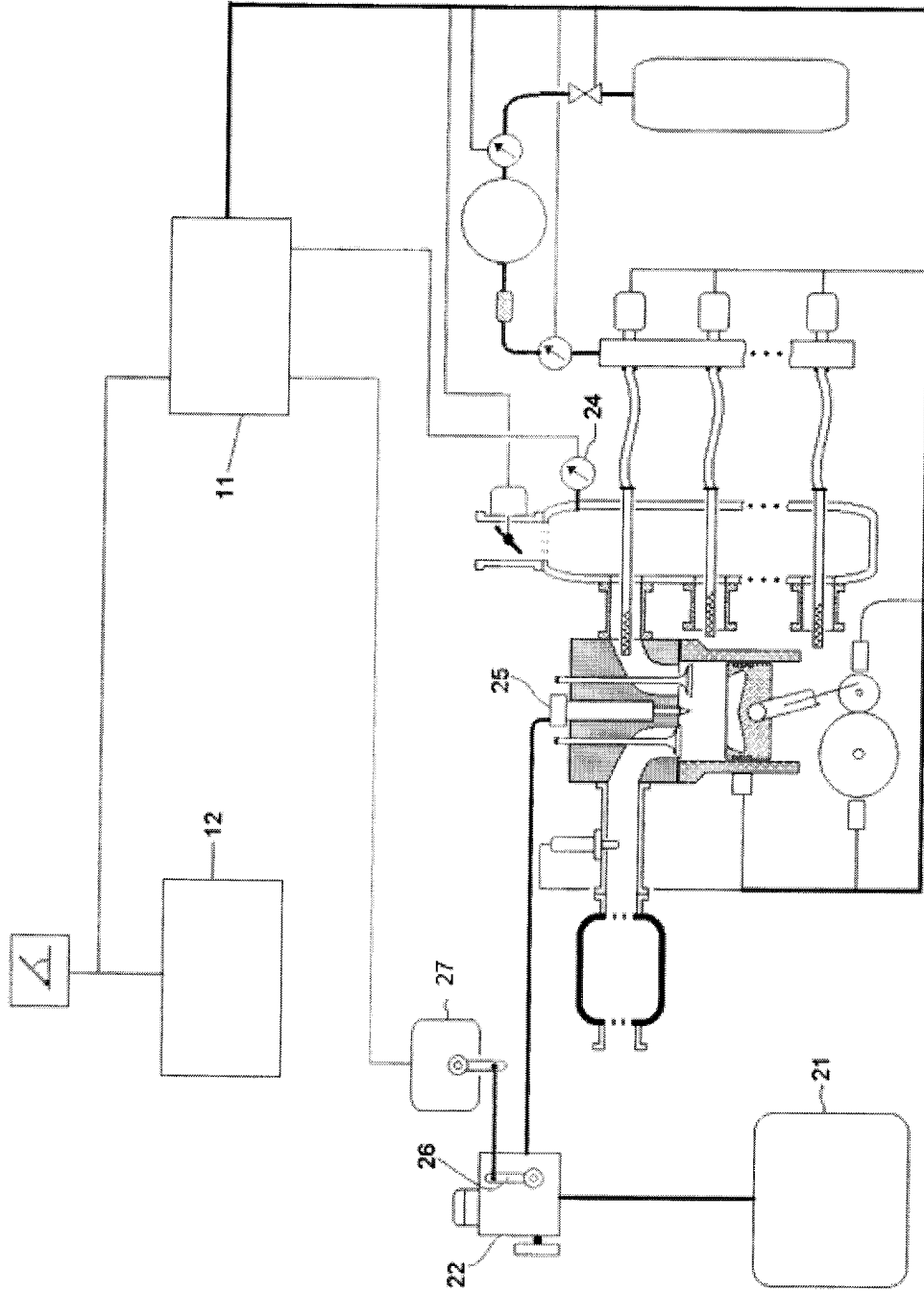
yapılamadığını tespit eden gaz EKÜ sü (11) sistemi otomatik olarak tek yakıt dizel çalışma şekline alarak gaz valflerini (2) kapatır. Sürücüye bu aksaklıktan dolayı sesli veya görüntülü ikaz verir.

5 Motorun metal gövdesine bağlanan bir piezoelektrik vuruntu sensörü (29) ya da diğer adıyla knock sensörü, motordan gelen, yanma olayından kaynaklı sesleri elektriksel sinyale çevirerek gaz EKÜ süne (11) gönderir. Motordan gelen sesler arttığı zaman özellikle de kötü yanmadan kaynaklanan vuruntu ve detanasyon başladığı zaman sinyal seviyesi de yükselir ve gaz EKÜ sü (11) bu durumu engellemek adına gaz yakıt miktarını azaltarak dizel yakıt miktarını artırır. Vuruntu kesilinceye kadar kademeli olarak bunu yapar. Vuruntu kesildikten sonra yakıt oranlarını kademeli olarak eski durumuna getirir. Bu şekilde motorun vurutudan kaynaklı hasar görmesi önlenir.

10 Sistem, gaz EKÜ'sü (11) üzerinden bir ara kablo aracılığı ile bilgisayara bağlanır. Bilgisayardaki özel yazılım ile hata kayıtları, anlık sensör ve çalışma değerleri gözlemlenebilir. Kalibrasyon ve uyarılama işlemleri yapılabilir.

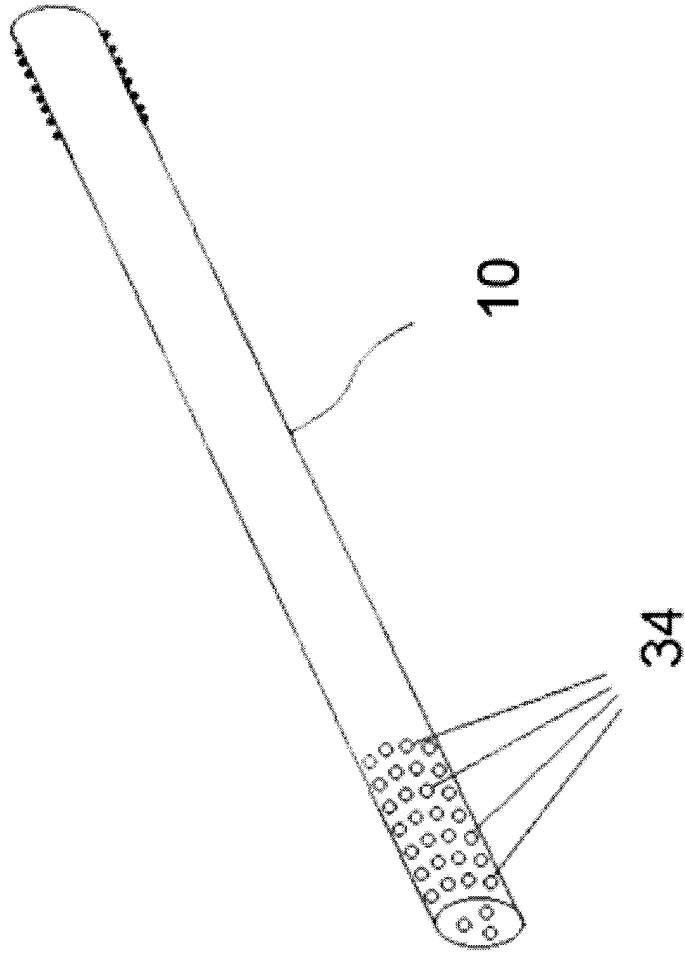


Şekil 1

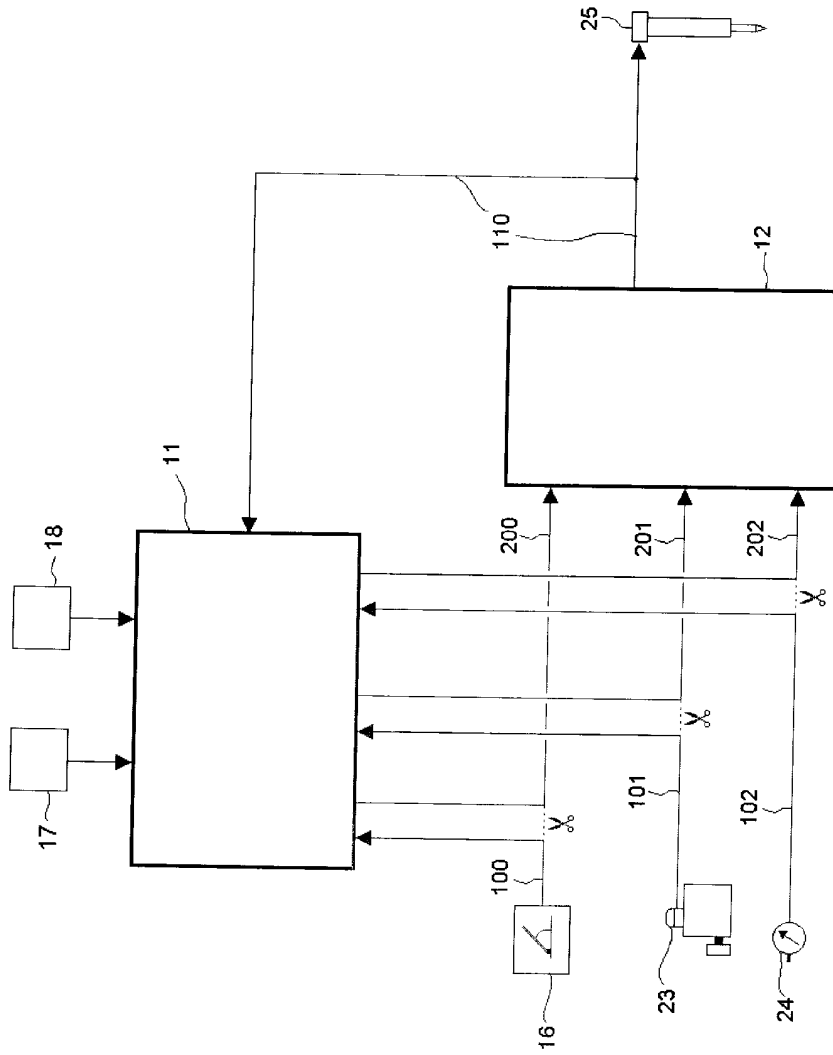


Şekil 2

3/4



Şekil 3



Şekil 4