T.C.

ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

HİDROSTATİK TAHRİKLİ, ÇOK AMAÇLI HAVAALANI YER HİZMET ARACI TASARIMI VE PROTOTİP İMALATI

Burak ALTAN

Doç. Dr. Kadir ÇAVDAR

(Danışman)

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MAKİNA MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI

BURSA – 2012

Her Hakkı Saklıdır

TEZ ONAYI

Burak ALTAN tarafından hazırlanan "Hidrostatik Tahrikli, Çok Amaçlı Yer Hizmet Aracı Tasarımı ve Prototip İmalatı" adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makina Mühendisliği Anabilim Dalı'nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Danışman **:** Doç. Dr. Kadir ÇAVDAR

Başkan **:** Doç. Dr. Kadir ÇAVDAR
Uludağ Üniversitesi Müh. Mim. Fakültesi,
Makine Mühendisliği Anabilim Dalı

Üye **:** Yrd. Doç. Dr. Erol SOLMAZ
Uludağ Üniversitesi Müh. Mim. Fakültesi,
Otomotiv Mühendisliği Anabilim Dalı

Üye **:** Yrd. Doç. Dr. Fatih KARPAT
Uludağ Üniversitesi Müh. Mim. Fakültesi,
Makine Mühendisliği Anabilim Dalı

Yukarıdaki sonucu onaylarım

Prof. Dr. Kadri ARSLAN

Enstitü Müdürü

23/05/2012

U.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmasında;

- tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- ve bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı

beyan ederim.

23.05.2012

İmza

Burak ALTAN

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

HİDROSTATİK TAHRİKLİ, ÇOK AMAÇLI HAVAALANI YER HİZMET ARACI TASARIMI VE PROTOTİP İMALATI

Burak ALTAN

Uludağ Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Makina Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Kadir ÇAVDAR

Bu çalışmada; havaalanları yer hizmetlerinde kullanılan merdiven aracının bilgisayar destekli tasarımı ve analizinin ardından imalatı hedeflenmiştir. Oldukça uzun bir süreç olan bu çalışmada metodik Konstrüksiyon çalışma prensibi benimsenerek eş zamanlı mühendislik yaklaşımları kullanılmıştır.

Merdiveni nakleden araç olarak genelde standart kamyon veya kamyonetler kullanılmaktadır. Bu çalışmada merdiven nakil aracının hidrostatik tahrik ile çalıştırılmasına karar verilmiş olup tüm aracın tasarımı proje çerçevesinde gerçekleştirilmiştir. Tasarımlar sonlu elemanlar analizleri ile doğrulandıktan sonra aracın imalatı gerçekleştirilmiştir. İmalatın ardından aracın standart ve şartnameler uygunluğu için de denemeler yapılmıştır. Araç başarı ile kullanıma uygun hale getirilmiştir.

Bu çalışma; Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı SANTEZ Programı tarafından 00575.STZ.2010-1 kodu ile desteklenmiştir. Aracın tasarımı, imalatı ve denemeleri de projenin paydaşı olan LT Endüstriyel Sistemler San. ve Dış. Tic. Ltd. Şti.'nde gerçekleştirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: tasarım, havaalanı merdiven aracı, analiz, imalat, eş zamanlı mühendislik, hidrostatik tahrik

2012, x +77 sayfa

ABSTRACT

MSc Thesis

DESIGN AND PROTOTYPE PRODUCTION OF THE MULTI-PURPOSE VEHICLE WITH HYDROSTATIC DRIVE FOR AIRPORT GROUND HANDLING SERVICES

Burak ALTAN

Uludağ University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Mechanical Engineering

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Kadir ÇAVDAR

In this study; it target that manufacture the passengers steps truck after design and analysis with computer programs. The Study that it took long term; concurrent engineering approach used with to be accepted methodical design methods.

Standard truck or pickups usually uses for transport the steps. It has been decided in this study that passenger steps truck running with hydrostatic drive and the whole design carried out within the project. After designs confirmed with FEM results, the vehicle has been manufactured. After manufacturing, vehicle tested for specification compliance. Vehicle is optimized for use successfully.

This study is supported by science, industry and technology government department with SANTEZ program which code is 00575.STZ.2010-1. Passenger steps truck's design, production and essay actualized by LT Endüstriyel Sistemler San. and Dış. Tic. Ltd. Şti that is project's shareholder.

Key words: design, airport passenger steps truck, analyse, production, concurrent engineering, hydrostatic drive

2012, x+77 page

ÖNSÖZ

Tez çalışması; Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı SANTEZ Proje Destekleri kapsamında desteklenmiş ve LT End. Sist. Ltd. Şti.'nde uygulama imkânı olmuştur.

Projenin başlangıç amaçları arasında şunlar sayılabilir:

- Proje yüklenicisi firmanın akademik kurumlarla işbirliği içerisinde bilimsel test ve deneyler yaparak ürün kalitesini ve standardını yükseltmek ve üretim maliyetlerini düşürmek,
- Havaalanı yer hizmet araçları konusunda yeni üretim teknolojileri geliştirerek verimliliği ve üretim kalitesini arttırmak,
- Firma ve üniversitede Ar-Ge yeterliliklerini yükseltmek, yeni donanım ve imalat yeteneklerine sahip olmak,
- Proje sonunda ortaya konacak olan ürün sayesinde nitelikli işgücü istihdamını arttırmak,
- Proje konusu aracın ülkeye ithalatını azaltmak ve yerli malı araçları ihraç etmek.

Bu amaçların bir kısmına ulaşılmış, kalanları için de firma bazında çalışmalara devam edilmektedir.

Başarı ile tamamlanan çalışmada destekleri için öncelikle Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı SANTEZ Proje Destekleri Birimi çalışanlarına ve uzun ve yorucu bir periyod olan proje çalışmaları esnasında her türlü desteğini gördüğüm LT Endüstriyel Sistemler Ltd. Şti. çalışanlarına şükranlarımı sunarım.

Burak ALTAN

23.05.2012

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET.....iv

ABSTRACT.....v

ÖNSÖZ vi

İÇİNDEKİLER vii

ŞEKİLLER DİZİNİ.....ix

1. GİRİŞ 1

2. KURAMSAL TEMELLER/GENEL BİLGİLER.....3

2.1 Metodik Konstrüksiyon Yaklaşımı 4

2.2 Hidrostatik Tahrik Sistemi 7

3. MATERYAL ve YÖNTEM.....14

3.1 İstek Listesinin Hazırlanması ve Ön Hesaplamalar 14

3.2 Bilgisayar Destekli Tasarım Teknikleri Kullanarak Aracın Tasarımı.....20

3.3 Yapılan Bilgisayar Destekli Analiz Çalışmaları 23

4. BULGULAR.....27

5. SONUÇ 30

EKLER.....31

Ek 1. İstek Listesi (Örnek alınan kısım).....31

Ek 2. Çeşitli Uçak Tipleri İçin Kapı Yükseklikleri (Denge Firma Kataloğu).....34

Ek 3. Araçta Kullanılan Arka Aks Bilgileri (Dana Firma Kataloğu).....36

Ek 4. Araç İçin Seçilen Dizel Motor Bilgileri.....37

Ek 5. Araç İçin Seçilen Hidrolik Motor Bilgileri.....40

Ek 6. Araç İçin Seçilen Hidrolik Pompa Bilgileri.....46

Ek 7. Araç İçin Seçilen Elastik Kavrama Bilgileri.....48
Ek 8. Araç İçin Seçilen Hidrolik Fren Bilgileri.....50
Ek 9. Araç İçin Seçilen Hidrolik Direksiyon Beyni Bilgileri.....58
Ek 10. Havaalanı Merdiven Aracının Elektrik Devre Şeması.....59
Ek 11. Havaalanı Merdiven Aracının Hidrolik Devre Şeması.....67
Ek 12. Havaalanı Merdiven Aracının PLC Devresi.....68
Ek 13. Havaalanı Merdiven Aracının Örnek Fotoğrafları.....69
KAYNAKLAR DİZİNİ.....71
ÖZGEÇMİŞ.....74

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 1. Tipik Bir Uçağa Hizmet Götüren Yer Hizmet Araçları, Kaynak: Denge Firması Kataloğu 1

Şekil 2. Konstrüksiyonda İşlem Adımları 5

Şekil 3. Kapalı Devre Tipi Bir Hidrostatik Tahrik Devresinin Temel Prensibi 8

Şekil 4. Akış Bölücülü Hidrostatik Tahrik Sistemi 9

Şekil 5. Elektronik Kontrollü, Hidrostatik Aks Tahriği 10

Şekil 6. Hidrostatik Tahrik Devre Şeması 11

Şekil 7. Yolcu Merdiveni, Firma: Schechen, Almanya 12

Şekil 8. Yolcu Merdiveni, Firma: Stinar, Amerika 12

Şekil 9. Aracın Lastik Seçimi 14

Şekil 10. Aracın Motor Hesaplarından Örnekler 15

Şekil 11. Aracın Performans Değerlendirmesi için Yapılan Hesap Cetveli 17

Şekil 12. Şasi Hesaplama için Hazırlanan Hesap Cetveli 18

Şekil 13. Aracın Hidrolik Motor Modellemesi ve Yapılan Hesaplar 19

Şekil 14. SolidWorks Programında Tasarımı Yapılan Havaalanı Yer Hizmet Aracı 20

Şekil 15. SolidWorks Programında Tasarımı Yapılan Havaalanı Yer Hizmet Aracı Örnek Parçalar 20

Şekil 16. SolidWorks Programında Tasarımı Yapılan Havaalanı Yer Hizmet Aracı Kabini 21

Şekil 17. SolidWorks Programında Tasarımı Yapılan Havaalanı Yer Hizmet Aracı Merdiveni 21

Şekil 18. SolidWorks Programında Montajı Yapılan Havaalanı Yer Hizmet Aracından Görünüşler 22

Şekil 19. SolidWorks Programında Montajı Yapılan Havaalanı Yer Hizmet Aracından Görünüşler.....22

Şekil 20. Şasi Modeli (mesh).....24

Şekil 21. Şasi Üzerinde Oluşan Gerilmeler.....24

Şekil 22. Aracın Sonlu Elemanlar Analizi İle Yapılan Tasarım Doğrulama Çalışmalarından Örnekler, Şaside Oluşan Yer Değiştirmeler.....25

Şekil 23. Taşıyıcı Ara Akuple Şasi Mukavemet Analizi.....25

Şekil 24. Yolcu Merdiveni Taşıyıcı Şasi Analiz Görünüşü.....26

Şekil 25. Araç Ana Taşıyıcı Şasi Analiz Görünüşü.....26

Şekil 26. Hazırlanan Parça Kodlama Sistemi.....29

Şekil 27. Parça Kodlama Sistemi Elektrik Ekipman Listesi Görünüşü (Seçilmiş bölüm).....29

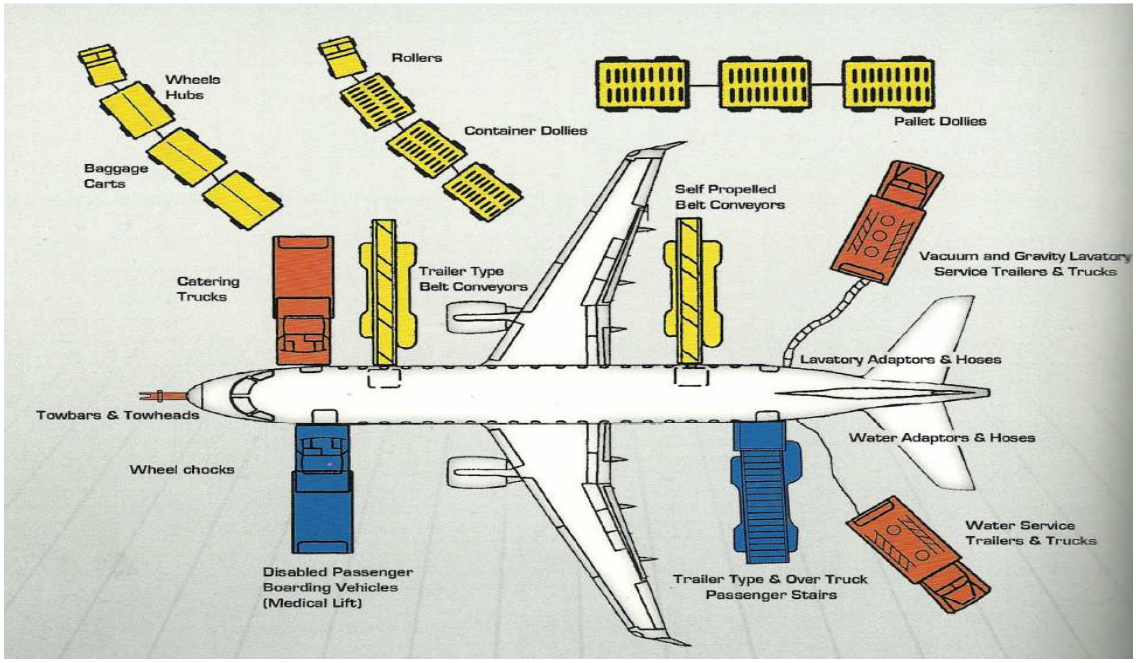
1. GİRİŞ

Günümüzde hava ulaşımı giderek önem kazanmaktadır. Bir çok şehre yeni havaalanları yapılmaktadır. Bu kapsamda havaalanı yer hizmetleri sektörü de hızla gelişmektedir. Çok yönlü bir sektör olan yer hizmetleri biriminde kullanılan araçlar çok çeşitli standart yönetmelikler ile imal edilebilmektedir.

Şekil 1.'de bir uçağın yanında şematik olarak gösterilen havaalanı yer hizmet araçları global pazarda oldukça yüksek bir paya sahip bir sektör olup bu amaçla bir çok değişik aracın imali yapılmaktadır. Ülkemizdeki imalat çok sınırlı olup yüksek değerli bir ithalat söz konusudur.

Günümüzde havaalanı yer hizmet araçlarında tahrik genellikle dizel motorlar ile sağlanmaktadır. Otomatik vites kullanımı zorunludur. Dizel motor dışında elektrik ile tahrik edilen araçların oranı artmaya başlamıştır.

Havaalanı şartlarına daha uygun olması ve verimlilik açısından düşünüldüğünde, yer hizmet aracının hidrostatik tahrik kullanılarak çalışan bir merdiven aracı olması planlanmıştır.



Şekil 1. Tipik Bir Uçağa Hizmet Götüren Yer Hizmet Araçları, Kaynak: Denge Firması Kataloğu

Tez konusu proje; Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı SANTEZ Projeleri kapsamında desteklenmeye değer bulunmuştur. 00575.STZ.2010-1 kodlu proje 1 Temmuz 2010 tarihinde başlayıp 30 Nisan 2012 tarihinde tamamlanmıştır. Proje destek süresi 22 aydır. Proje LT Endüstriyel Sistemler Ltd. Şti.'nin Bursa Nilüfer Organize Sanayi Bölgesinde bulunan imalat tesislerinde hayata geçirilmiştir.

Prototipi imal edilen merdiven aracı, üzerindeki konteyner bölmesinde yapılacak değişikliklerle farklı havaalanı yer hizmetlerini görebilecek şekilde esnek olarak tasarlanmıştır.

Havaalanlarında bu amaçla kullanılan araçların büyük bir çoğunluğu hali hazırda seri olarak üretilmekte olan Ford, Isuzu, Mercedes vb. marka kamyonetlerden oluşmaktadır. Bu kamyonetlerin şasileri modifiye edilerek havaalanlarında ihtiyaç duyulan standartlara uyumlu hale getirilmeye çalışılmaktadır. Uyulması gereken standartların çok üzerinde performans, ağırlık, konfor vb. özellikleriyle bu araçlar verecekleri hizmete oranla oldukça maliyetlidirler. Örneğin havaalanlarında izin verilen azami hız 25 km/h iken bu araçlar maksimum 120 km/h hıza çıkabilecek kapasiteye ve dolayısı ile bu performansa uygun ve aynı oranda maliyetli motor, şanzıman, aks vb. sistemlere sahiptirler. Prototipi tasarlanıp üretilen merdiven aracı, standartlarda belirtilmiş olan özelliklere sahip olup daha verimli ve daha düşük maliyetlidir.

Ülkemizde özgün tasarımı olmayan bu araçların tamamen kullanım amaçlarına ve kullanım şartlarına uygun olarak; daha çevreci, daha hafif ve daha uygun maliyetlerle üretilmesi proje ve tez çalışmasının birincil hedefidir.

Proje konusu araçlar CE, EN, AHM, IATA, SAE, VDE, TSE standartlarına uygun olarak üretilecek olup yurt içi ve yurt dışı pazarda satış şanslarının yüksek olduğu düşünülmektedir.

SANTEZ programı ile desteklenen bu proje çalışmasında tez öğrencisi, prototipi üretecek olan firmada çalıştığından proje koordinasyonu daha hızlı ve verimli olmuş ve firmanın ArGe çalışmaları üniversite çalışanlarının desteği ile daha da gelişmiştir.

2. KURAMSAL TEMELLER/GENEL BİLGİLER

Bir aracın sıfırdan tasarımı ve imalatının gerçekleştirilmesi oldukça geniş kapsamlı bir çalışma gerektiğinden projede “Metodik Konstrüksiyon” çalışma mantığı benimsenmiş ve takip edilmiştir. Tasarımın metodik şekilde yapılabilmesi için literatürde mevcut kitaplardan yararlanılmıştır: Pahl G. ve Beitz (2001), Shigley ve ark. (2005), Babalık FC. (2009).

Proje çalışmasındada ilk olarak tekniğin seviyesini görme amacı ile yer hizmet aracı üreten dünya firmaları araştırılmış ve bu firmalara ait benzer araç üretim katalogları (AEREX, Blissfox, Aeromobiles, GSE, …) elde edilmiştir. Bu alandaki araştırmalar proje süresince sürekli güncellenerek devam etmiştir.

Bu tür araçlarda güvenlik ön planda olduğundan hemen hemen tüm fonksiyonlar için belirli standartlar vardır. Bu standartlar proje kapsamında firma tarafından elde edilmiş ve aracın tasarımı esnasında yol gösterici olmuşlardır. Proje çalışmasında dikkate alınan standart numaraları aşağıda listelenmiştir:

DIN EN 1915-1, EN 1915-1:2001+A1:2009.

CEN/TC 274 - EN 12312-6:2004 - Part 6.

EN 12312-10:2005+A1:2009.

EN 12312-12:2002+A1:2009.

EN 12312-13:2002+A1:2009.

EN 12312-15:2006+A1:2009.

EN 12312-19:2005+A1:2009.

EN 12312-2:2002+A1:2009.

EN 12312-5:2005+A1:2009.

EN 12312-6:2004+A1:2009 - Part 6.

EN 12312-7:2005+A1:2009.

EN 1915-1:2001+A1:2009.

EN 1915-2:2001+A1:2009.

EN 1915-3:2004+A1:2009 - Part 3.

EN 1915-4:2004+A1:2009.

Standartların dışında çeşitli ülkelerin havacılık kurumlarına ait normlar da elde edilmiş ve projede dikkate alınmıştır. Bu normlar:

IATA AHM 910. Basic Requirements for Aircraft Ground Support Equipment.

IATA AHM 913 Basic Safety Requirements for Aircraft Ground Support Equipment.

IATA AHM 915 Standards Controls.

MH/T6015-1999 Aircraft Lavatory Truck.

Tekniğin günümüzdeki durumunu belirlemek için çeşitli internet kaynakları üzerinde araştırmalar yapılmış olup proje süresince sonuçlar sürekli güncellenmiştir. Bu amaçla üretici firmaların web sayfaları izlenip gerekli bilgiler bulunup kaydedilmiştir. Yine malzeme seçimi, bazı standart parçaların seçimi gibi işlemlerde de bu kaynaklardan yararlanılmıştır.

Tasarım esnasında 2 ve 3 boyutlu çizim ve modellerin hazırlanmasında Solidworks ve Autocad programları kullanılmıştır.

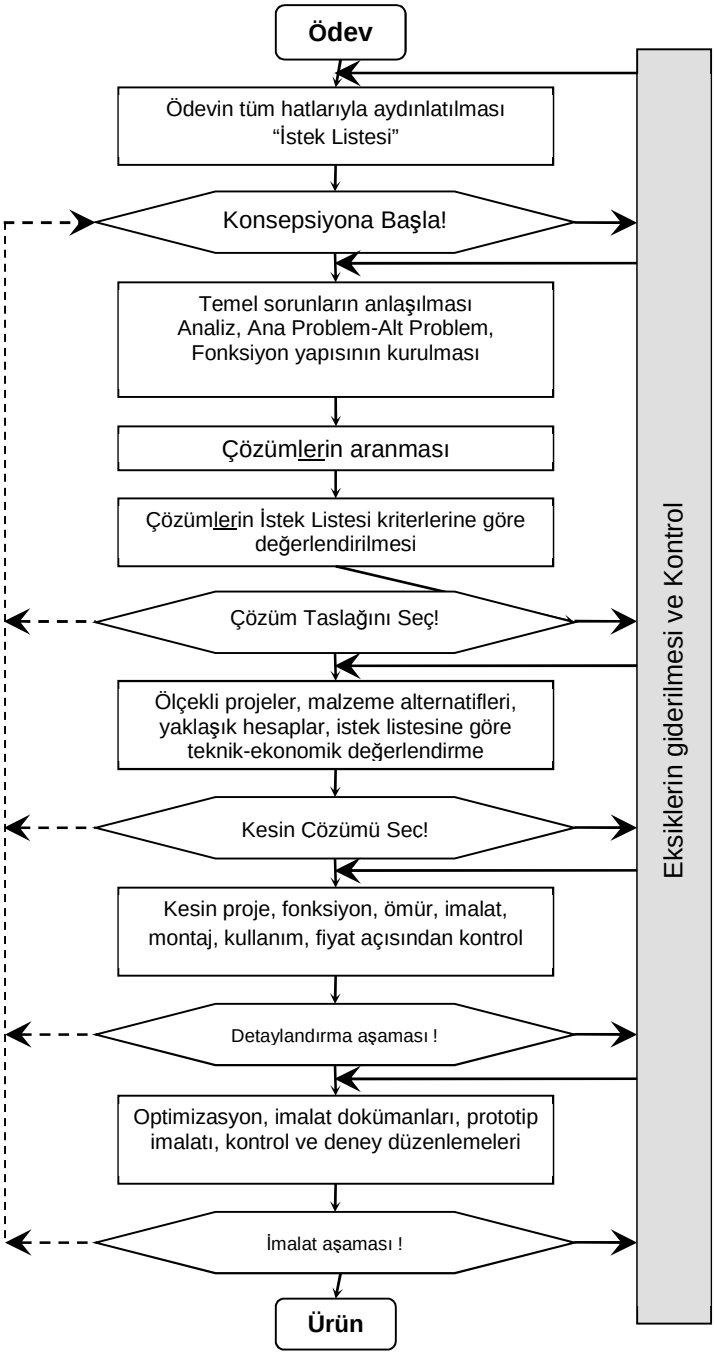
Tasarımlarda mukavemet analizleri ve simülasyonlar için ANSYS sonlu elemanlar paket programı kullanılmıştır.

2.1 Metodik Konstrüksiyon Yaklaşımı

Tez çalışmasında Metodik Konstrüksiyon veya Sistematik tasarım olarak isimlendirilen yaklaşım kullanılmıştır. Bu yaklaşımda proje bir “ödev” şeklinde düşünülmekte ve adım adım çözüme doğru belirli bir sistematik takip edilmektedir. Bu sistematik **Şekil 2’**de görülmektedir.

Metodik konstrüksiyonda, konstrüksiyon işlemi dört ana bölümden oluşur (Şekil 2):

1) Ödevin aydınlanması, istek listesinin hazırlanması
2) Olası tüm çözüm önerilerinin araştırılıp bulunması, öneriler arasından çözüme en uygununun belirlenmesi



Şekil 2. Konstrüksiyonda İşlem Adımları, (Babalık 2009)

3) Projelendirme

4) Detaylandırma ve dokümanların (teknik resim) hazırlanması

Birinci bölümde ödev açısından kesinlikle gerçekleştirilmesi gereken şartlar ile gerçekleştirilebilirse çözümün değerini arttıracak istekler yer alır. Ödevde bunlar tam ve

açık olarak verilmediyse konstrüktör bunları belirlemek, öğrenmek zorundadır. Çünkü bir problemin çözülebilmesi, sorunun doğru olarak anlaşılabilmesine bağlıdır ve istek listesinin eksiksiz, yanlışsız hazırlanması gerekir. İstek listesinde yer alması gereken özellikleri gruplar halinde aşağıdaki gibi sıralamak mümkündür (Babalık, 2009):

Kuvvet	İşletme esnasında karşılanması gereken kuvvetler, yük, yük tekrarı.
Enerji	Güç, verim, ısınma sınırı, soğutma gerekliliği.
Boyut	En küçük veya en büyük en, boy, yükseklik.
Hareket	Hareket şekli (dönme, öteleme, git-gel), hız, yön, ivme.
Malzeme	Mukavemet, esneklik, sertlik vb., korozyona vb. çevre şartlarına dayanım, yeniden değerlendirme-geri dönüşüm (recycling).
Emniyet	İş, işçi, çevre emniyeti.
Ergonomi	Kullanım için gerekli insan gücü, kumanda ve kontrol organlarının şekli, yerleştirilmesi gereken yerler, renk, aydınlatma, gürültü, titreşim, koku.
Üretim	Üretim yöntemi, toleranslar, yüzey pürüzleri.
Kontrol	Ölçü ve kontrol olanakları.
Montaj	Üretim yerinde montaj - işletme yerinde montaj, makine temeli.
İletim	Taşımanın şekli, taşıma için öngörülecek elemanlar, toplam boyut, toplam ağırlık.
Bakım	Temizleme ve bakım programı, gerekli zaman aralıkları.
Kullanım	Kolaylık - zorluk düzeyi, kullanım koşulları.
Fiyat	Üretim maliyetinin sınırı, takım - yedek parça fiyatları.
Zaman	Proje kademelerinin süresi, prototip üretim süresi, piyasaya sürme süresi.

Elbette yukarıda sayılanları tüm istekleri kapsayan maddeler olarak görmek doğru değildir. Projeden projeye daha az/daha fazla özellikler de söz konusu olabilir.

Çözüm önerilerinin bulunması için metodik konstrüksiyonda çeşitli yöntemler vardır. Bilgi bankalarından, çözüm kataloglarından yararlanma, beyin fırtınası, problemi soyutlaştırma vb. gibi ödevle karşı karşıya gelen konstrüktör, konuyla ilgili bilgi eksikliğini giderecek, sorunun özünü anlayacak, öğrendiği yöntemlerden yararlanıp yaratıcılığı ile çözüm önerileri bulacak, objektif teknik kriterlere göre önerileri değerlendirecek ve önerilerden birisi için kararını verecektir.

Projelendirme safhasında, seçilen çözüm prensibi sahip olunan teknolojik ve ekonomik olanaklar dikkate alınarak şekillendirilmeye başlanır. Malzeme seçimi, mukavemet hesapları da yapılarak çözüm önerisi nasıl bir ürün olacaktır belirlenir.

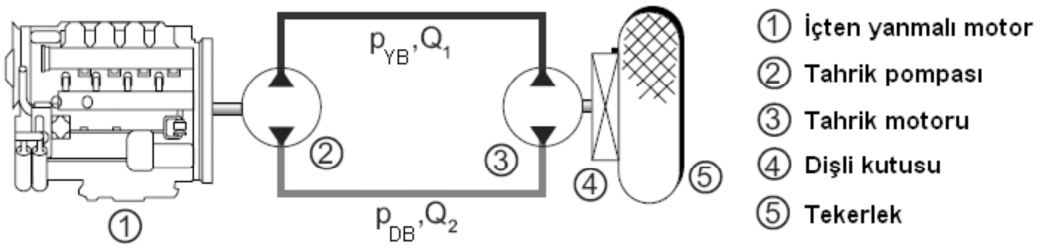
Son bölümde ise proje, uluslararası ve ulusal teknik kurallara, pazar isteklerine üretim olanaklarına göre, tüm detaylarıyla teknik resim ve parça listelerine dönüştürülüp, çözüm üretime hazır hale getirilir.

Konstrüktör ürünün başarısında veya başarısızlığında büyük sorumluluğa sahiptir. Tasarım üretimin ilk kademesi olduğundan konstrüktörün yönlendirmesinin doğruluğu veya yanlışlığı doğru çözüme çabuk ulaşma veya hiç ulaşamama gibi sonuçlar doğurur. Ekonomiklik, dayanıklılık, güvenirlik, üretim kurallarına uygunluk, çevre koruyuculuk, insana ve çevreye uyum, atıklar ve artıkların yeniden değerlendirilebilmesi gibi bütün önemli kriterler konstrüksiyon süreci sonucunda çok büyük ölçüde belirlenmiş olur, (Babalık, 2009).

2.2 Hidrostatik Tahrik Sistemi

Literatürde “hidrostatik tahrik” için çok fazla çalışma bulunmamaktadır. Bu kısımda mevcut çalışmalardan bahsedilecektir.

Kaplangı (2008), genel olarak hidrostatik tahrik ünitelerini tanıttığı çalışmasında sistemin avantaj ve dezavantajlarını vurgulamıştır. Kapalı devre tipi bir hidrostatik tahrik devresinin temel prensibi Şekil 3’te görülmektedir.



Şekil 3. Kapalı Devre Tipi Bir Hidrostatik Tahrik Devresinin Temel Prensibi, (Kaplangı 2008)

Bu sistemde; içten yanmalı motor "1"; mekanik gücü, devir ve moment olarak kullanıma sunmaktadır. Tahrik pompası "2"; bunu hidrolik güce ya da diğer bir deyişle basınç (p_{YB}) ve debiye (Q_1) dönüştürür.

Hidrolik motor "3" ise, bunu tekrar mekanik güce çevirir. Basınç p_{YB} (Yüksek Basınç) dan, p_{AB}'ye (Alçak Basınç) düşer. Oluşan bu basınç farkına karşılık olarak hidro-motorda moment üretilir ve bu moment bir dişli kutusu "4" yardımıyla (mesela diferansiyel, cer gibi) tekerlekte çeki kuvveti olarak kullanıma sunulur. Hidro-motorun devri ise, Q_1 debisi ve hidro-motorun deplasmanı tarafınca belirlenir.

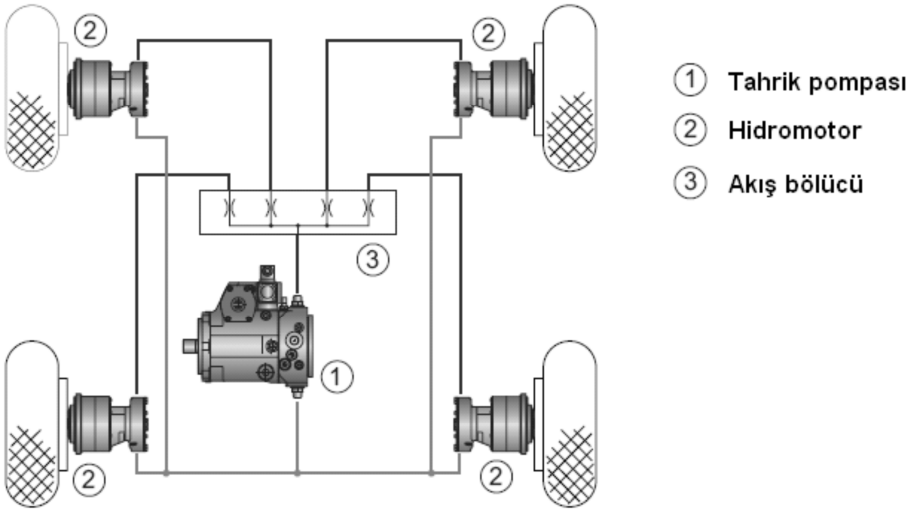
Hidrolik motordan pompaya geri dönen Q_2 debisi, hidro-motordaki sızıntı miktarı kadar düşüktür. Söz konusu sızıntı yukardaki şemada gösterilmeyen bir şarj sistemi ile sisteme eklenmektedir.

Fren yapıldığı sırada, hidro-motor "3", tekerlek "5" tarafınca tahrik edilen bir pompaya dönüşür. Sistemin düşük basınç tarafı yüksek basınç tarafı olur ve tahrik pompası "2" üzerinden içten yanmalı motoru iter. Böylelikle fren devresi elemanlarını aşındırmadan içten yanmalı motor üzerinden frenleme (ya da hidrostatik frenleme) yapılır. Diğer bir deyişle her iki yönde de moment aktarımı gerçekleştirilebilmektedir.

İş makinaları uygulamalarında kullanılan paralel bağlantılı hidro-motorlardan oluşan tahrik sistemlerinde bir ya da daha fazla tekerleğin boşta dönmesi problemi ile karşılaşılmaktadır. Bu sistemlerin uygulama alanlarına örnek olarak istifleyicileri, ağır yük taşıyıcılarını, bazı zirai araçları, yol silindirlerini verebiliriz. Bir teker boşta dönmeye başladığında, gerekli olan momenti üretemez ve sonucunda istenen çeki gücü sağlanamaz. Sistemdeki yağ, en düşük direnç ile karşılaştığı boşa dönen tekerdeki

hidro-motor üzerinden dolaşır. Bu durumda söz konusu teker hızlanırken, kalan tekerler çıkış momentlerini kaybederler.

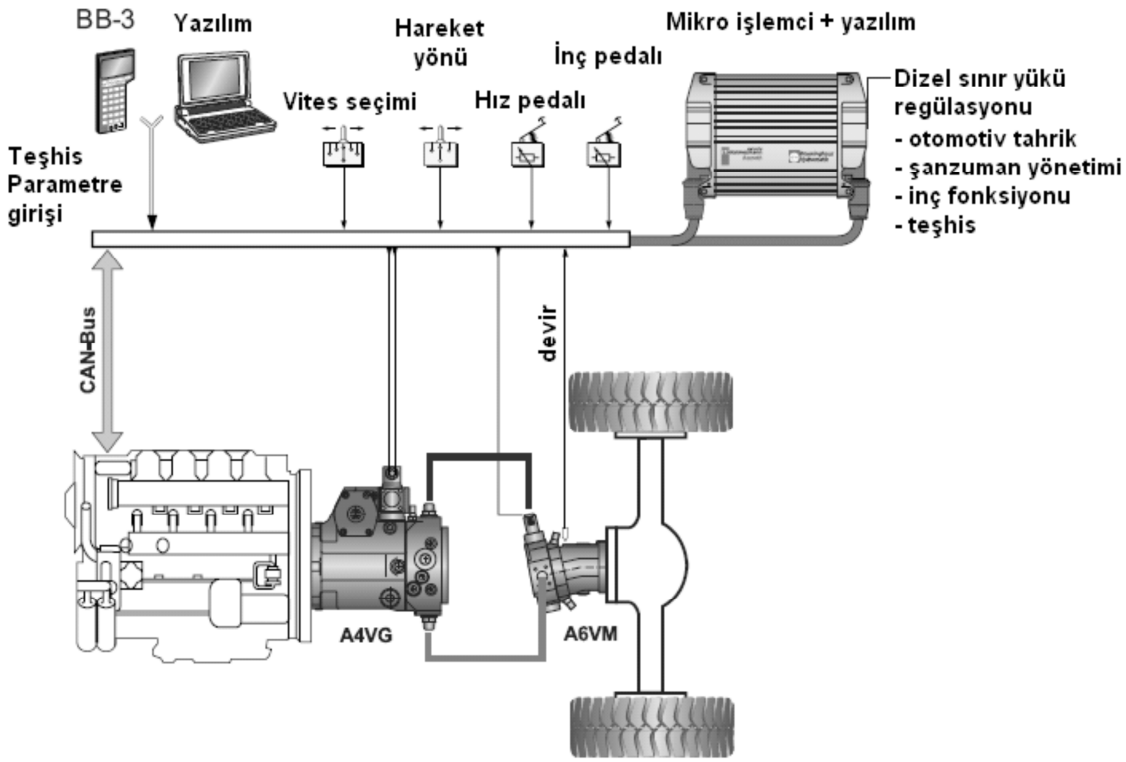
Şekil 4'te gösterilen klasik çözüm, her bir motora eşit yağ gönderilmesini sağlayan ve böylelikle tekerlekleri eşit hızda dönmeye zorlayan akış bölücülü bir hidrostatik tahrik devresidir. Bu, boşa dönen, ya da diğer bir deyişle moment üretemeyen tekerleğe giden yağ debisinin, akış bölücü tarafınca kısılarak diğer tekerlere giden yağ ile aynı değerde tutulmasının sağlanması ile gerçekleştirilmektedir. Bu işlem sırasında pompa basıncı ile teker hidro-motorundaki efektif basınç arasındaki fark, akış bölücüde ısıya dönüşerek kayıp güç olarak karşımıza çıkar.



Şekil 4. Akış Bölücülü Hidrostatik Tahrik Sistemi, (Kaplangı 2008)

Serbest yerleştirilebilme özelliği ile tekerden tahrikli hidrostatik tahrik sistemlerinin kullanımı araçlarda nerdeyse rakipsizken, arka akstan tahrikli hidrostatik tahrik sistemleri alternatif sistemler ile yoğun bir rekabet içindedir; mesela mekanik şanzımanlı ve hidrodinamik (tork konvertörü) tahrikli sistemler.

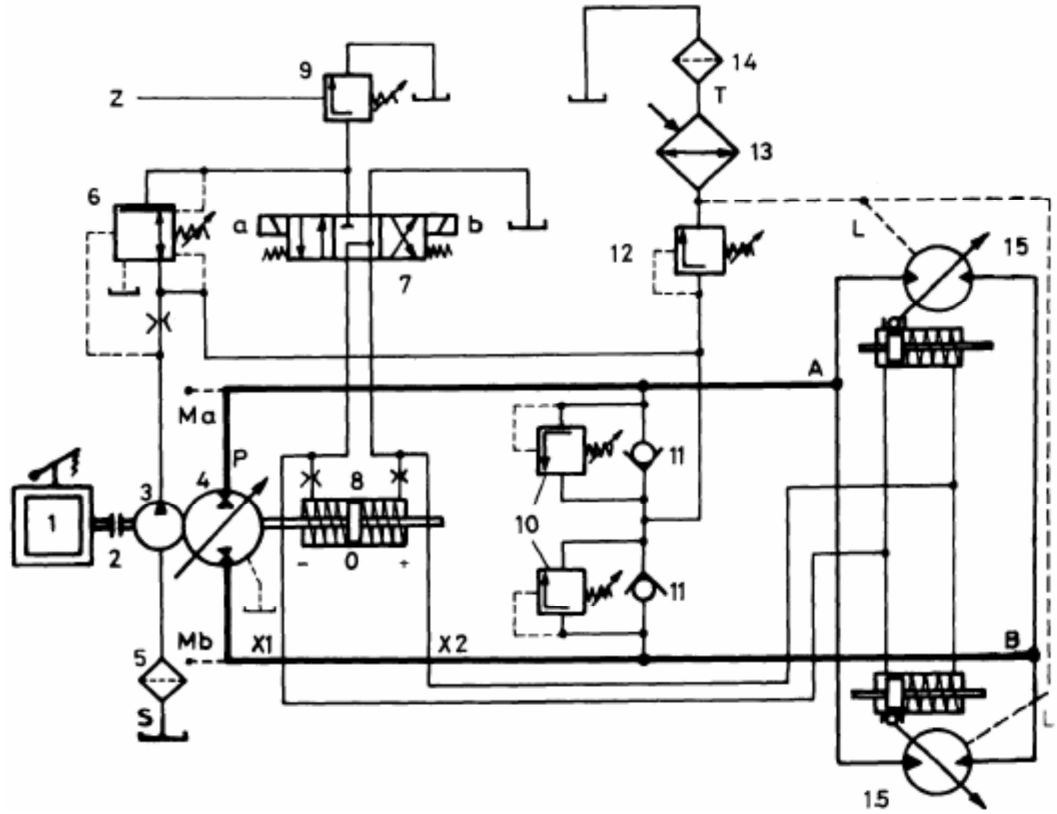
Çalışmamızda da mantığı kullanılan sistem Şekil 5'te görülmektedir.



Şekil 5. Elektronik Kontrollü, Hidrostatik Aks Tahriği, (Kaplangı 2008)

Kumbasar (1999) ise bildirisinde kapalı devre hidrostatik tahrik sisteminin temel özelliklerini, avantaj ve dezavantajlarını sıralayarak uygulama örneklerini vermiştir. Çalışmada ayrıca hidrolik temel bileşenlerin seçimi ile ilgili yöntemler de belirtilmektedir.

Kaptı ve Karabektaş (2005) yayınlarında; hidrostatik tahrik yönteminin temel tasarım kriterlerini incelenmiş ve 5 ton taşıma kapasiteli bir çatallı yükleyicinin transmisyon sistemine uygulamışlardır. Çalışmanın sonucunda; sadece tahrik motorunun devir sayısı ile tüm çalışma alanının kontrolüne imkan vermesi; tahrik momentini, kesintisiz ve kademesiz olarak, ihtiyaç duyulan çekiş kuvveti ve araç hızı kombinasyonlarına dönüştürebilmesi; kavrama, vites kutusu ve diferansiyel gibi mekanik güç aktarma organlarına olan ihtiyacı ortadan kaldırması, hidrostatik tahrik yönteminin dikkat çekici özellikleri olarak vurgulanmıştır. Hesaplama örneklerinin de verildiği çalışmada ortaya konan hidrolik devre şeması Şekil 6'da verilmiştir.



Şekil 6. Hidrostatik Tahrik Devre Şeması (1: Tahrik motoru, 2: Elastik kaplin, 3: Şarj pompası, 4: Değişken deplasmanlı eksenel pistonlu ana pompa, 5: Emiş filtresi, 6: Devire bağımlı hız kontrol valfi, 7: Yön denetim valfi, 8: Pompa deplasmanı ayar organı, 9: Fren valfi, 10: Çapraz emniyet valfleri, 11: Besleme çek-valfleri, 12: Basınç denetim valfi, 13: Soğutucu, 14: Dönüş filtresi, 15: Hidro-motorlar.

Proje hesaplamaları ve ardından yapılan malzeme/hidrolik eleman seçimlerinde http://www.hydraulicspneumatics.com, adresinden yararlanılmıştır.

Wu ve ark. (2004) makalelerinde bir çok hidrostatik tahrik sisteminde kullanılmak üzere bir döngü sistemini incelemişlerdir. Yapılan dinamik hesaplamalar ve simülasyonları da içeren bu teknik yayında tanıtılmaktadır. Hesaplamalarda Matlab programının kullanıldığı belirtilmektedir.

Dasgupta (2000) yayınında düşük hızlı bir tork motor kullanan hidrostatik iletim sisteminin analizi sonuçlarını vermektedir. Motorun gösterdiği performans bu çalışmada da yol gösterici olmuştur.

Havaalanlarında kullanılan bazı merdiven araçlarına ait fotoğraflar Şekil 7 ve Şekil 8'de görülmektedir.

Şekil 7. Yolcu Merdiveni, Firma: Schechen, Almanya

Şekil 8. Yolcu Merdiveni, Firma: Stinar, Amerika

THY yer hizmetlerinde sıklıkla kullanılan ve Stinar firmasının üretimini yaptığı merdiven aracı Model SPS-3518 Yolcu merdiveni modeli (Şekil 8.) 2440-5800 mm yükseklikleri arasında uçaklara hizmet verebilmektedir. Ön, yan ve arka bölümlerde bulunan hidrolik tahrikli konum sabitleyiciler de merdiven kullanımı esnasında sabit durmayı garanti altına alırlar. Merdiven ve platform en yukarıda iken 112 km/h rüzgâr hızına kadar merdiven sabitliğini koruyabilir.

Stinar firmasının ürettiği merdivenin hareket ettirilmesi ve konum sabitleyiciler için gerekli olan hidrolik güç, araç motorundan doğrudan tahrik alan bir kayış kasnak mekanizması ile tahrik edilen hidrolik pompa ile sağlanır. Ayrıca acil durumlarda kullanmak üzere sistemde ayrı bir el pompası da mevcuttur.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

Çalışmada metodik konstrüksiyon yaklaşımı kullanılmıştır. Bu yaklaşıma göre ilk adım problemin açıklanması ve istek listesinin ortaya konmasıdır. Çalışmanın ilk adımında literatür ve üretici firmaların katalogları incelenmiş ve havaalanı yer hizmet şirketlerinin teknik şartnamelerinin yanı sıra çeşitli standartlar da taranmıştır. Çok geniş yapılan bu çalışmanın ardından tasarımın tanımlandığı istek listesi oluşturulmuştur.

3.1 İstek Listesinin Hazırlanması ve Ön Hesaplamalar

Tasarım çalışmasını yönlendiren istek listesi Ek 1.'de verilmiştir. Proje süresince yapılan tüm tasarım ve hesaplama çalışmaları bu istek listesi ışığında gerçekleştirilmiştir.

Aracın tasarımı için bir çok hesaplama yapılması gerekmiştir. Bu hesaplamalarda işlemlerin hızlandırılması için Excel tabloları kullanılmıştır. Bazı hesaplama örnekleri aşağıda verilmektedir.

Aracın lastik seçimi için alternatifler ve değerlendirme sonucu için yapılan çalışma Şekil 9.'da görülmektedir.

Aracın motor hesapları ve bulunan motorun performans değerlendirmesi için hazırlanan Excel hesap tablolarından görünümler de Şekil 10. ve Şekil 11.'de verilmiştir.

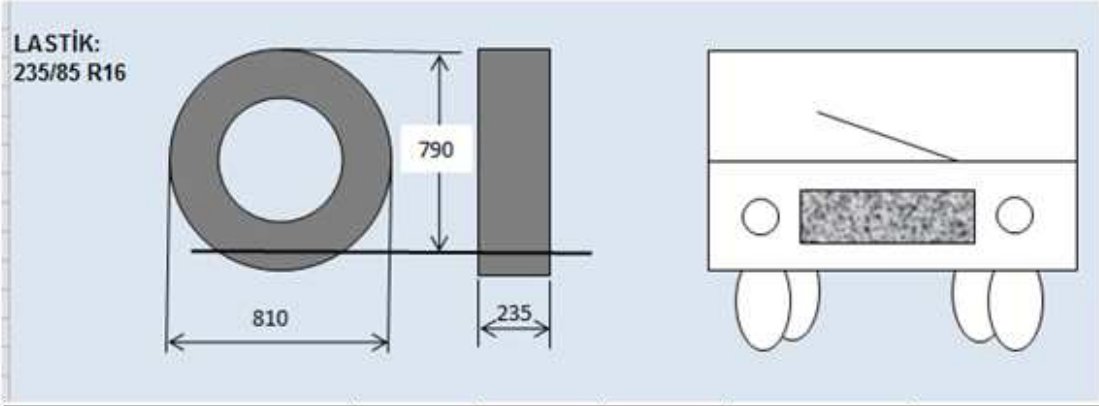
Lastik seçim kriterleri:
1. Azami araç ağırlığını kaldırabilmeli.
2. Yere yakın basık tipte olmalı.
3. Ülkemizde rahatça bulunabilecek bir lastik&jant kombinasyonuna sahip olmalıdır.

Önerilen Lastikler:

No	Lastik Ebatı	Uygun Jant Ebatı	Lastik Genişliği x Dış Çap	Lastik Bulunabilme	Jant Bulunabilme
1	235/65 R 16	6 1/2x16; 7 x 16; 7 1/2x 16	240 x 715	+	-
2	235/85 R 16	6 1/2x16; 7 x 16; 7 1/2x 16	235 x 810	+	+
3	235/60 R 17	6 1/2x16; 7 x 16; 7 1/2 x 16	235 x 715	-	-

Seçim:	235/85 R 16	7 x 16

Şekil 9. Aracın Lastik Seçimi



Aracın toplam ağırlığı	G	6500	kg	63765	N
Aracın maksimum hızı (yüksek vites)	$V_{maks;HG}$	32	km/h	8,89	m/s
Aracın maksimum hızı (düşük vites)	$V_{maks;LG}$	15	km/h	4,17	m/sn
yerçekimi ivmesi	g	9,81	m/s^2		
Yol eğim açısı	a	2,862	°	5%	
Tahrik tekerleği yarıçapı	r	326,5	mm	0,3265	m
yüksek viteste hızlanma süresi	t_{32}	15	sn		
düşük viteste hızlanma süresi	t_{15}	5	sn		
taşıt yüzey alanı	A	8	m^2		
sistem verimi	η	0,9			
yuvarlanma sürtünme katsayısı	f	0,015			
lastik/yol sürtünme katsayısı	m_s	0,8		0,8…1 (beton)	
sürüklenme katsayısı	c_d	0,35			
havanın yoğunluğu	r	1,169	kg/m^3	100kPa, 25°C'de	
hava hızı	v_{air}	8,89	m/sn		
yuvarlanma direnci	F_r	956,475	N		
eğim direnci	F_q	3188,25	N		
hava direnci	F_{air}	129,31	N		
yüksek viteste ivmelenme	a_{HG}	0,59	m/s^2		
düşük viteste ivmelenme	a_{LG}	0,83	m/s^2		
	F_{HG}	3851,85	N		
	F_{LG}	5416,67	N		
toplam direnc ?	R_{top}	1085,79	N		

Şekil 10. Aracın Motor Hesaplarından Örnekler

Araç toplam kuvveti (HG)	F_{THG}	4937,64	N		
Araç toplam kuvveti (LG)	F_{TLG}	9690,70	N		
gerekli maks. Kuvvet	F_{maks}	35316	N		
arka aks ağırlığı	W_2	4500	kg	arkadan çekişli	
tahrik tekeri devir sayısı (HG)	n_{tHG}	260,11	dev/dak		
tahrik tekeri devir sayısı (LG)	n_{tLG}	121,93	dev/dak		
toplam çevrim oranı (HG)	i_{sHG}	7,17			
toplam çevrim oranı (LG)	i_{sLG}	17,78			
vites kutusu çevrim oranı (HG)	i_{vHG}	1			
vites kutusu çevrim oranı (LG)	i_{vLG}	2,48			
diferansiyel çevrim oranı	i_d	7,17			
	g_{HG}	1,17			
	g_{LG}	1,83			
efektif kütle	m_{efHG}	7595,39	kg		
	m_{efLG}	11898	kg		
toplam döndürme momenti (HG)	M_{THG}	1612,14	Nm		
toplam döndürme momenti (LG)	M_{TLG}	3164,01	Nm		
Motor devir sayısı (HG)	n_{mHG}	2072,20	dev/dak		
Motor devir sayısı (LG)	n_{mLG}	2408,94	dev/dak		
Yüksek vites motor gücü hesabı					
Maks.Motor Momenti	M_m	249,83	Nm		
Motor Gücü	P_M	48,77	kW		
Motor açısal hızı	w	195,20	rad/sn		
Motor devri	n	1864,98	dev/dak		
Düşük vites motor gücü hesabı					
Maks.Motor Momenti	M_m	197,71	Nm		
Motor Gücü	P_M	44,86	kW		
Motor açısal hızı	w	226,92	rad/sn		
Motor devri	n	2168,04	dev/dak		

Şekil 10 (devamı). Aracın Motor Hesaplarından Örnekler

Aracın Performans Değerlendirmesi:

Seçilen Lastik:	235/85 R 16
Seçilen Jant:	7 x 16

Lastik Dinamik Yarıçapı	R_{din}	0,395	[m]			
Motor devri	n_{maks}	2200	[d/d]	çevrim oranları		
				i_{diff}	$i_{şanz\ vites}$	$i_{t.\ vites}$
Toplam çevrim oranı	i_{top}	7,17	[-]	7,17	1	1
Aracın Maksimum Hızı:	v_{maks}	12,69	[m/s]			
	v_{maks}	45,67	[km/h]			

Havanın özgül kütlesi	ρ	0,125	[kgs^2/m^4]	1,226 kg/m^3
Araç projeksiyn alanı	A	4,2	[m^2]	
Aerodinamik direnç katsayısı	C_w	0,7	[-]	
Aerodinamik Direnç	W_L	29,57	[kg]	
Yuvarlanma direnci katsayısı	F_R	0,01	[-]	Düzgün asfalt yol için
Araç toplam ağırlığı	G	6500	[kg]	
Eğim açısı	α	0	[°]	
Yuvarlanma Direnci	W_R	65,00	[kg]	
Tekerleklerdeki olması gereken Güç	N_{tek}	1199,67	[kgm/s]	
		16,15	kW	
		21,63	BG	

Aktarma organları verimi	η_1	0,87	[-]
Tekerleğe bırakılan güç	η_2	0,85	[-]
Seçilen Motorun verebileceği maks güç	N_{motor}	75	[BG]
Motorun verebileceği net güç	$N_{motor\ net}$	4159,69	[kgm/s]
		56	kW

Motor gücü yeterlidir!

Seçilen Motorun (Perkins 11040-44) gücü yeterli

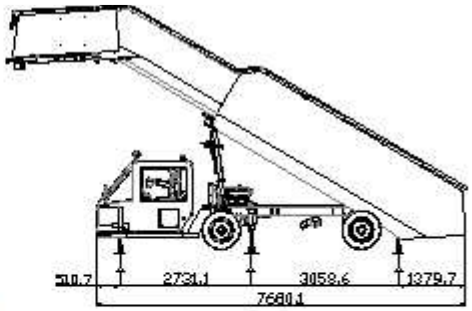
ARACIN AZAMİ TIRMANMA VE KALKIŞ EĞİMİ

Maksimum çevrim oranı	i_{maks}	7,17	[-]	
Motorun verdiği maksimum Moment	M_{maks}	265	Nm	Katalog değeri
	M_{maks}	27,01	kg.m	
Azami tıranma eğimi	α	8,30	[°]	
Azami tıranma eğimi	α	14,58	[%]	
Azami kalkış eğimi	α	4,58	[%]	

$$i_{max} = \frac{(F_R.\cos\alpha + \sin\alpha).R_{din}.G}{\eta_1 \cdot \eta_2 . M_{max}}$$

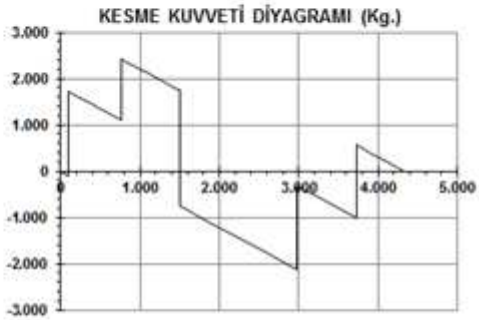
Şekil 11. Aracın Performans Değerlendirmesi için Yapılan Hesap Cetveli

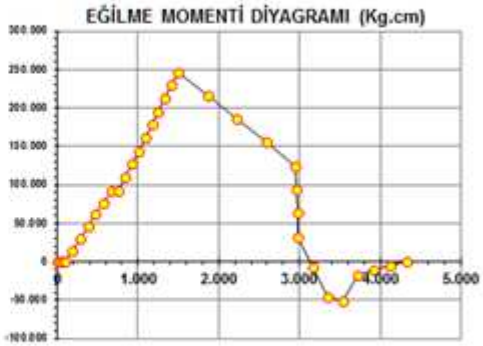
WHEEL BASE	=	2950
A. Y. A.	=	6500
BOŞ AĞIRLIK	=	2500



mm	F(Kg)
0	0
33	-31
67	-62
100	-92
100	1.710
194	1.622
289	1.535
383	1.448
477	1.361
571	1.274
666	1.187
760	1.100
760	2.428
842	2.352
925	2.275
1.007	2.199
1.089	2.123
1.172	2.047
1.254	1.971
1.336	1.895
1.419	1.819
1.501	1.743
1.501	-757
1.863	-1.092
2.226	-1.426
2.588	-1.761
2.950	-2.096
2.962	-2.106
2.973	-2.117
2.985	-2.128
2.985	-329
3.170	-500
3.355	-671
3.540	-842

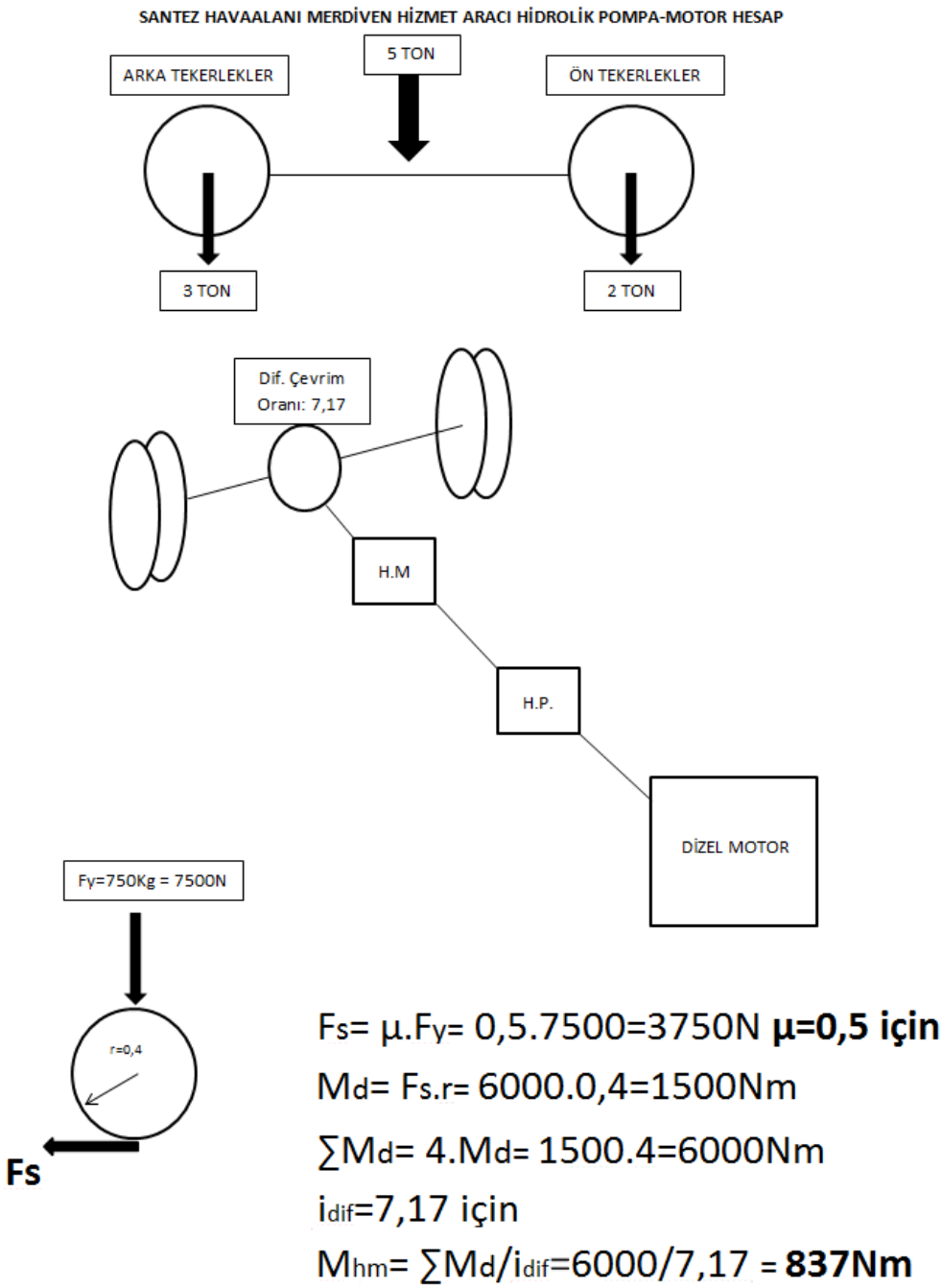
mm	M(Kg.cm)	N
0	0	646.426.571,47
33	-103	7.900,00
67	-308	2.633,33
100	-462	1.755,56
194	14.990	54,10
289	30.441	26,64
383	45.893	17,67
477	61.345	13,22
571	76.796	10,56
666	92.248	8,79
760	92.248	8,79
842	109.417	7,41
925	126.586	6,41
1.007	143.756	5,64
1.089	160.925	5,04
1.172	178.094	4,55
1.254	195.263	4,15
1.336	212.432	3,82
1.419	229.601	3,53
1.501	246.770	3,28
1.863	216.192	3,75
2.226	185.613	4,37
2.588	155.034	5,23
2.950	124.455	6,52
2.962	93.876	8,64
2.973	63.298	12,81
2.985	32.719	24,76
3.170	-6.447	125,78
3.355	-45.812	17,70
3.540	-51.895	15,63
3.726	-16.906	47,96
3.927	-11.271	72
4.128	-5.635	144
4.330	0	6.191.472.143.965.308





Şekil 12. Şasi Hesaplama için Hazırlanan Hesap Cetveli

Taşıtın hidrolik tahrik sistemi için kurulan model ve yapılan hesaplamalar Şekil 13.'te verilmiştir.

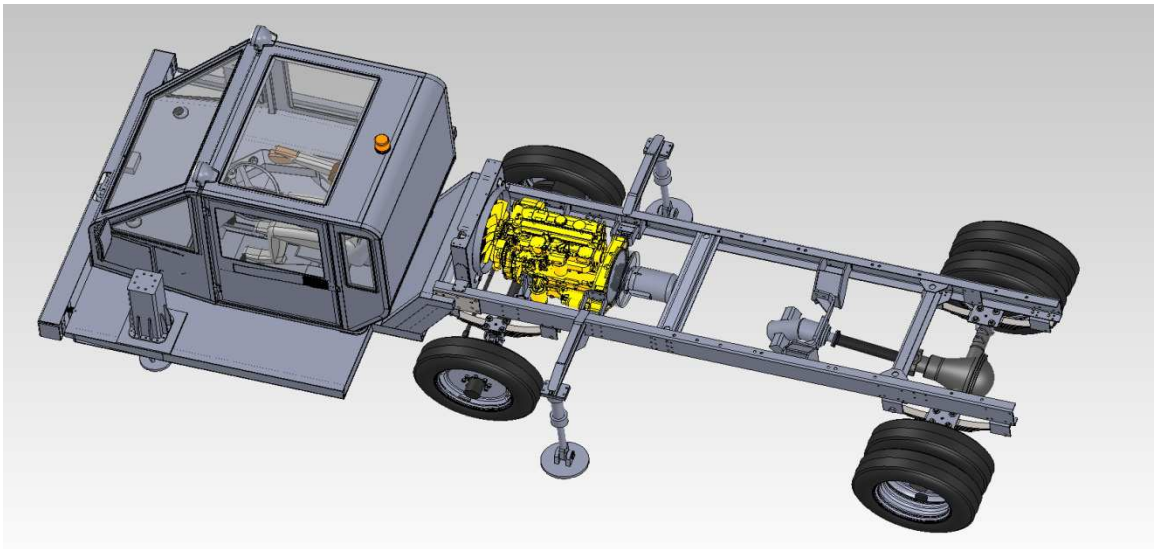


Şekil 13. Aracın Hidrolik Motor Modellemesi ve Yapılan Hesaplar

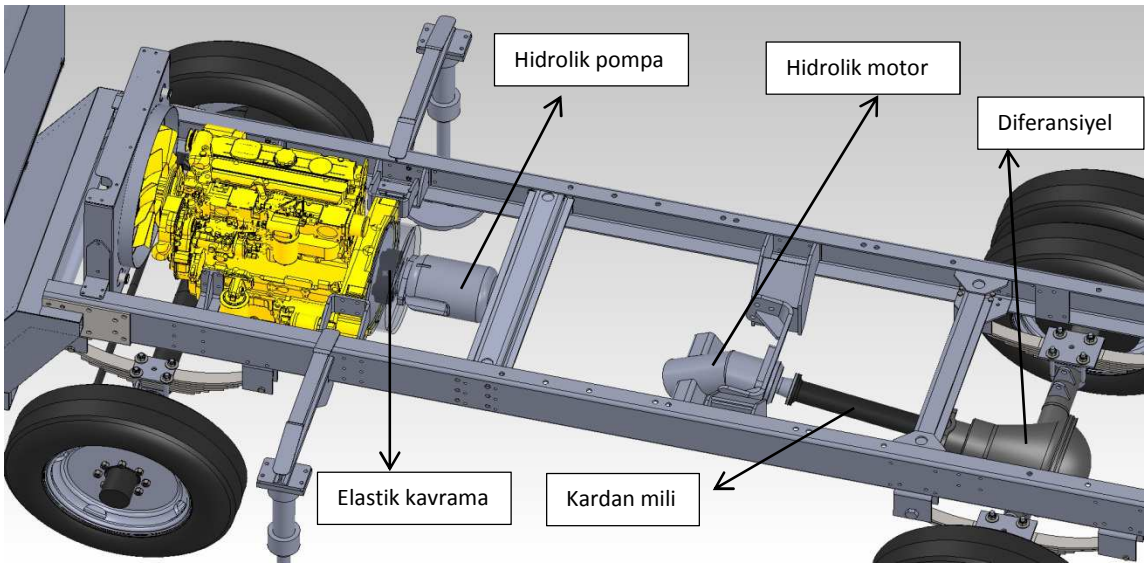
3.2 Bilgisayar Destekli Tasarım Teknikleri Kullanarak Aracın Tasarımı

Aracın tasarımında SolidWorks programı kullanılmış olup tüm elemanlar katı model şeklinde tasarlanmış ve montajı yine bilgisayar ortamında yapılmıştır.

Tasarımı yapılan örnek parçalar ve montaj resmi örnekleri Şekil 14, Şekil 15, Şekil 16, Şekil 17, Şekil 18, Şekil 19'da görülmektedir.

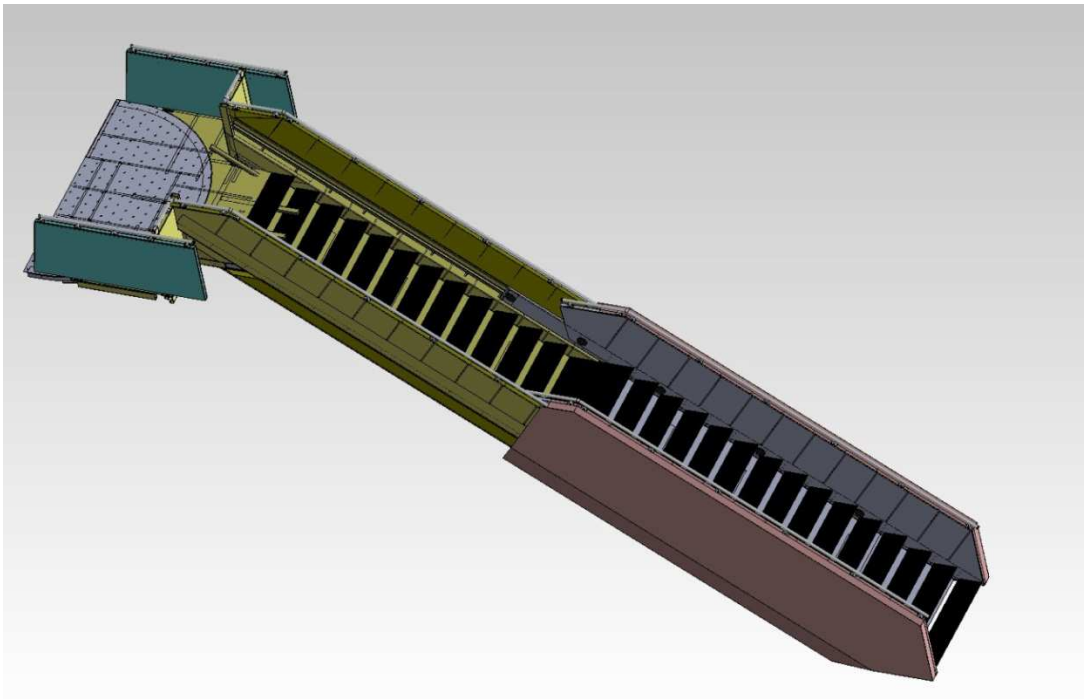


Şekil 14. SolidWorks Programında Tasarımı Yapılan Havaalanı Yer Hizmet Aracı

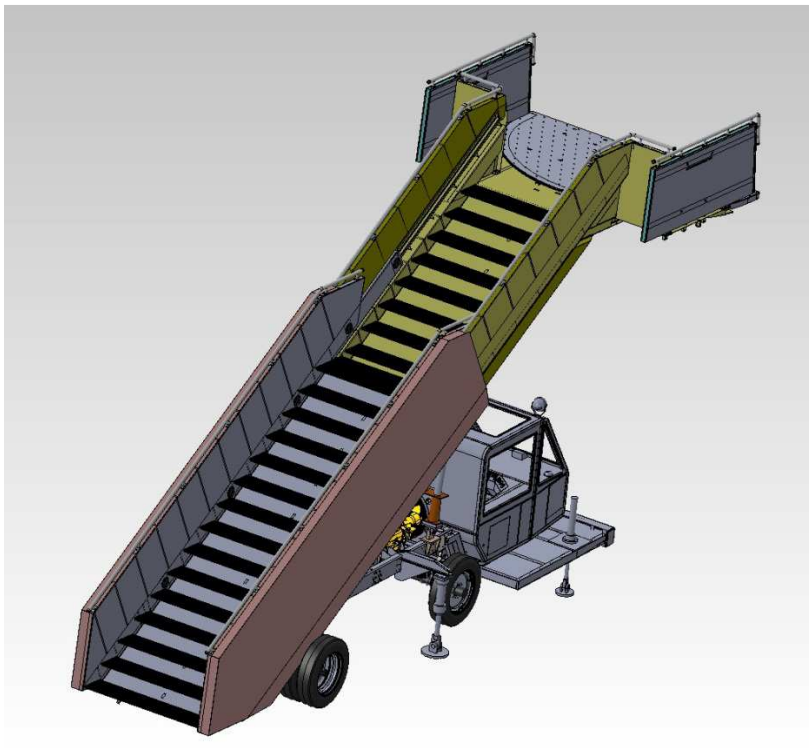


Şekil 15. SolidWorks Programında Tasarımı Yapılan Havaalanı Yer Hizmet Aracı Örnek Parçalar (Elastik kaplin bilgileri Ek 7, Diferansiyel bilgileri Ek 3, Hidrolik motor bilgileri Ek 5 ve Hidrolik pompa bilgileri Ek 6'da verilmiştir.)

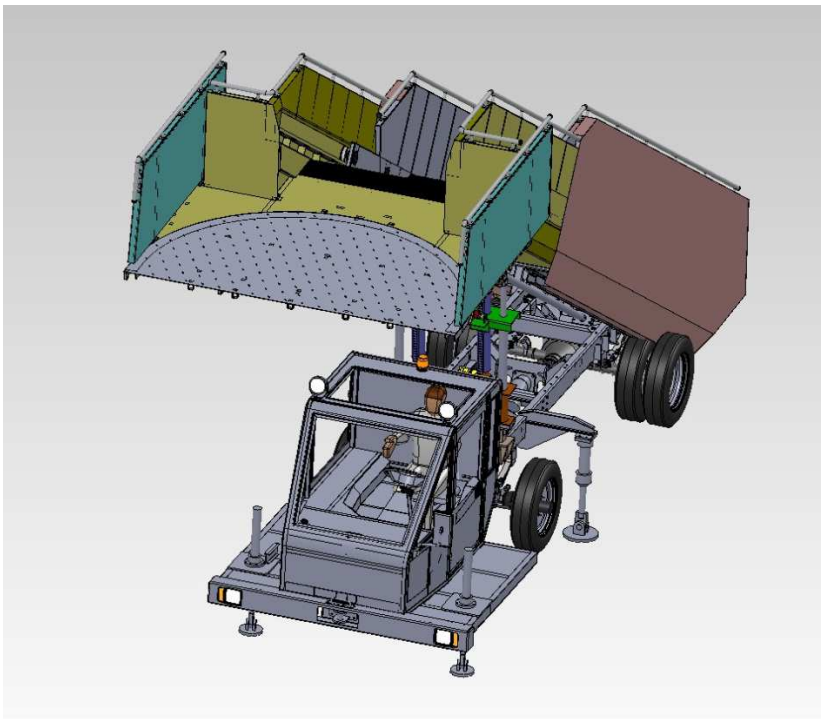
Şekil 16. SolidWorks Programında Tasarımı Yapılan Havaalanı Yer Hizmet Aracı Kabini



Şekil 17. SolidWorks Programında Tasarımı Yapılan Havaalanı Yer Hizmet Aracı Merdiveni



Şekil 18. SolidWorks Programında Montajı Yapılan Havaalanı Yer Hizmet Aracından Görünüşler



Şekil 19. SolidWorks Programında Montajı Yapılan Havaalanı Yer Hizmet Aracından Görünüşler

3.3 Yapılan Bilgisayar Destekli Analiz Çalışmaları

Tasarım doğrulama çalışmaları için de aracın önemli parçalarının ANSYS programı kullanılarak sonlu elemanlar analizi çalışmaları yapılmıştır.

Aracın şasisi için yapılan analizlerden bir örnek aşağıda verilmiştir:

Analiz Parametreleri:

Yük: 8 ton, yayılı yük olarak tüm üst yüzeylere uygulanmıştır.

Lastiklerin olduğu konumdan şasi yataklanmıştır.

10 mm kalınlığındaki U profil ana şasi olarak alınmış olup ortadaki atkıların et kalınlığı 8 mm'dir.

Sonuçlar:

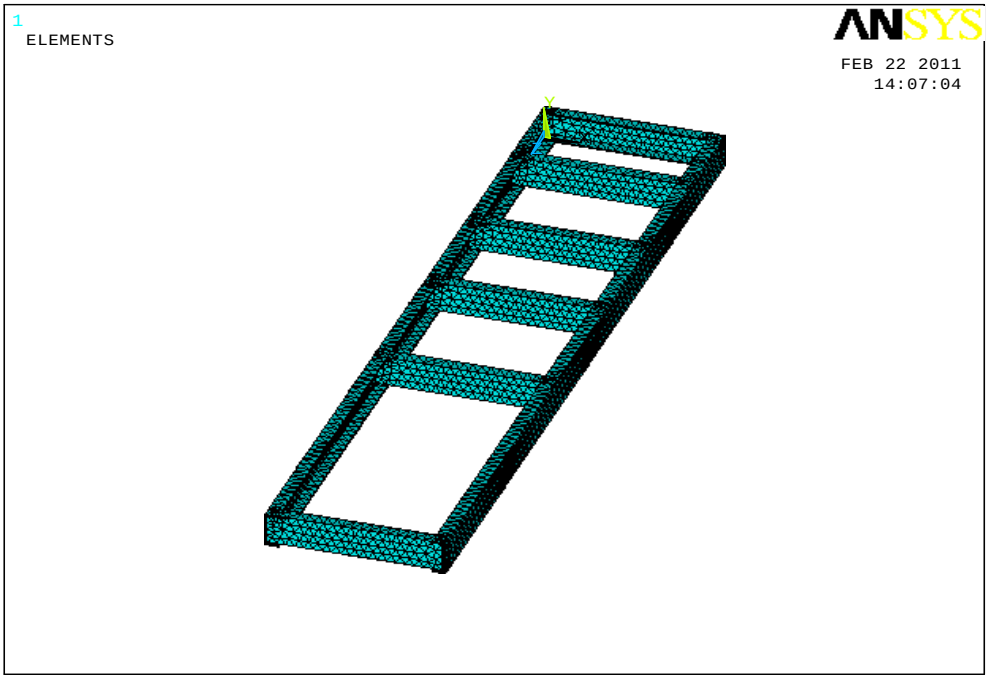
En büyük gerilme; 57,621 N/mm^2

Malzeme St42 olarak düşünüldüğünde; emniyet katsayısı yaklaşık 5 olacaktır.

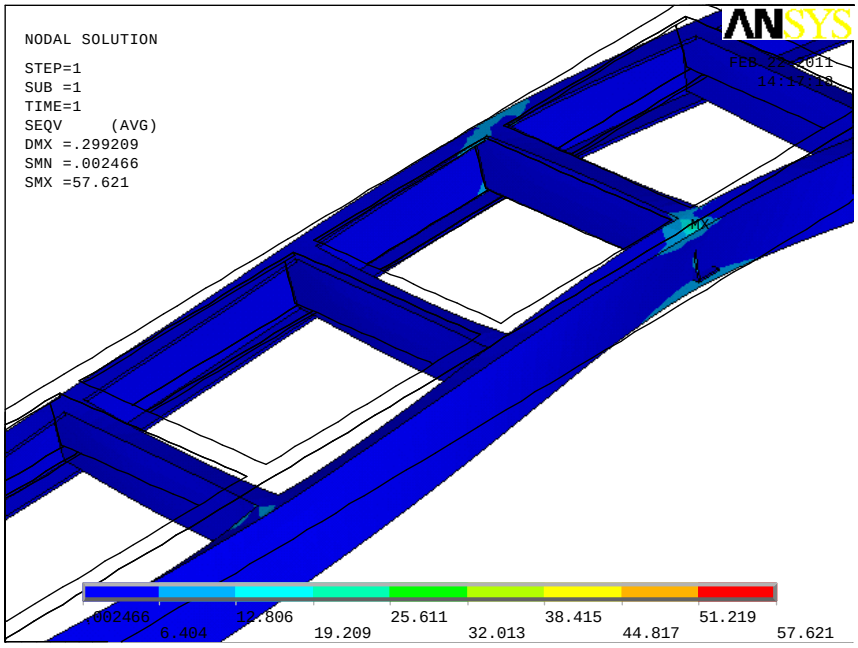
En büyük yer değiştirme çökme şeklinde olup 0,29 mm bulunmuştur. Buna göre şasi yeterli rijitliğe sahiptir.

Analiz sonuçlarına göre malzeme St42 olarak önerilebilir. Emniyet katsayısının büyüklüğü nedeniyle de şasi malzemesi profil et kalınlığının da 8 mm seçilmesinin uygun olacağı düşünülmektedir. Ara güçlendirmeler ve atkılar için de 6 mm et kalınlığına kadar inilebilir.

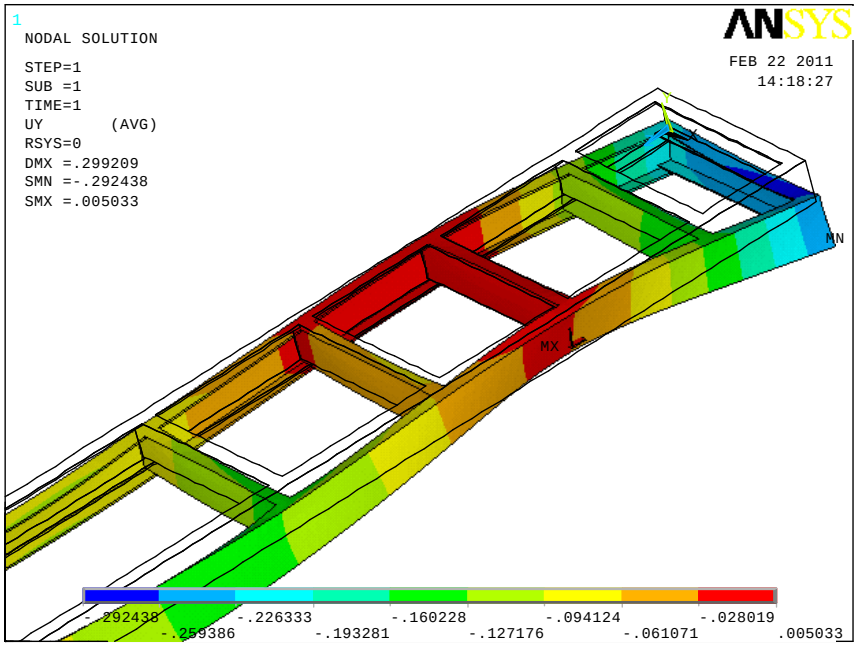
Bu konudaki örnek analiz çalışmalarının sonuçları Şekil 20, Şekil 21, Şekil 22, Şekil 23, Şekil 24, Şekil 25'te görülmektedir.



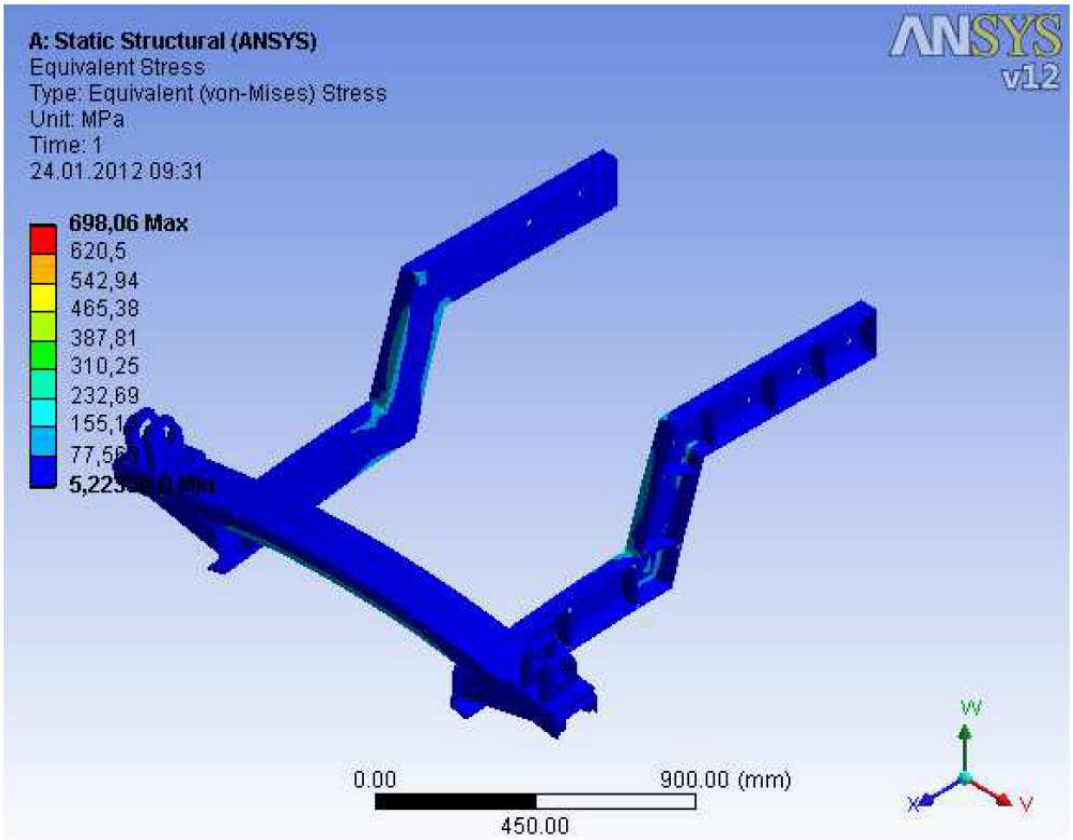
Şekil 20. Şasi Modeli (mesh)



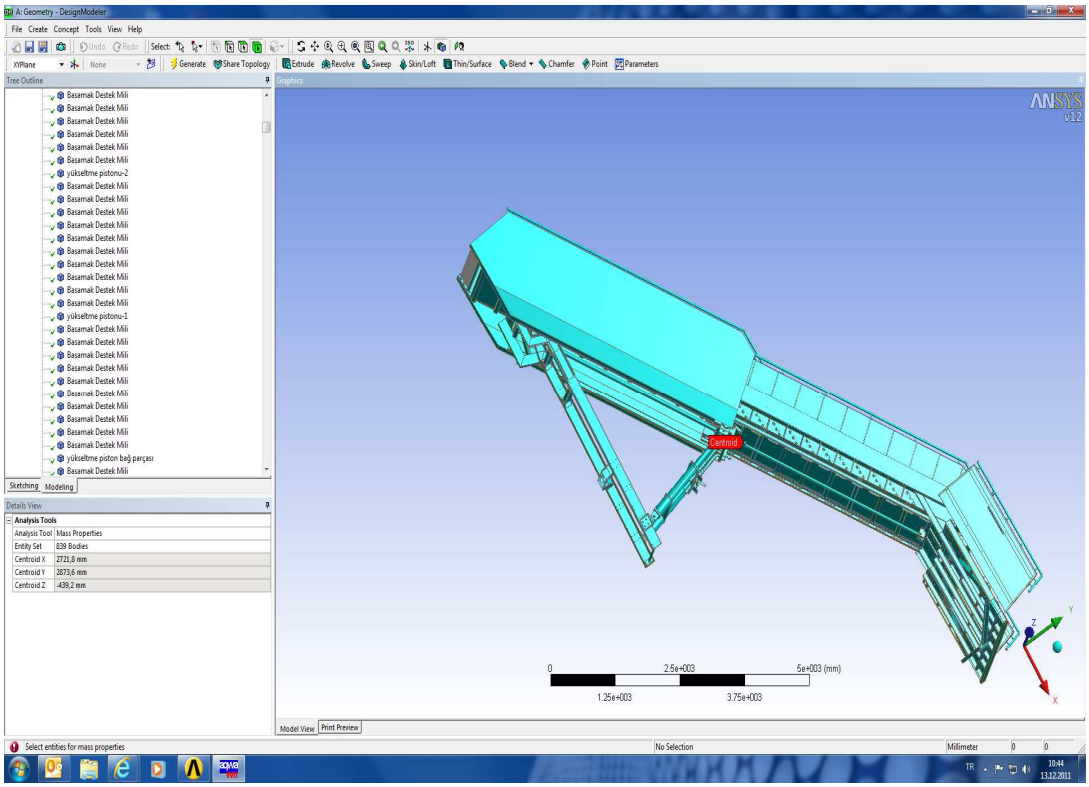
Şekil 21. Şasi Üzerinde Oluşan Gerilmeler



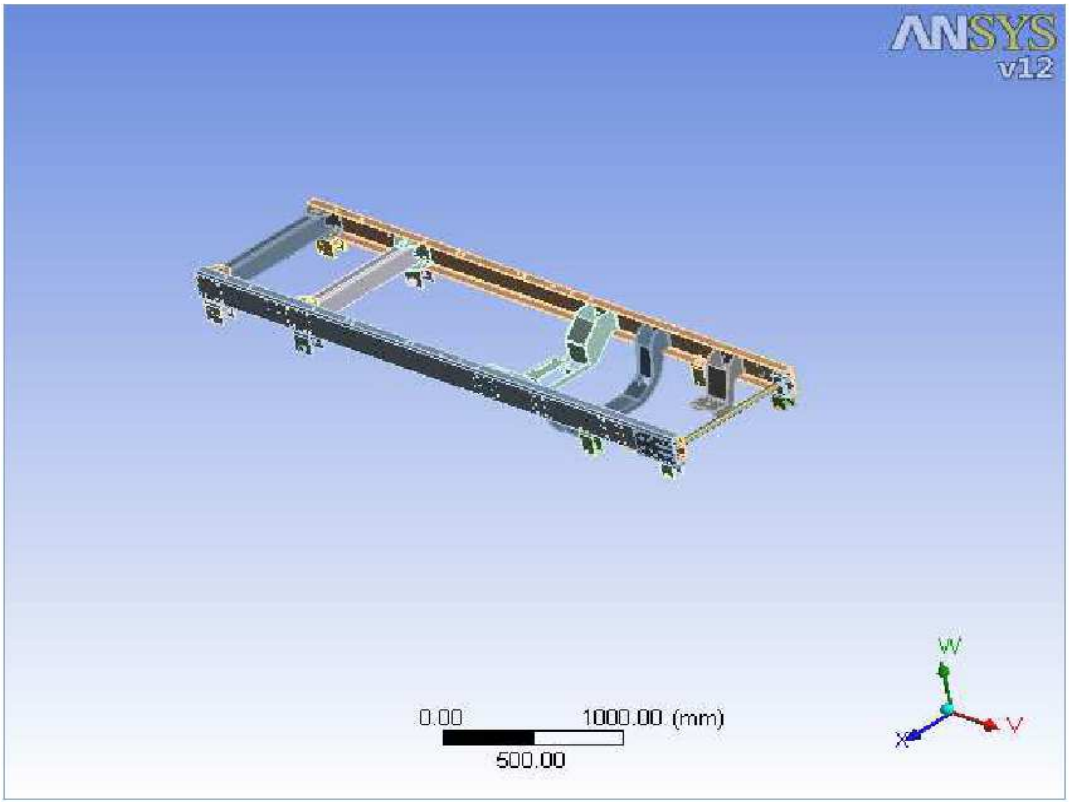
Şekil 22. Aracın Sonlu Elemanlar Analizi İle Yapılan Tasarım Doğrulama Çalışmalarından Örnekler, Şaside Oluşan Yer Değiştirmeler



Şekil 23. Taşıyıcı Ara Akuple Şasi Mukavemet Analizi



Şekil 24. Yolcu Merdiveni Taşıyıcı Şasi Analiz Görünüşü



Şekil 25. Araç Ana Taşıyıcı Şasi Analiz Görünüşü

4. BULGULAR

Merdiven açıklık sınırları için Ek 2.'de verilen uçak kapı yükseklikleri incelenmiş ve mümkün olan en fazla sayıda uçağa hizmet verecek şekilde kapalı konumda 2440 mm ve açık konumda 5880 mm yüksekliğe platformu yükseltecek şekilde tasarımların yapılmasına karar verilmiştir.

Aracın aksları için yapılan değerlendirmeler ve araştırmaların ardından Dana firmasının üretimi olan akslar seçilmiş ve Amerika'dan bu akslar temin edilmiştir. Prototip için yapılan bu seçim seri imalatta yurt içi imalatlardan karşılanabilir. Akslar ile ilgili bilgiler Ek 3.'te görülen kullanım kitabından alınabilir.

Seçilen ön ve arka aks özelliklerine uygun, araç ağırlığını kaldırabilme, aracın yere yakın basit tipte olabilmesi ve ülkemizde rahatça bulunabilecek özelliklere sahip lastik ve jant seçimi 235/85 R 16 tipi olarak değerlendirilmiştir.

Araç ağırlığının 6500 kg, eğim ~8° ve lastik sürtünme katsayısının 0,5 olduğu koşullarda tekerleklerdeki gerekli güç bulunarak Perkins 1104D tipi motor seçimi yapılmıştır. Motor ile ilgili bilgiler Ek 4.'te verilmiştir. Çeşitli ek denemelere izin vermek için prototipte motor gücü hesaplanandan biraz daha fazla olan seçilmiştir.

Seçilen motorun performans değerlendirmesi yapılarak motorun uygun seçildiği sonucuna ulaşılmıştır.

Şasi kalınlığı kesme kuvveti, eğilme momenti ve emniyet katsayısı verileri çıkartılarak şasi kalınlığının 8 mm seçilmesinin uygun olduğu değerlendirilmiştir.

Belirlenen kalınlık kullanılarak şasi ANSYS programı ile analizleri yapılarak 8 mm şasi kalınlığının uygunluğu ve yük altında şaside oluşan yer değiştirme verilerinin uygunluğu görülmüştür.

ANSYS programı ile merdiven taşıyıcı ara akuple şasinin ve yolcu merdiveni taşıyıcı şasinin gerilim ve yer değiştirme verileri uygunluğu kontrol edilmiştir. Analiz sonuçlarına göre emniyetli boyutlar ortaya konmuş ve bunlar imalatta kullanılmıştır.

Arka tekerleklerdeki yükün 3500 kg, sürtünme katsayısının 0,5 ve diferansiyel çevrim oranının 7,17 olması durumunda diferansiyeldeki gerekli döndürme momenti 837 Nm olarak hesaplanmıştır. Bu döndürme momentine uygun olarak Bosch Rexroth marka A10V071DFR/31R tipi 71cm^3 hidrolik pompa ve Bosch Rexroth marka AA2FM107

tipi hidrolik motor seçimi uygun olarak değerlendirilmiştir. Bu elemanlar ile ilgili bilgiler Ek 5 ve 6'da verilmiştir.

Dizel motor ile hidrolik pompa arasına konan elastik kavrama ile ilgili yapılan değerlendirmenin ardından Centaflex kavrama seçiminde karar kılınmıştır. Elastik kavrama ile ilgili bilgiler Ek 7'de verilmiştir.

Güvenlik açısından çok önemli olan aracın fren sistemi ile ilgili hesap ve değerlendirmelerin ardından Bosch firmasının ürettiği HydroMax fren ana silindirinin seçilmesine karar verilmiştir. Bu konu ile ilgili bilgiler Ek 8'de verilmiştir.

Araç hidrolik direksiyon ile kumanda edilmektedir. Ek 9'da araç için seçilen hidrolik direksiyon beyni ile ilgili bilgiler verilmiştir.

Aracın kabin tasarımında ergonomik yaklaşım kullanılarak Türk insanına ait antropometrik veriler dikkate alınmıştır. Kumanda ve göstergelerin yerleşiminde de ergonomik kriterler ön planda tutulmuştur.

Merdiven basamak sayıları havaalanı şartnameleri ve standartları incelenerek sabit kısım 14 basamak, hareketli kısım 13 basamak olarak seçilmiştir.

Aracın seri imalatı düşünülerek bir parça kodlama sistemi oluşturulmuştur. Bu sistem aracın tüm parçalarını içerecek şekilde geliştirilmiş ve maliyet hesabında kullanılacaktır. Kodlama sisteminin yapısı Şekil 26'da örnek bir gruba ait liste de Şekil 27'de verilmiştir.

Projenin sonunda ortaya konan aracın ilk denemeleri trafiğe kapalı alanda gerçekleştirilmiştir. Aracın yürüme organları, hidrolik düzenekleri ve kumandaları başarı ile denenmiştir. Devamında aracın İstanbul Atatürk Havalimanında gerçek çalışma şartlarında denenmesine başlanacaktır. Aracın kullanım el kitabı ile bakım talimatları da hazırlanmıştır.

Araca ait elektrik devre şeması Ek 10'da, Hidrolik devre şeması Ek 11'de verilmiştir. Aracın tüm ekipmanlarının kumandası için bir PLC kontrol sistemi kullanımış olup bu sisteme ait yazılım örneği Ek 12'de görülmektedir.

Bitmiş aracın fotoğrafları Ek 13 bölümünde verilmiştir.

Firma Ürün Grubu	Ürün Alt Grubu	Ürüne ait ana montaj birimleri	Ürüne ait alt montaj birimleri	Montaj Elemanları	rev
12	12	12	12	123	12
Örnek Kodlar:					
01: Asansör	01: HST Merdiven	00: Motor Komplesi	grubu	000: Cıvata 1	00: İlk tasarım
02: Konveyör	02:DT Merdiven	10: Şasi	10:Hareketli Basamak grubu	001: Cıvata 2	01: İlk değişim
03: Çelik Konstrüksiyon	10: HST Foseptik Aracı	20: Sürücü Kabini	20:Taşıyıcı tekerlek grubu	002: Kaynak	
04: Havaalanı Araçları	11: DT Foseptik Aracı	30: Araç üstü bölümler	30:A-Frame	003: Pim	
	20: HST Buz Çözücü	40: Hidrolik Ünite	40:Kilit mekanizması grubu	004: Somun	
99: Diğer	21: DT Buz Çözücü	50: Elektrik komlesi	50:Şasi bağlama	005: Ampul	
	30: ET Konveyör	60: Aktarma organları	60:Platform grubu	006: Sensör 1	
	40: ET Merdiven	70: Diğer		007: Direksiyon	
	50: Çekici				
	60: Bavul				

13 hane

04 10 00 00 001 00 Havaalanı Aracı

Merdiven hidrostatik tahrikli
Motor komplesi
Cıvata 2

Şekil 26. Hazırlanan Parça Kodlama Sistemi

Sno	Parça Kodu	müşteri kodu	Parça Adı	Adeti:	Birim	Birim Fiyatı (TL)	KDV	Toplam:	Temin Yeri:
1	04.11.00.20.001.00		Akü				0,00	0,00	
2	04.11.00.20.002.00		Akü Şasi Kablosu				0,00	0,00	
3	04.11.00.20.003.00		Akü Motor Kablosu				0,00	0,00	
4	04.11.00.20.004.00		Arkaya stop lamba(Park,Sinyal,fren,geri vites)	2	Ad.	16,95	3,05	20,00	
5	04.11.00.20.005.00		Far anahtarı	1	Ad.	14,83	2,67	17,50	
6	04.11.00.20.006.00		Ön far	2	Ad.	50,85	9,15	60,00	
7	04.11.00.20.007.00		Far röle	2	Ad.	8,47	1,53	10,00	
8	04.11.00.20.008.00		Çakar lamba (arkaya - lifte)	2	Ad.	21,19	3,81	25,00	
9	04.11.00.20.009.00		Çakar lamba anahtar	1	Ad.	12,71	2,29	15,00	
10	04.11.00.20.010.00		Sinyal flaşörü	1	Ad.	16,95	3,05	20,00	
11			Altarnatör (Vakumlu)	1	Ad.	211,86	38,14	250,00	
12			Sigorta tablası	2	Ad.	12,71	2,29	15,00	
13			Traktör farı (mafsallı)	2	Ad.	21,19	3,81	25,00	
14			Traktör farı anahtar	1	Ad.	12,71	2,29	15,00	
15			Akü ana sigorta	1	Ad.	12,71	2,29	15,00	
16			12 V Webasto	1	Ad.	1.186,44	213,56	1.400,00	
17			Kabine tavan lambası	1	Ad.	33,90	6,10	40,00	
18			Akü şalteri	1	Ad.	25,42	4,58	30,00	
19			Şarj ve Yağ ikaz düdüğü	2	Ad.	8,47	1,53	10,00	
20			Sinyal kolu	1	Ad.	29,66	5,34	35,00	
21			Çalışma saati	1	Ad.	59,32	10,68	70,00	
22			Fren müşürü (stoplar için)	1	Ad.	8,47	1,53	10,00	
23			Korna	1	Ad.	12,71	2,29	15,00	
24			Geri vites korna	1	Ad.	12,71	2,29	15,00	
25			Dörtlü çakar düğmesi	1	Ad.	16,95	3,05	20,00	
26			Çamurluk sinyali	2	Ad.	12,71	2,29	15,00	
27			Mazot göstergesi	1	Ad.	42,37	7,63	50,00	
28			Kablo, Hortum, Kelepçe vs...	1	Ad.	10,00	1,80	10,00	
29			Far ampul	6	Ad.	10,00	1,80	60,00	
30			Kabin Silgi Motoru	1	Ad.	55,00	9,90	55,00	
31			Kabin Silgi Motor Anahtarı	1	Ad.	25,00	4,50	25,00	

Şekil 27. Parça Kodlama Sistemi Elektrik Ekipman Listesi Görünüşü (Seçilmiş bölüm)

5. SONUÇ

Bu proje ile birlikte ülkemiz, üniversitemiz, proje öğrencisi ve destekleyici firma yeni bir ürün/süreç bilgisini edinmiştir. Mevcut araç teknolojileri, imalat süreçleri uygulanarak sonraki imalatı yapılacak araçlarda imalat süreçlerinin ve tekniklerinde köklü yeniliklerin yapılmasına olanak sağlanmıştır.

Kalite standardizasyonu, imalat süresi, maliyetleri ve hataların iyileştirilmesi yönünde veriler uygulama esnasında elde edilmiştir.

Standartlara ve teknik şartnamelere uygun, tasarımı özgün araçlar imal edilmiştir.

Kullanım alanına motor performansı olarak en uygun, daha çevreci, daha düşük maliyetli ve kullanışlı bir araç üretilmiştir.

Mevcut araçlardan üretim maliyetleri %20 daha düşük, yakıt tüketimi %10 daha düşük, %15 daha hafif, mümkün olduğunca geri dönüşümlü ve çevreci malzemelerin kullanıldığı bir araç üretilmiştir.

Araç teknolojilerinde gelişmekte olan hidrostatik, elektrik ve hidrojen kullanımını uygun kılan araçların tasarımı için yardımcı fikirler edinilmiştir.

Üniversite-Sanayi işbirliği konusunda aşama kaydedilerek gelecekte benzer başka projelerin sürdürülmesine olanak verilmiştir.

Seri imalata geçilmesi durumunda bu alanda yıllık 1.500.000 Euro olan ithalatın önüne geçilmesine olanak verecek ve yıllık üretiminin %80'inin ihraç edileceği düşünülürse yıllık 6.500.000 Euro döviz girdisi sağlayan bir ürün ortaya konulmuştur.

Ülkemizde nitelikli iş gücü istihdamının sağlanabileceği bir iş sahası yaratılmıştır. Seri imalata geçmesi durumunda en az 80 yeni nitelikli personel istihdamı yaratacak bir ürün ortaya konulmuştur.

Sonuç olarak; özgün tasarımlı ve ekonomik bir ürünün ortaya konduğu ve ticari olarak ürünün başarılı olacağı düşünülmektedir. Projenin devamı olarak bu araç ve benzeri yer hizmet araçlarının elektrik ile tahrikli olanları düşünülmeye başlanmış olup firma içerisinde sağlanan bilgi birikimi ile bu alanda yakın zamanda bir proje daha üretilecektir.

EKLER

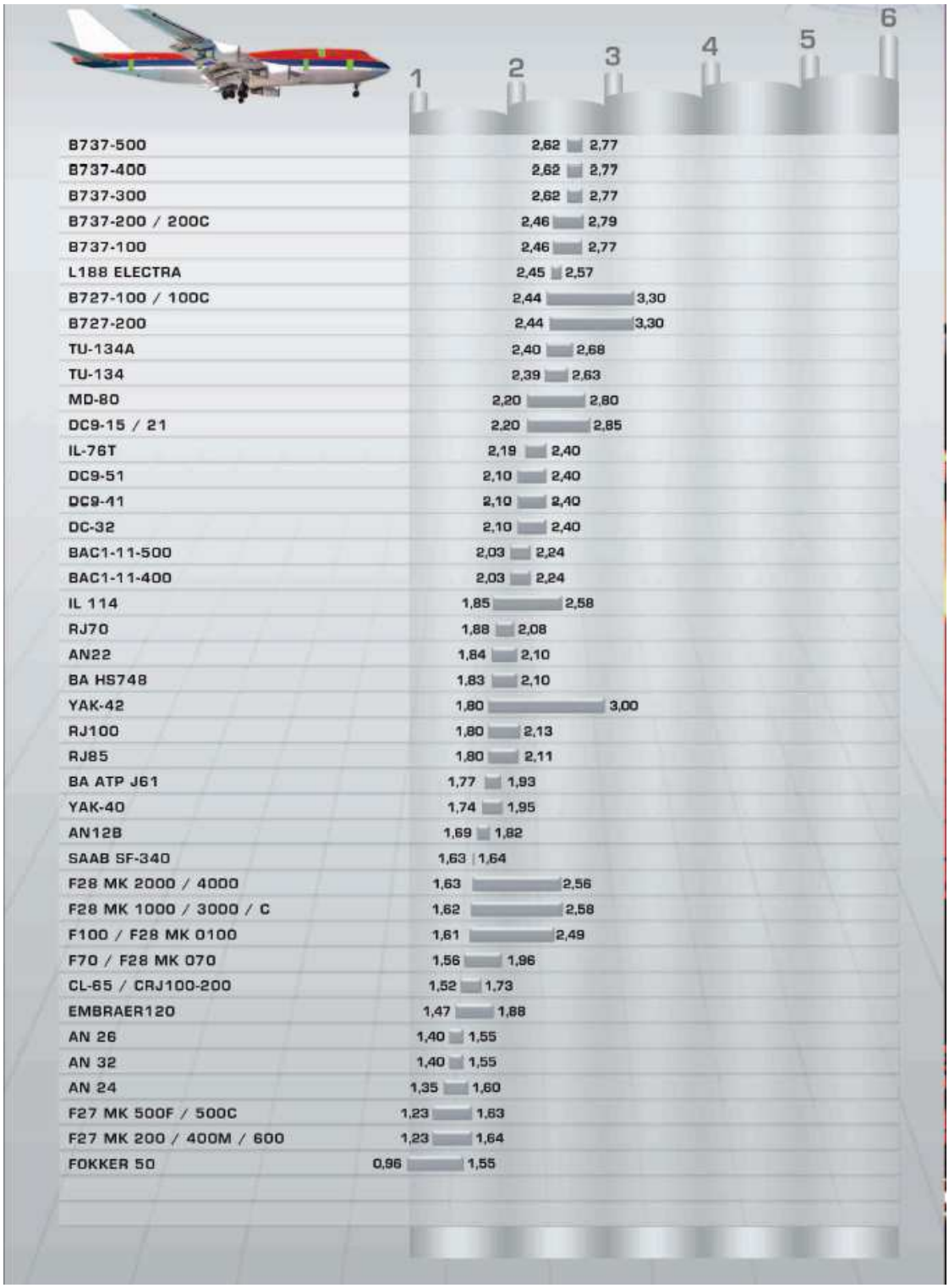
Ek 1. İstek Listesi (Örnek alınan kısım)

HAVAALANI YER TECHİZAT ARACI İSTEK LİSTESİ				
TARİH: 08.11.2010				
No	İstek/Şart	Sorumlu	Tarih	Not
1	Proje kapsamında *HİDROSTATİK TAHRİKLİ BİR MERDİVEN ARACI*nın tasarımı ve imalatı yapılacaktır.			
2	Yolcu merdivenleri EN 1915-1'e uygun olmalıdır. Güç hesaplamaları da EN 1915-2'ye göre yapılmalıdır.			
3	Yolcu merdivenlerinde, bir üst (ana) platform ve basamak sayısının 18'i geçtiği yerde bir orta platform bulunmalıdır.			Basamak sayısı ne olacak?
4	Yolcu merdiveni, yatay bir düzlem üzerine oturtulduğunda; basamak ve platform eğikliği, tasarlanan her çalışma konumu için, ± 3° (%5)'i geçmeyecektir.			
5	…			
22	**Korkuluklar:** Kenar korkuluk panelleriyle birlikte, trabzanlar veya korkuluklar, EN 1915-1 Madde 5.12'ye uygun olarak, basamak grubunun, orta platformun ve üst (ana) platformun her iki kenarı üzerinde de bulunmalıdır.			
23	Trabzan bölümleri arasında her noktada tam süreklilik korunmalıdır. Üst üste binen trabzan bölümleri için, yan yana diziimiş bölümler arasındaki mesafe, en fazla 150 mm olmalıdır.			
24	Trabzanlar, yaralanmaya yol açabilecek hiçbir çıkıntı veya köşe içermemelidir. Alt yüzeyleri dahil, her yeri pürüzsüz olmalıdır. Açık birleşme yerlerine izin verilmemelidir. Kenarlar ve köşeler. **en az 5 mm'lik yarıçapla yuvarlatılmış** olmalıdır.			
25	Trabzanlar kolayca değiştirilebilir, yerine yenisi takılabilir olmalı ve kişilerin giyeceklerini tahrip etme veya kirletme olasılığını engellemek amacıyla uygun şekilde son işleme tabi tutulmuş olmalıdır.			

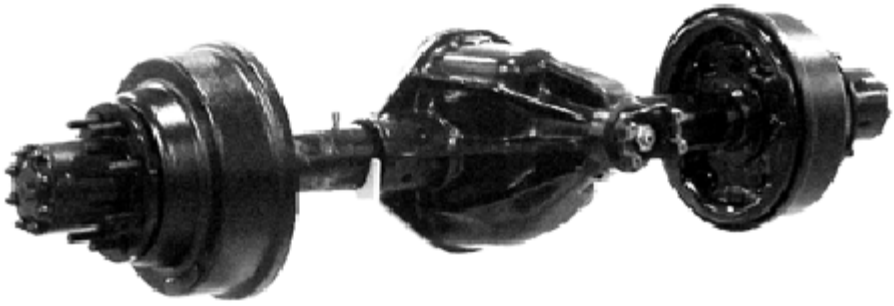
26	Korkuluklar, basamağın bitişik basamağa dayandığı noktadan 500 mm yüksekliğe kadar aralıksız korkuluk panellerini kapsamalıdır. Trabzan ve korkuluk paneli arasındaki boşluk en fazla 450 mm olmalıdır. **Not** - Tercihan, bütün korkuluk panelleri kesintisiz olmalıdır.			
27	Korkulukların veya kenar korkuluk panellerinin en az yüksekliği aşağıdaki gibi olmalıdır: Basamak grubu (basamakların bitişik basamağa dayandıkları noktada ölçülen) .....: 0,9 m. Platformlar.....: 1,0 m.			
28	Korkuluklar; eşit dağılımlı her metre. uzunluğu üzerinde, kalıcı herhangi bir biçim bozulmasına yol açmadan, 1000 N'luk bir yüke maruz kaldığında, en fazla 20 mm/m 'lik bir eğilme oluşturacak şekilde tasarımlanmış olmalıdır.	FCB		Rijitlik hesabı yapılacak.
29	**Kaldırıcı cihazlar ve denge:** Denge hesaplamaları ve deneyler, EN 1915-2'ye uygun olmalıdır.			
	...			
57	**Uyarılar:** Aşağıdaki uyarılar, göze çarpan belli yerlere kalıcı olarak, tercihan piktogram kullanılarak, tutturulmalıdır: - Hareket halindeki kısımlardan uzak dur, - Dengeleyicilerden uzak dur, - Bakım sırasında bir desteğe dayanmamış kısımlardan uzak dur.			
58	**Talimatlar:** Her yolcu merdiveniyle birlikte, çalışma ve bakım talimatları sağlanmalıdır. Bunlar genel olarak EN 1915-1, Madde 6.2'deki kuralları karşılamalıdır. Ayrıca, çalıştırma ve bakım talimatları, basamağın türü ve tasarımına bağlı olarak aşağıdakileri de içermelidir: - Yolcu merdiveniyle aynı seviyede uçak kapı eşik yükseklikleri ve/veya türleri, - Yolcu merdiveninin uçakta konumlandırılması ve ayarlanması ile ilgili bilgiler, - Engel tertibatlarının kullanımıyla ifgili bilgiler (Madde 5.1.9), - Operatör tarafından rutin olarak yapılacak kontroller, - Operatör için asgari eğitim programı, - Örtü (kanopi), otomatik seviyelendirme sistemi gibi isteğe bağlı donanım hakkında			

59	**Kuralların Doğrulanması:** Kuralların doğrulanması EN 1915-1 ve EN 1915-2, Madde 7'ye uygun olarak gerçekleştirilmelidir. Aşağıda verilenler fonksiyon deneyleriyle doğrulanmalıdır: - Hareket sırasındaki yer açıklığı (Madde 5.1.7), - Konumlandırma sırasında görüş açıklığı (Madde 5.1.8), - Engel tertibatlarının fonksiyonu (Madde 5.1.9), - Basamak grubu ve platformun aydınlatılması (Madde 5.1.10), - Menteşelenmiş alt basamağın idaresi (Madde 5.2.5), - Kayan korkuluk panelinin harekete geçirilişi (Madde 5.3.4), - Yükseklik ayarlama sistemi (Madde 5.5.2), - Pozitif uyumlu koruyucunun çalıştırılması (Madde 5.5.3), - Kontroller, izleme tertibatları ve göstergeler (Madde 5.6), - Alçaltma ve dengeleyi kontrol için yardımcı araçlar (Madde 5.7), - Otomatik seviyelendirme sistemi (Madde 5.9), - Frenler, dümenle idare, aydınlatma ve uyarı cihazları (EN 1915-1).			
60	**Standartta yer alan Tehlikeler Listesi kontrol edilmelidir.**			

Ek 2. Çeşitli Uçak Tipleri İçin Kapı Yükseklikleri (Denge Firma Kataloğu)


1
2
3
4
5
6
B737-500 2,62 2,77
B737-400 2,62 2,77
B737-300 2,62 2,77
B737-200 / 200C 2,46 2,79
B737-100 2,46 2,77
L188 ELECTRA 2,45 2,57
B727-100 / 100C 2,44 3,30
B727-200 2,44 3,30
TU-134A 2,40 2,68
TU-134 2,39 2,63
MD-80 2,20 2,80
DC9-15 / 21 2,20 2,85
IL-76T 2,19 2,40
DC9-51 2,10 2,40
DC9-41 2,10 2,40
DC-32 2,10 2,40
BAC1-11-500 2,03 2,24
BAC1-11-400 2,03 2,24
IL 114 1,85 2,58
RJ70 1,88 2,08
AN22 1,84 2,10
BA HS748 1,83 2,10
YAK-42 1,80 3,00
RJ100 1,80 2,13
RJ85 1,80 2,11
BA ATP J61 1,77 1,93
YAK-40 1,74 1,95
AN12B 1,69 1,82
SAAB SF-340 1,63 1,64
F28 MK 2000 / 4000 1,63 2,56
F28 MK 1000 / 3000 / C 1,62 2,58
F100 / F28 MK 0100 1,61 2,49
F70 / F28 MK 070 1,56 1,96
CL-65 / CRJ100-200 1,52 1,73
EMBRAER120 1,47 1,88
AN 26 1,40 1,55
AN 32 1,40 1,55
AN 24 1,35 1,60
F27 MK 500F / 500C 1,23 1,63
F27 MK 200 / 400M / 600 1,23 1,64
FOKKER 50 0,96 1,55

Ek 3. Araçta Kullanılan Arka Aks Bilgileri (Dana Firma Kataloğu)



AXLE MODEL 70B TECHNICAL SPECIFICATION SHEET

GENERAL SPECIFICATIONS	
Nominal GAW Rating	7,500 Lbs. / 2,590 Kg.
Output Torque (max)	7,000 Ft. Lbs. / 970 Kgm.
Output Torque (continuous)	1,750 Ft. Lbs. / 210 Kgm.
Type	Full Float, Carrier Type Housing
Hub to Hub Mounting Surfaces	Variable
Approximate Weight	250 Lbs. / 113.4 Kg.

HOUSING	
Carrier	Ductile Iron
Tube Diameter	3.56 In. / 90.00 Mm.

AXLE SHAFTS	
Body Diameter	1.38 In. / 35.00 Mm.
Spline Diameter	1.50 In.-35T / 38.00 Mm.

WHEEL MOUNTING	
Drum Brake	
Wheel Pilot Diameter	4.75 In. / 121.00 Mm.
Bolt Pattern	Eight 5/8" - 18 bolts on a 6.5" Dia. Circle Eight 15.88 Mm. - 18 bolts on a 165.1 Mm. Dia Circle
Hub Only (No Brake)	
Wheel Pilot Diameter	4.75 In. / 121.00 Mm.
Bolt Pattern	Eight 5/8" - 18 bolts on a 6.5" Dia. Circle Eight 15.88 Mm. - 18 bolts on a 165.1 Mm. Dia Circle

BRAKES (OPTIONAL)		
Size and Type	Drum	12.00 x 3.00 In. Bolt / 304.8 x 76.2 Mm. Diameter
Torque Rating		55,000 Lb.-In. / 74570.1 Nm @ 1800 Psi. / 124.11 Bar.

DIFFERENTIAL			
Differential Capacity	2 Pinion	Limited Slip	Standard
Side Bearing	Tapered Roller		
Power-Lock Type	Optional		

LUBRICATION
Differential Capacity
Approximately 6.75 Pints/3194.1 Cubic Centimeter

GEARS	
Hypoid Gear O.D.	10.5 In. / 267 Mm.
Pinion Input Spline	1.25 In-T29 / 32 Mm-T29

INPUT JOINTS				
JOINT SERIES	YOKE ASSY.	FLANGE ASSY.	DIMENSION D (In.)	DIMENSION D (Mm.)
1310	2-4-3801X		13.59	345.26
1330	3-4 4291X		N/A	N/A
1350	3-4 5731 1X		13.66	346.86
1410	3-4 5711 1X		13.84	351.56
1350		3-1-4041X	12.72	323.04

APPLICATION DIM. A	
MAX.	74.00 In. / 1879.60 Mm.
MIN.	30.27 In. / 768.86 Mm.

DIFFERENTIAL RATIOS
Carrier
4.1, 4.88, 5.13, 5.86, 6.17, 7.17

APPLICATION POLICY

Capability ratings, features and specifications vary depending upon the model type of service. Application approvals must be obtained from Spicer Off-Highway Products Division. We reserve the right to change or modify our product specifications, configurations, or dimensions at any time without notice.

Ek 4. Araç İçin Seçilen Dizel Motor Bilgileri

With the success of their 1100 Series, single platform engines, Perkins have taken development further with the introduction of the new 1100D range to the Series.

The 1100D range is the ultimate power solution and available with mechanical or electronic control. All electronically controlled models in this range now incorporate proven components of Caterpillar® ACERT™ Technology.

The 1100D range with their wide choice of build options, plus all the features and benefits, present a secure future for all our customers at Tier 3/Stage IIIA emissions legislation; and is the platform on which the long-term solution to Tier 4/Stage IIIB legislation will be built.

Perkins®

1100 Series

1104D-44T

74.5 kW / 99.9 bhp at 2200 rpm

Powered by Your Needs

- The 1100D range offers the possibility to move between different fuel system technologies and aspirations.
- The 1104D mechanical range offers a class-leading choice of aspirations. This includes turbocharged and turbo aftercooled models for use worldwide, with the addition of a naturally aspirated model for markets outside of the US.

State of the Art Design

- Latest diesel technology development used in mechanical control system.
- Minimised impact on heat rejection and fuel consumption.

Component Commonality

- Shared front and rear ends and 'repeated' components - pistons, con rods and valve gear.
- Rationalised inventory, streamlined training and consistent serviceability.

Reduced Noise

- Noise minimised at source - engine sound levels have been reduced by up to 1 dBA.
- Reduction in noise suppression costs.

Lower Installation Costs

- Virtually identical hook-up points and envelope size as the 1104C model.
- Customer enjoys a seamless transition during the emissions changeover process.

Lower Operating Costs

- Service intervals are 500 hours standard.
- Perkins comprehensive warranty cover for two years (up to 3,000 hours). With three years on major engine components.
- Low usage warranty package is also available.

Product Support

- Through an experienced network of distributors and dealers, fully trained engine experts deliver total service support around the clock, 365 days a year. This global network uses a comprehensive suite of web based tools covering technical information, parts identification and ordering systems, all dedicated to maximising the productivity of your engine.
- Throughout the entire life of a Perkins engine, we provide access to genuine OE specification parts giving 100% reassurance that you receive the very best in terms of quality for lowest possible cost... wherever your Perkins powered machine is operating in the world.

Meets Tier 3, Stage IIIA emissions requirements. Tier 3 refers to EPA (US) standards. Stage IIIA refers to European standards.

Performance Data	Gross Intermittent (ISO 14396)	Speed (rev/min)
Power Output (kW)	74.5	2200
Power Output (bhp)	99.9	2200
Peak Torque (Nm)	392.0	1400
Peak Torque (lbf ft)	289.1	1400

The above ratings represent the engine performance capabilities to conditions specified in ISO 8528/1, ISO 3046/1:1986, BS5514/1
Derating may be required for conditions outside these; consult Perkins Engines Company Limited
All information in this document is substantially correct at time of printing and may be altered subsequently

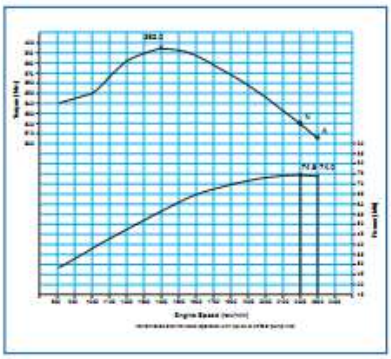
Publication No. 1898/01/06 Produced in England ©2006 Perkins Engines Company Limited

1100 Series

1104D-44T

Engine Specification

- Engine ratings
- SAE A or SAE B PTO drive
- Timing case and gear driven auxiliaries
- Flywheel housings
- Flywheel and starter rings
- Oil filter positions
- Adapter plates
- Starter motors
- Fan drives and locations
- Lubricating oil filters and breathers
- Front-end drives
- Alternators
- Belt driven auxiliaries
- Induction manifolds
- Exhaust manifolds
- Fuel filter positions
- Cold start aids
- Engine mountings
- Cooling packs
- Air compressor



Note: lower speed ratings cannot be read off this curve

General Data

Number of cylinders	4 vertical in-line
Bore and stroke	105 mm x 127 mm
Displacement	4.4 litres
Aspiration	Turbocharged
Cycle	4 stroke
Combustion system	Direct injection
Compression ratio	16.2:1
Rotation	Anti-clockwise, viewed on flywheel
Cooling system	Liquid
Dimensions	Length 663 mm
	Width 597 mm
	Height 810 mm
Dry weight	306 kg

Final weight and dimensions will depend on completed specification.

Perkins

Perkins Engines Company Limited
Peterborough PE1 5NA
United Kingdom
Telephone +44 (0)1733 583000
Fax +44 (0)1733 582240
www.perkins.com

Distributed by

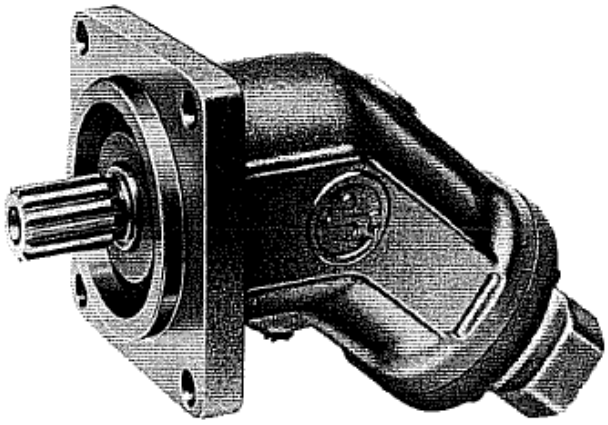
All information in this document is substantially correct at time of printing and may be altered subsequently.
Publication No. 1698/01/08 Produced in England ©2008 Perkins Engines Company Limited

	Option group	Ref. code	Description	ONAY/TALEP
	A Rating	A0104	54 kW @ 2200 rpm/min	OK
	AM ECM	AM000	Not required (mechanical engines only)	OK
FRONT END	F Fan drive	F0061	Fan centre 262 mm (10.31 in) pulley Dia. 140 mm	OK
	K Crank pulley	K0004	Cast iron, twin groove, 200 mm diameter 12,7 mm belt	OK
	M Fan and extensions	M2324	457.2 mm (18 in) Puller, 10 blade, with 51 mm (2.0 in), fan extension	OK
	N Alternator	N0131	12V, 100A, lug mounted alternator	OK
	NL Alternator branding	NL001	Standard	OK
	P Belt driven auxiliaries	P0003	Auxiliary drive, single groove pulley, 140 mm diameter	OK
	Q Power take off (pto) drive - crankshaft	[illegible]	Hydraulic pump drive adapter, 2 bolt flange, SAE flange, 13 tooth spline, 1:25	MOTORUN SERBEST TARAFINDA
	Q Power take off (pto) drive - crankshaft	Q3036	Hydraulic pump drive adapter, 2 bolt flange, SAE flange, 13 tooth spline, 1:25	DIŞER TARAFTA
BACK END	B Adaptor plate	B0000	Not required	OK
	C Flywheel housing	?	?	YEDEK PARÇA SERİ NO: 37138092
	D Flywheel and starter ring	?	?	YEDEK PARÇA SERİ NO: 41117314
	E Starter motor	E0301	12V 3.2 kW LHS, suitable for dry back end only	OK
	EL Starter motor branding	EL001	Standard	OK
ASPIRATION	S Turbocharger, manifold	S0000	Not required	OK
	SD Turbocharger exhaust hardware	SD000	Not required	OK
	T Induction connections	T6010	Rear, horizontal straight connection	OK
	U Exhaust manifolds	U0400	Centre down	OK
	UD Exhaust hardware	UD003	Studs, nuts, flange and gaskets only	OK
OIL	G Lubricating oil sump	G0602	Aluminium, shallow rear well sump, Dipstick long, LHS	OK
	ZG Sump drain	ZG000	Standard sump plug	OK
	H Lubricating oil fillers and breathers	H0110	Closed breather,Top cover, filler middle	OK
	HL Breather branding	HL001	Standard	OK
	HD Timing case oil fillers	HD000	Timing case filler, not required	OK
	J Lubricating oil filter and cooler	J0051	Vertically down filter, LHS, with oil cooler	OK
	JD Lubricating oil filter branding	JD001	Standard	OK
	R Balancer	R0001	Balancer fitted	OK
FUEL	V Fuel filter secondary	V2201	Single, LHS, centre of cylinder head, FIP boost capsule fuel return to tank	OK
	VD Fuel filter secondary branding	VD001	Standard	OK
	ZB Fuel systems	ZB000	Fuel cooler not supplied	OK
	ZV Fuel filter primary	ZV011	Single filter including water separator, supplied loose	OK
COOLANT	L Coolant pump and thermostat housing, outlet connection	L0053	Coolant pump with horizontal coolant outlet connection, RHS with thermostat assembly	L0053 OK
	ZM Radiator	ZM000	Not required	OK
	ZZ Cab heater connections	ZZ014	Feed LHS cylinder head, angled return to rear of the timing case	OK
CONTROLS	W Cold start aid	W0011	Glow plugs, busbar with stud and nut	OK
	ZE Heater switch	ZE000	Not required	OK
	ZJ Lubricating oil pressure switch	ZJ008	Lubricating oil sampling valve fitted in pressure rail	ZJ008 OK
	ZL Coolant temperature gauge and sender		DİŞ ÖLÇÜLERİ NEDİR?	KÖR TAPA OLARAK GELSİN
	ZN Engine wiring harness	ZN000	No wiring harness required	OK
DRESS	X Lifting eyes	X0001	Front LHS and rear RHS (Max. Load 600 kg - engine and transmission)	OK
	Y Paint	Y0000	Lacquer	OK
	ZC Engine mountings	ZC000	Not required, blanking plugs only	OK
	ZY Emissions labels	ZY005	Emissions label, RHS block, Eurot low and Perkins decal	OK

Ek 5. Araç İçin Seçilen Hidrolik Motor Bilgileri

RA 91 001/08.97

MANNESMANN REXROTH	Fixed Displacement Motor AA2FM (A2FM) Series 6, for Open and Closed Circuits Axial Piston, Bent Axis Design	RA 91 001/08.97 Replaces: RA 91001/07.95 RA 91003/05.95 RA 91025/05.95
Bruininghaus Hydromatik	Sizes 5...1000 — Nominal Pressure up to 5800 psi (400 bar) — Peak Pressure up to 6500 psi (450 bar)	



The fixed displacement motors AA2FM (A2FM) of axial piston, bent axis design is made suitable for hydrostatic drives in open and closed circuits.

Output speed is proportional to input flow and inversely proportional to displacement. Drive torque increases with the pressure drop across the unit.

The motor is suitable for use in mobile and industrial applications.

Careful selection of the displacements offered, permit sizes to be matched to practically every application.

- Favourable power / weight ratio
- Compact and economic design
- Optimum efficiency
- One piece pistons with piston rings
- Patented cylinder block drive system

MANNESMANN REXROTH

Technical Data

Hydraulic fluid

We request that before starting a project detailed information about the choice of pressure fluids and application conditions are taken from our catalogue sheets RA 90220 (petroleum oil), RA 90221 (environmentally acceptable hydraulic fluids) and RA 90223 (fire resistance fluids, HF).

When using HF- or environmentally acceptable hydraulic fluids possible limitations for the technical data have to be taken into consideration. If necessary please consult us or your fluid supplier (please indicate type of the hydraulic fluid used for your application on the order sheet).

Operating viscosity range

In order to optain optimum efficiency and service life, we recommend that the operating viscosity (at operating temperature) be selected from within the range:

Optimum operating viscosity ν_{opt} = 80...170 SUS (16...36 mm²/s)

referred to the loop temperature (closed circuit) or reservoir temperature (open circuit).

Viscosity limits

The limiting values for viscosity are as follows:

Sizes 5...200

ν_{min} = 42 SUS (5 mm²/s)
short term at a max. perm. temperature of t_{max} = 240 °F (115 °C)

ν_{max} = 7400 SUS (1600 mm²/s)
short term on cold start (t_{min} = -40 °F / °C)

Sizes 250...1000

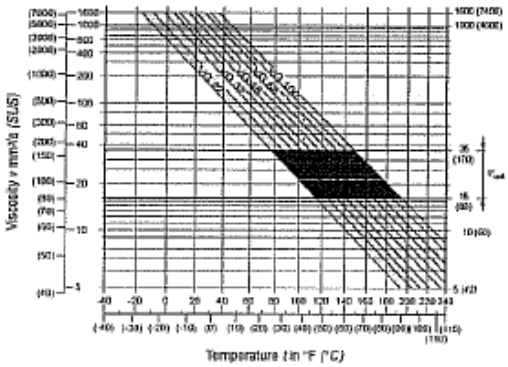
ν_{min} = 60 SUS (10 mm²/s)
short term at a max. perm. leakage oil temp. of t_{max} = 195 °F (90 °C)

ν_{max} = 4600 SUS (1000 mm²/s)
short term on cold start (t_{min} = -13 °F / -25 °C)

Please note that the max. fluid temperature is also not exceeded in certain areas (for instance bearing area).

At temperatures of -13 °F up to -40 °F (-25 °C up to -40 °C) special measures may be required for certain installation positions. Please contact us for further information.

Selection diagram



Notes on the selection of the hydraulic fluid

In order to select the correct fluid, it is necessary to know the operating temperature in the loop (closed circuit) or the reservoir temperature (open circuit) in relation to the ambient temperature.

The hydraulic fluid should be selected so that within the operating temperature range, the operating viscosity lies within the optimum range (ν_{opt}) (see shaded section of the selection diagram). We recommend that the highest possible viscosity range should be chosen in each case.

Example: At an ambient temperature of X°, the operating temperature (closed circuit: loop temperature; open circuit: reservoir temperature) is 140 °F (60 °C). Within the optimum operating viscosity range (ν_{opt}; shaded area), this corresponds to viscosity grades VG 46 or VG 68. VG 68 should be selected.

Important: The leakage oil (case drain oil) temperature is influenced by pressure and motor speed and is always higher than the circuit temperature or the reservoir temperature.

However, at no point in the system may the temperature exceed 240 °F (115 °C) for sizes 5...200 or 195 °F (90 °C) for sizes 250...1000.

If it is not possible to comply with the above conditions because of extreme operating parameters or high ambient temperature, please consult us.

Filtration

The finer the filtration the better the achieved purity grade of the pressure fluid and the longer the life of the axial piston unit.

To ensure the functioning of the axial piston unit a minimum purity grade of:

9 to NAS 1638
6 to SAE
18/15 to ISO/DIS 4406 is necessary.

At very high temperatures of the hydraulic fluid (195 °F to max. 240 °F / 90 °C to max. 115°C, not permissible for sizes 250...1000!) at least cleanless class

8 to NAS 1638
5 to SAE
17/14 to ISO/DIS 4406 is necessary.

If above mentioned grades cannot be maintained please consult us.

Direction of flow

clockwise rotation	counter-clockwise rotation
A to B	B to A

Speed range

There is no limitation on minimum speed n_{min}. If uniformity of rotation is required, however, speed n_{min} should not be allowed to fall below 50 rpm.

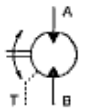
See table on page 7 for max. permissible speeds.

Installation position

Any installation position possible. The motor housing must be filled with fluid prior the commissioning, and must remain full whenever it is operating.

For extensive information on installation postiion, please consult our data sheet RA 90270 before completing your design work.

Symbol



Connections

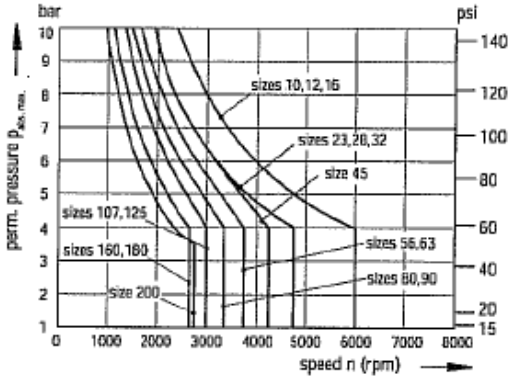
A, B Service line ports
T Drain port

Technical Data

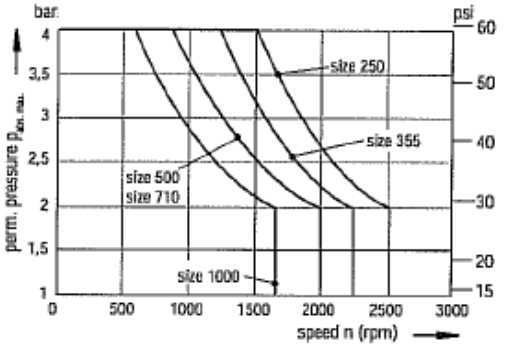
Case drain pressure
The lower the speed and the case drain pressure the higher the life expectation of the shaft seal ring.

Shaft seal ring FPM (fluor-caoutchouc)
The values shown in the diagram are permissible loads of the seal ring and shall not be exceeded.
At stationary pressure loads in the range of the max. admissible leakage pressure a reduction of the life experience of the seal ring will result.
For a short period (t < 5 min.) are for the sizes 10...200 pressure loads up to 75 psi (5 bar) permissible, independent from rotational speeds.

Sizes 10...200



Sizes 250...1000



Special operation conditions may require limitations of these values.

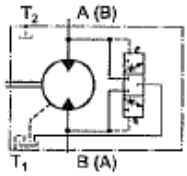
Note:
- maximum permissible motor speeds are given in the table on page 7
- max. perm. housing pressure $p_{abs.max}$ 145 psi / 10bar (sizes 5...200)
  60 psi / 4 bar (sizes 250...1000)
- the pressure in the housing must be the same as or greater than the external pressure on the shaft seal.

Flushing valve
In order to prevent excessive heat build-up in closed circuit operation, it is possible to fit a flushing valve (built into the port plate). Two such valves are available:
- an integrated flushing valve (built into the port plate) *(sizes 23...90)*
- a built-on flushing and boost pressure relief valve *(sizes 45...180, 250)*

Integrated flushing valve (6)
- switching pressure Δp ≥ 115 psi / 8 bar (this value is lower than the starting pressure of an unloaded motor).
- closed in centre position (Δp < 115 psi / 8 bar).

Sizes		23-32	45-63	80-90
Flushing	gpm	0.66	0.82	1.1
volume	L/min	2,5	3,1	4,1

Values given for low pressure Δp = 365 psi (25 bar)



Built-on flushing and boost pressure relief valve (7)
This valve is built on to the fixed displacement motor. It must then be noted that only a port plate with ports at side is then available (port plate **52**).

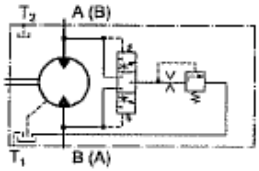
The flushing and boost pressure relief valve has a fixed setting of 230 psi / 16 bar (the setting of the primary boost pressure relief valve must be noted) and is used to safeguard the minimum boost pressure. A fixed flow of fluid is taken via an orifice from the low pressure side of the circuit and fed into the motor housing. This flow is then passed back to reservoir with the case drain fluid. Fluid thus removed from the closed circuit must be made up by means of the boost pump.

Different orifice sizes may be used to select varying flows of flushing fluid.

Flows (at low pressure Δp = 365 psi / 25 bar) *

Size	Flow	Orifice No.
45, 56, 63	0.93 gpm (3,5 L/min)	651766/503.12.01.01
80, 90	1.32 gpm (5 L/min)	419695/503.12.01.01
107, 125	2.11 gpm (8 L/min)	419696/503.12.01.01
160, 180	2.64 gpm (10 L/min)	419697/503.12.01.01
250	2.64 gpm (10 L/min)	

* Standard flushing volumes (for sizes 45...180 flushing volumes of 0.93-2.64 gpm / 3,5 - 10 L/min can be supplied. If a flushing volume different from the standard flushing volume is required, please indicate the requested orifice in clear text when ordering).



Long-Life bearings (L) (sizes 250...1000)
(for high life expectancy and use of HF-fluids)

The outer dimensions of the axial piston motors are identical to standard design (without long life bearings). The change from standard design to long life bearing system is possible.
We recommend to apply bearing flushing at port U.

Bearing flushing
For sizes 250...1000 bearing and housing flushing is possible through port U.

MANNESMANN REXROTH

Technical Data

Operating pressure range

Maximum pressure at port A or B (Pressure data to DIN 24312)

AA2F	Sizes	10	12	16	23	28	32	45	56	63	80	90	107	125	160	180	250	Nominal Pressure	Peak Pressure
Shaft end:	S	●	●	●	●	●	●	●					●	●	●	●		5800 psi (400 bar)	6500 psi (450 bar)
	S								●	●							●	5100 psi (350 bar)	5800 psi (400 bar)
	Q										●							4350 psi (300 bar)	5100 psi (350 bar)
	Q											●						4000 psi (280 bar)	4600 psi (315 bar)
	T								●	●								5800 psi (400 bar)	6500 psi (450 bar)
	U										●	●	●	●				5800 psi (400 bar)	6500 psi (450 bar)
	B		●	●	●	●	●		●	●			●	●	●	●		5100 psi (350 bar)	5800 psi (400 bar)
	P	●						●										5100 psi (350 bar)1)	5800 psi (400 bar)
	K																●	5100 psi (350 bar)	5800 psi (400 bar)

A2F	Sizes	5	200	355	500	710	1000	Nominal Pressure	Peak Pressure
Shaft end:	Z			●	●	●	●	5100 psi (350 bar)	5800 psi (400 bar)
	A		●					5800 psi (400 bar)	6500 psi (450 bar)
	P			●	●	●	●	5100 psi (350 bar)	5800 psi (400 bar)
	B		●					5100 psi (350 bar)	5800 psi (400 bar)
	B	●						3000 psi (210 bar)	3600 psi (250 bar)
	C	●						4600 psi (315 bar)	5100 psi (350 bar)

With pulsating loads over 4600 psi (315 bar), we recommend the use of a splined shaft (AA2FM 10...250: S, T or U / A2FM 200: A / A2FM 250...1000: Z)
The summ of the pressures at ports A and B may not exceed 10 000 psi / 700 bar (A2F5: 9000 psi / 630 bar)
1) Attention : shaft end with drives of radial force loads at the drive shaft (pinion, V-belt drives) necessitate reduction of the nominal pressure to p_N= 4600 psi (315 bar), please contact us.

Output Drive

Permissible axial and radial loading on drive shaft.
The values given are maximum values and not permissible for continuous operation.

AA2F	Sizes	10	12	16	23	28	32	45	56	63	80	90	107	125	160	180	250
a	mm	16	16	16	16	16	16	18	18	18	20	20	20	20	25	25	41
	in	0.63	0.63	0.63	0.63	0.63	0.63	0.71	0.71	0.71	0.79	0.79	0.79	0.79	0.98	0.98	1,61
$F_{q\,max}$ 1)	N	2100	2500	3250	3850	4800	5400	7250	8150	9150	10250	11450	12100	14100	16300	18300	1200 3)
	lbf	472	562	730	865	1079	1214	1630	1832	2057	2304	2574	2720	3170	3664	4114	270 3)
$F_{q\,max}$ 2)	N	–	–	–	–	–	–	–	–	–	9000	9000	–	–	–	–	4000
	lbf	–	–	–	–	–	–	–	–	–	2023	2023	–	–	–	–	899
$\pm F_{ax\,max}$	N	320	320	320	500	500	500	630	800	800	1000	1000	1250	1250	1600	1600	1200
	lbf	72	72	72	112	112	112	142	180	180	225	225	281	281	360	360	270
$\pm F_{ax\,stat}$/bar	N/bar	3,0	3,0	3,0	5,2	5,2	5,2	7,0	8,7	8,7	10,6	10,6	12,9	12,9	16,7	16,7	4)
/psi	lbf/psi	0.05	0.05	0.05	0.08	0.08	0.08	0.11	0.13	0.13	0.16	0.16	0.20	0.20	0.26	0.26	

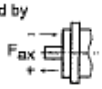
A2F	Sizes	5	200	355	500	710	1000
a	mm	12	25	52,5	52,5	67,5	67,5
	in	0.47	0.98	2,07	2,07	2,66	2,66
$F_{q\,max}$	N	710	22900	1500 3)	1900 3)	3000 3)	2600 3)
	lbf	160	5148	337 3)	427 3)	674 3)	584 3)
$+F_{ax\,max}$	N	180	1600	5000	6250	10000	10000
	lbf	40	360	1124	1405	2248	2248
$-F_{ax\,max}$	N	180	1600	1500	1900	3000	2600
	lbf	40	360	337	427	674	584
$\pm F_{ax\,perm.}$	N/bar	1,5	16,7	4)	4)	4)	4)
	lbf/psi	0,023	0,26				

1) valid for all shafts except Q-shaft 2) valid for Q-shaft (size 80 and 90)
3) Axial piston unit in stationary or in bypass operation, please contact us when appearing higher forces! 4) Please contact us.

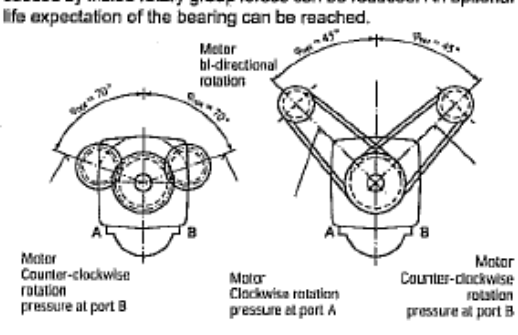
Code explanation

a = distance of Fq from shaft shoulder
$F_{q\,max}$ = max. perm. radial force at distance a (at intermittent operation)
$\pm F_{ax\,max}$ = max. perm. axial force when stationary or when axial piston unit is running at zero pressure
$\pm F_{ax\,perm.}$/psi (bar) = perm. axial force/psi (bar) operating pressure

The direction of the max. perm. axial force must be noted by sizes 5...200
$-F_{ax}$ = increases bearing life
$-F_{ax}$ = reduces bearing life (avoid if possible)



Optimal force direction of F_q (valid for sizes 10...180)
By means of appropriate force directions of F_q the bearing load caused by inside rotary group forces can be reduced. An optional life expectation of the bearing can be reached.



MANNESMANN REXROTH

Technical Data

Table of values (theoretical values, without considering η_{mh} and η_v; values rounded)

Size				5	10	12	16	23	28	32	45	56	63	80
Displacement		V_g	in³	0.30	0.63	0.73	0.98	1.40	1.71	1.95	2.78	3.42	3.84	4.91
			cm³	4.93	10.3	12.0	16.0	22.9	28.1	32.0	45.6	56.1	63.0	80.4
Max. speed		n_{max}	rpm	10000	9000	8000	6000	6300	6300	6300	5600	5000	5000	4500
		$n_{max\ intern}$ [1]	rpm	11000	9900	8800	6600	6900	6900	6900	6200	5500	5500	5000
Max. flow		$q_{v\ max}$	gpm	13	21.8	25.3	33.9	38.2	46.6	52.2	67.4	74.0	83.1	95.8
			L/min	49	82	96	128	144	176	201	255	280	315	360
Torque constants		T_c	lb-ft/psi	0.004	0.0084	0.0097	0.013	0.019	0.023	0.026	0.037	0.045	0.051	0.065
			Nm/bar	0.078	0.164	0.191	0.254	0.364	0.447	0.509	0.725	0.892	1.002	1.278
Torque at	Δp= 5100 psi	T	lb-ft	16[2]	42	49	66	94	115	132	188	231	259	332
	Δp= 350 bar	T	Nm	24.7[2]	57	67	88	126	156	178	254	312	350	445
	Δp= 5800 psi	T	lb-ft		48	58	75	107	131	150	213	263	295	377
	Δp= 400 bar	T	Nm	-	65	78	100	144	178	204	290	356	400	508
Case volume			gal		0.045	0.045	0.045	0.053	0.053	0.053	0.087	0.119	0.119	0.145
			L		0.17	0.17	0.17	0.20	0.20	0.20	0.33	0.45	0.45	0.55
Moment of inertia about drive axis		J	lbs-ft²	0.0019	0.0095	0.0095	0.0095	0.0285	0.0285	0.0285	0.0569	0.0997	0.0997	0.1708
			kgm²	0.00008	0.0004	0.0004	0.0004	0.0012	0.0012	0.0012	0.0024	0.0042	0.0042	0.0072
Weight (approx.)		m	lbs	5.5	12	12	12	21	21	21	30	40	40	51
			kg	2.5	5.4	5.4	5.4	9.5	9.5	9.5	13.5	18	18	23

Size				90	107	125	160	180	200	250	355	500	710	1000
Displacement		V_g	in³	5.49	6.51	7.63	9.79	10.98	12.20	15.25	21.66	30.51	43.33	61.02
			cm³	90.0	106.7	125.0	160.4	180	200	250	355	500	710	1000
Max. speed		n_{max}	rpm	4500	4000	4000	3600	3600	2750	2500	2240	2000	1600	1600
		$n_{max\ intern}$ [1]	rpm	5000	4400	4400	4000	4000	3000	-	-	-	-	-
Max. flow		$q_{v\ max}$	gpm	106.9	112.7	132.1	152.5	171.1	145.2	165	210	264	300	422
			L/min	405	427	500	577	648	550	625	795	1000	1136	1600
Torque constants		T_c	lb-ft/psi	0.073	0.086	0.101	0.130	0.146	0.162	0.202	0.287	0.405	0.575	0.809
			Nm/bar	1.43	1.70	1.99	2.55	2.86	3.18	3.98	5.64	7.95	11.29	15.9
Torque at	Δp = 5100 psi	T	lb-ft	371	440	516	662	742	825	1031	1465	2063	2930	4127
	Δp = 350 psi	T	Nm	501	595	697	889	1001	1114	1391	1979	2785	3955	5570
	Δp = 5800 psi	T	lb-ft	422	500	587	753	844	939	-	-			
	Δp = 400 psi	T	Nm	572	680	796	1016	1144	1272	-	-	-	-	-
Case volume			gal	0.145	0.21	0.21	0.29	0.29		0.66	0.92			2.06
			L	0.55	0.8	0.8	1.1	1.1		2.5	3.5			7.8
Moment of inertia about drive axis		J	lbs-ft²	0.1708	0.2753	0.2753	0.5221	0.5221	0.8970	1.4475	2.4205	4.2240	13.052	13.052
			kgm²	0.0072	0.0116	0.0116	0.0220	0.0220	0.0378	0.061	0.102	0.178	0.55	0.55
Weight (approx.)		m	lbs	51	71	71	99	99	145	151	242	342	710	741
			kg	23	32	32	45	45	66	73	110	155	322	336

[1] Intermittent max. speed: overspeed at discharge and overtaking travel operations, t < 5 sec. and Δp < 2200 psi (150 bar).
[2] Δp = 4600 psi (315 bar)

Calculation of size

Flow $q_v = \frac{V_g \cdot n}{231 \cdot \eta_v}$ gpm $\left(q_v = \frac{V_g \cdot n}{1000 \cdot \eta_v}\ \text{L/min}\right)$

Output speed $n = \frac{q_v \cdot 231 \cdot \eta_v}{V_g}$ rpm $\left(n = \frac{q_v \cdot 1000 \cdot \eta_v}{V_g}\ \text{rpm}\right)$

Output torque $T = \frac{V_g \cdot \Delta p \cdot \eta_{mh}}{24 \cdot \pi}$ lb-ft $\left(T = \frac{V_g \cdot \Delta p \cdot \eta_{mh}}{20 \cdot \pi}\ \text{Nm}\right)$

Output power $P = \frac{T \cdot n}{5252} = \frac{q_v \cdot \Delta p \cdot \eta_t}{1714}$ HP $\left(P = \frac{T \cdot n}{9549} = \frac{q_v \cdot \Delta p \cdot \eta_t}{600}\ \text{kW}\right)$

V_g = Geometric displacement per revolution - in³ (cm³)
Δp = Differential pressure - psi (bar)
T = Torque - lb-ft (Nm)
qv = Flow - gpm (L/min)
P = Power - HP (kW)
n = Speed - rpm
η_v = Volumetric efficiency
η_{mh} = Mechanical hydraulic efficiency
η_t = Total efficiency ($\eta_t = \eta_v \cdot \eta_{mh}$)

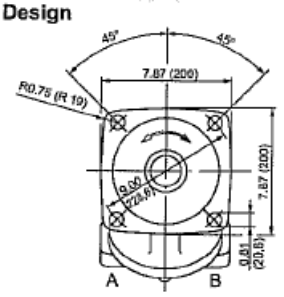
Speed sensor (D) (sizes 23...180)
Version AA2FM...D ("prepared for speed sensor") includes gearing on the rotary group and in addition the port M in which a speed sensor is screwed in.
A speed-proportional signal is produced by means of the rotating, splined rotary group which can be picked up by a suitable sensor and fed back for evaluation.
The speed sensor can be screwed into port M (thread metric M18x1,5).

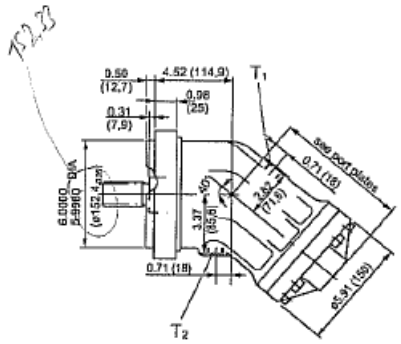
Sizes	23...32	45	56...63	80...90	107...125	160...180
No. of teeth	38	45	47	53	59	67
length of thread						
inches	0,5	0,44	0,58	0,58	0,58	0,58
mm	12,7	11,2	14,7	14,7	14,7	14,7

The speed sensor is not included in standard supply.
Suitable sensor (order separately):
- Induktive impulse detector ID (see RA 95038)
- Hall effect speed sensor HD (see RA 95042)

MANNESMANN REXROTH

Unit Dimensions, Sizes 107, 125
SAE Design

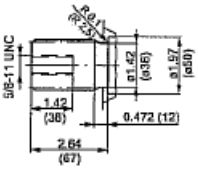




Connections
A, B Service line ports (see port plates)
T_1, T_2 Drain ports (1 port plugged) SAE-10; 7/8" - 14 UNF-2B

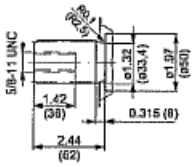
Shaft ends

Sizes 107, 125
"S" Splined Shaft SAE 1 3/4",
13 T, 8/16 Pitch
ANSI B 92.1a-1976



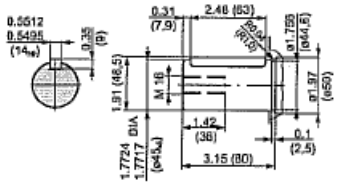
Nominal pressure
p_N = 5800 psi (400 bar)

Sizes 107, 125
"U" Splined Shaft SAE 1 1/2",
23 T, 16/32 Pitch
ANSI B 92.1a-1976



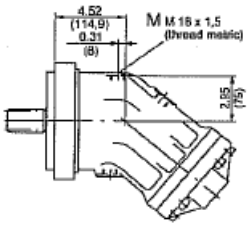
Nominal pressure
p_N = 5800 psi (400 bar)

Size 107, 125
"B" Parallel shaft with key
AS 14x9x63mm, DIN 6885



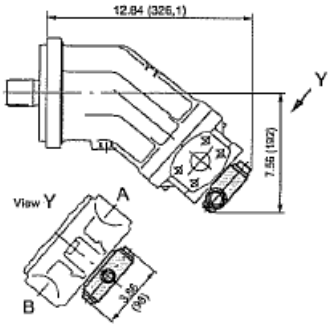
Nominal pressure
p_N = 5100 psi (350 bar)

Prepared for speed sensor (D), with port M
(inductive impulse detector ID see RA 95038
hall effect speed sensor HD see RA 95042,
to be ordered separately!)



Size 107 : available
Size 125 : in preparation (on request)

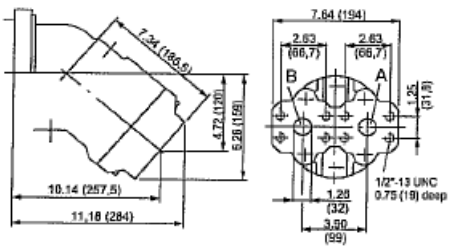
With built-on flushing & boost pressure relief valve (7)



Unit Dimensions, Sizes 107, 125

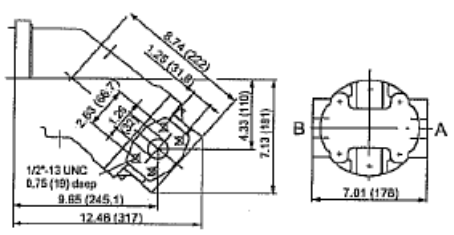
Port plates

51



A, B Service line ports
SAE 1 1/4"; 6000 psi (420bar) high pressure series

52



A, B Service line ports
SAE 1 1/4"; 6000 psi (420bar) high pressure series

Ek 6. Araç İçin Seçilen Hidrolik Pompa Bilgileri

Rexroth Hydraulic Pump
A10VO Series User Manual

Rexroth Hydraulic pump A10VO Series User Manual Revised 5/1/2009

Specifications of standard variable axial piston pumps (continued)

A10V071DFR/31R-PKC91NOO	
Standard application: PTO driven, remote mount with drive shaft	
Part number	149312
General specifications	
Weight	73 lbs.
Displacement	4.33 C.I. (71 CC) per revolution
Nominal pressure	4000 psi
Peak pressure	5000 psi
Maximum speed at max nominal pressure	2200 RPM
Rotation (viewed from shaft end)	Clockwise
Input shaft	1-1/4" shaft with 5/16" key
Mount	SAE C, 2-bolt
Operating temperature	-20 to 160 degrees Fahrenheit
Filtration required	Inlet: 100 mesh screen Return: 10 micron absolute return filter
Calculated specifications	
Volume output at 1000 rpm (nominal pressure)	18.75 gallons per minute
Connection porting	
Inlet connection port	SAE 2" flange, code 61, side facing max torque 45 ft-lbs
Outlet connection port	SAE 1" flange, code 61, side facing max torque 95 ft-lbs
Load sense connection port	SAE – 4; 7/8-14UNF-2B max torque 30 ft-lbs
Case drain connection port	SAE – 10; 7/16-20UNF-2B max torque 175 ft-lbs
Recommended Hose Sizes	
Inlet	SAE 32R4, 2" wire reinforced
Outlet	SAE 100R16, 1" hose for pressures up to 2000 psi SAE 100R12, 1" hose for pressures above 2000 psi
Case Drain	SAE 100R16, ¾" hose
Load Sense	SAE 100R16, 3/8" hose

Ek 7. Araç İçin Seçilen Elastik Kavrama Bilgileri

CENTA CENTAFLEX®-A

A 1.0 Performance table

Centaflex size				1	2	4	8	12	16	22	25	28	30	50	80	90	140	200	250	400	Remarks*
Pos.	Description	Symbol	Unit																		
1	Nominal Torque	T_{KN}	Nm	10	20	50	100	140	200	275	315	420	500	700	900	1100	1700	2400	3000	5000	
2	Maximum Torque	T_{Kmax}	Nm	25	60	125	280	360	560	750	875	1200	1400	2100	2100	3150	4900	6000	8750	12500	
3	Angle of Twist	T_{KN}	degree	6°	6°	5°	5°	3°	5°	3°	5°	3°	5°	3°	3°	5°	3°	3°	3°	3°	
		T_{Kmax}	degree	17°	17°	12°	14°	7.5°	14°	7.5°	14°	7.5°	14°	7.5°	7.5°	14°	7.5°	7.5°	7.5°	7.5°	
4	Max speed	n_{max}	min-1	10000	8000	7000	6500	6500	6000	6000	5000	5000	4000	4000	4000	3600	3600	3000	3000	2500	
5	Angular Elasticity	ΔK_w	degree	3°	3°	3°	3°	2°	3°	2°	3°	2°	3°	2°	2°	3°	2°	2°	2°	2°	dependant upon speed
6	Axial Elasticity	ΔK_a	mm	2	3	3	4	4	5	5	5	5	5	5	3	5	5	5	5	5	
7	Radial Elasticity	ΔK_r	mm	1.5	1.5	1.5	2	2	2	2	2	2	2	2	1.5	2	2	2	2	2	depedant upon speed
8	Cont. Oscillating Torque	T_{KW}	Nm	5	10	20	40	50	80	100	125	150	200	300	320	450	700	960	1250	2000	
9	Allowable Energy Loss	P_{KV}	W	6	10	15	25	30	40	50	68	75	80	90	100	120	150	170	200	250	
10	Dyn. Torsional Stiffness	C_{Tdyn}	Nm/rad	90	180	550	900	2700	2000	6100	2800	7500	4800	12000	16000	10500	26500	38700	43000	75000	50 Shore
		C_{Tdyn}	Nm/rad	140	290	850	1500	4400	3400	9000	4500	12000	7800	19000	25000	16000	40000	60000	67000	120000	60 Shore
11	Axial Stiffness	c_a	N/mm	38	22	75	75	250	100	500	140	550	190	650	850	220	650	900	1150	1300	
12	Radial Stiffness	c_r	N/mm	150	150	500	500	1000	500	1300	600	1400	750	2200	2900	1000	2300	3100	4100	6000	
13	Angular Stiffness	c_w	Nm/degree	0.3	0.3	2.4	3.6	9.0	5.0	12.0	7.0	17.0	9.0	26.0	34.0	17.0	38.0	48.0	68.0	88.0	

Figures given for lines 3, 11, 12, 13 are values for a shore hardness of 60° measured statically ($c_{dyn} = C_{stat} \cdot 1,3$)

Nominal Torque T_{KN}: Torque which can be transmitted throughout the entire permitted speed range.
Max. Torque T_{Kmax}: Torque which may be applied for short periods 10^5 times, pulsating in the same direction of rotation, or 5 x 10^4 alternating.
Continuously Torque T_{KW}: Amplitude of continuously permissable torque fluctuation at max. frequency of 10 Hz and a basic load up to nominal Torque T_{KN}.
*** Larger sizes up to 1250 Nm are available, please consult us.**

A 1.1. Starting up Factor

Z	≤ 120	120 < Z ≤ 240	> 240
S_Z	1,0	1,3	1,6

Z= start frequency per hour

A 1.2. Frequency Factor

f in Hz	≤ 10	> 10
S_f	1	$\sqrt{\frac{f}{10}}$

A 1.3. Shore Hardness

Conversion Factor U				
Shore	50	60	70	75
u	0,7	1	1,6	2,3

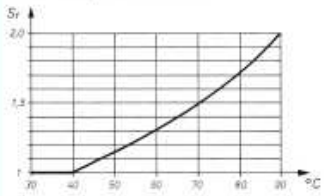
A 1.4. Surge or Pulse Factor

S_A/S_L	
1,6	Light starting load
1,9	Medium starting load
2,2	heavy starting load

A 1.5. Resonance Factor V_R
Relative Damping Factor Ψ

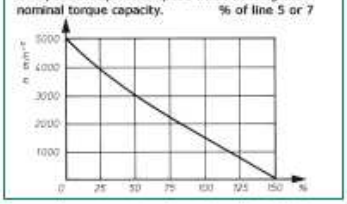
Natural Rubber (NR)		
Shore Hardn.	V_R	Ψ
50	10	0,6
60	8	0,78

A 1.6 Temperature factor



A 1.7 Permissible angular and radial misalignment

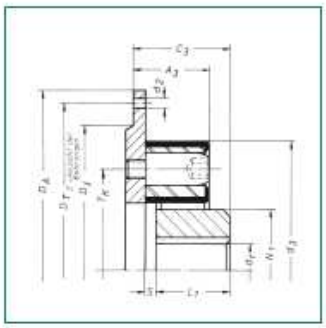
permissible angular and parallel offset misalignment is dependant upon the speed when utilising the nominal torque capacity. % of line 5 or 7



CENTAFLEX-couplings for diesel engines

This is the central point of application for CENTAFLEX. We supply suitable CENTAFLEX couplings for practically any diesel or petrol engine, to suit the flywheel side as well as for the power take-off at the front end of the crankshaft, e.g. Caterpillar, Detroit, Deutz, Dorman, Ford, Gardner, Hatz, Leyland, Lister, MAN, Perkins, Petter, Rolls Royce, VW and many others.
The number of the existing assembly drawings is so great that it is not possible to include them in a brochure.
The type most extensively used for diesel engine flywheels is SAE standard J620. The dimensional sheet shows appropriate couplings for the plug-in (blind fitting) design (e.g. for generator drives).
For Deutz and Perkins engines, flywheels with tapped holes are available for CENTAFLEX couplings. This enables couplings to be fitted direct - without and adaptor plate- with types 1 and 1-S, and results in particularly compact and economically priced couplings.
Please ask for our detailed offer for your specific requirements.

Type 3-S-SAE



Size	d_1 min.	d_1 max.	d3	A_3	C_3	L_1	N_1	S	TK / Division	Appropriate SAE-Flange
8	12	38	120	38	52	42	60	4	100 / 3 x 120°	6½" 7½"
16	15	48	150	48	62	50	70	6	125 / 3 x 120°	6½" 7½" 8"
25	15	55	170	52	67	55	85	6	140 / 3 x 120°	8"
25	15	55	170	56	71	55	85	6	140 / 3 x 120°	10"
30	20	65	200	68	84	66	100	8	165 / 3 x 120°	10" 11½"
50	20	65	200	68	84	66	100	8	165 / 4 x 90°	10" 11½"
90	30	85	260	80	98	80	125	8	215 / 3 x 120°	(10") 11½" 14"
140	30	85	260	80	98	80	125	8	215 / 4 x 90°	(10") 11½" 14"
200	35	105	300	90	112	94	145	8	250 / 4 x 90°	11½" 14" 16"
250	40	115	340	95	118	100	160	8	280 / 4 x 90°	11½" 14" 16"
400	40	120	370	115	150	125	170	10	300 / 4 x 90°	14" 16" 18"

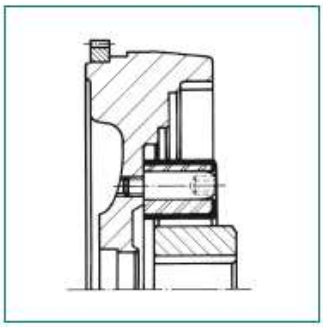
1 Deutz F3-6L912 available for engines 208, 210, 511, 912, 913 and 413

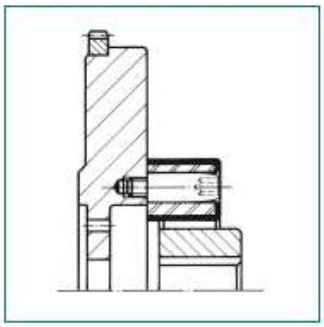
2 Perkins 3, 4, 6 and 8 cylinders Perkins part-no. 31221322

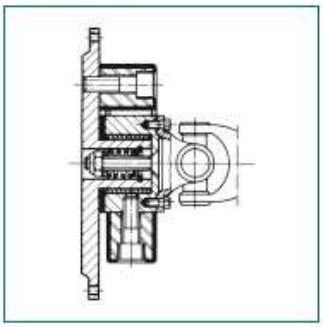
3 Intermediate couplings for universal joint shafts.

Nominal SAE Size	DA f7	DT	Dj	d_2	Z*	weight [kg]	Mass moment of Inertia J [kgcm²]
6½"	215.9	200.02	180	9	6	2.60	147
7½"	241.3	222.25	200	9	8	3.25	228
8"	263.52	244.47	220	11	6	3.90	328
10"	314.32	295.27	270	11	8	7.20	966
11½"	352.42	333.37	310	11	8	9.60	1584
14"	466.72	438.15	405	13	8	19.40	5421
16"	517.5	489	450	13	8	24.60	8272

Example of coupling reference CF 30-3-S-SAE 10 * Z = No. of holes







Ek 8. Araç İçin Seçilen Hidrolik Fren Bilgileri

Hydro-Max™ Hydraulic Brake Booster and Master Cylinder

Technical Manual

BOSCH

General Description

The Hydro-Max™ is a hydraulically powered brake booster which provides power assist for applying hydraulic brakes. A booster combined with a master cylinder (refer to *Figure 1*) forms the hydraulic brake actuation unit. A typical assembly is shown in *Figure 1*. The booster reduces the pedal effort required to apply the brakes as compared to a non-power system.

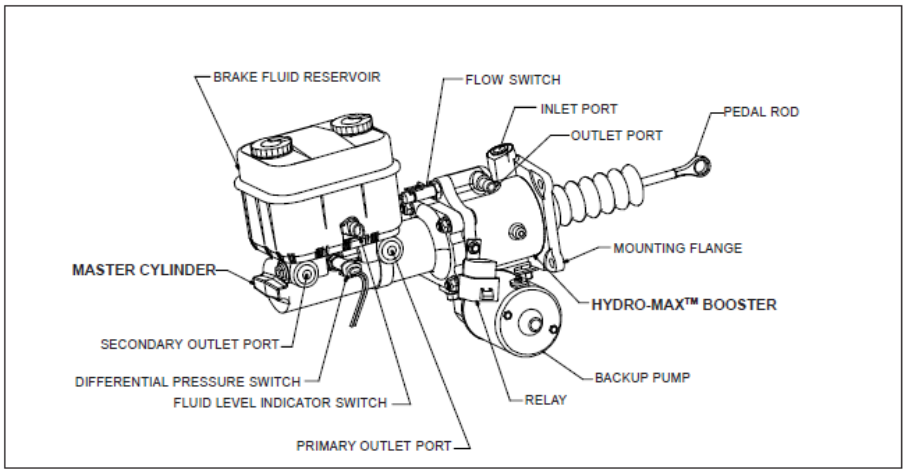


Figure 1 Hydro-Max™ Booster and Master Cylinder Assembly

Hydro-Max™ Booster

The hydraulic booster is comprised of an open center valve and reaction feedback mechanism, a power piston, a 12 and 24-volt backup pump and an integral flow switch. It is powered by either the power steering pump or other hydraulic source. The backup pump provides a secondary power source for the hydraulic booster and is controlled by the integral flow switch.

Master Cylinder

The master cylinder is a split system type with separate fluid chambers, pistons and outlet ports for the front and rear brake circuits. A differential pressure switch, fluid level indicator switch, and remote reservoir are also available.

A typical Hydro-Max™ booster and master cylinder assembly installation in a hydraulic braking system is shown in *Figure 2*.

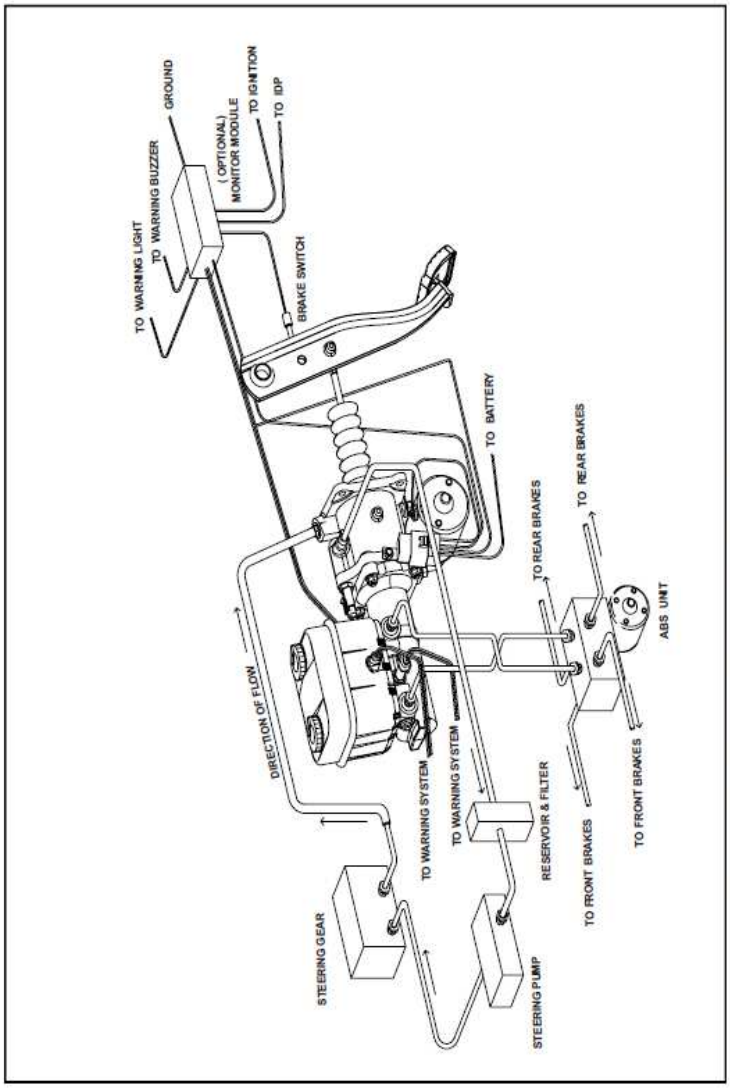


Figure 2 Typical Booster and Master Cylinder Assembly Installation in a Hydraulic Braking System

Principle of Operation

Hydro-Max™ Booster

During normal system operation, (refer to *Figure 4*) fluid flow from a hydraulic power source (usually the power steering pump) enters the inlet port of the Hydro-Max™ booster, flows through the power piston, around the throttle valve and through the flow switch, exiting through the outlet port.

Force applied to the brake pedal by the vehicle operator is multiplied by the lever ratio of the pedal mechanism to move the pedal rod of the booster. This movement closes the throttle valve, which restricts flow. This restriction of flow, which results in a pressure increase acting on the power piston, applies an amplified force to the master cylinder primary piston. A reaction piston, inside the power piston subassembly, provides the driver "pedal feel" during an application of the brake pedal.

Fluid flow through the flow switch opens the backup pump electrical circuit during normal operation. A separate check valve in the backup pump prevents back-flow through the pump during normal power applications.

In the event normal flow from the power source is interrupted, the backup pump provides the power at a reduced rate for stopping. See *Figure 3* for performance curve. Upon flow interruption, the integral flow switch closes, energizing a relay, providing electrical power to the backup pump.

During backup operation, the pump re-circulates fluid within the booster assembly with pressure built on demand via the throttle valve. Fluid is retained within the booster by the inlet port check valve.

Figure 3 illustrates the typical relationship of master cylinder pressure and input force of the booster.

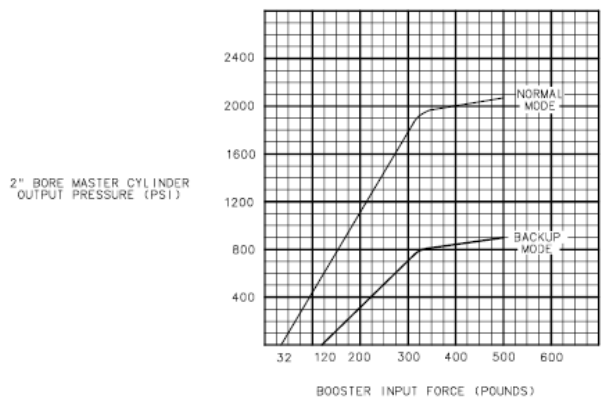


Figure 3 Typical Performance Curve

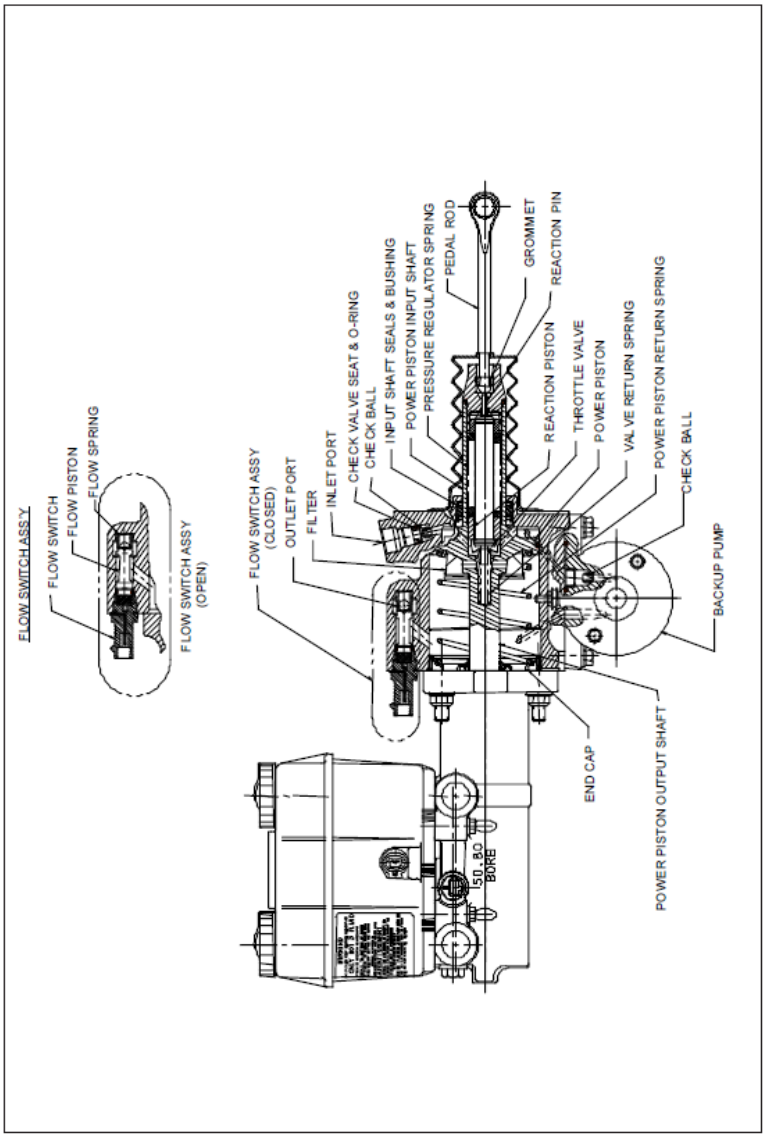


Figure 4 Hydro-Max™ Booster and Master Cylinder

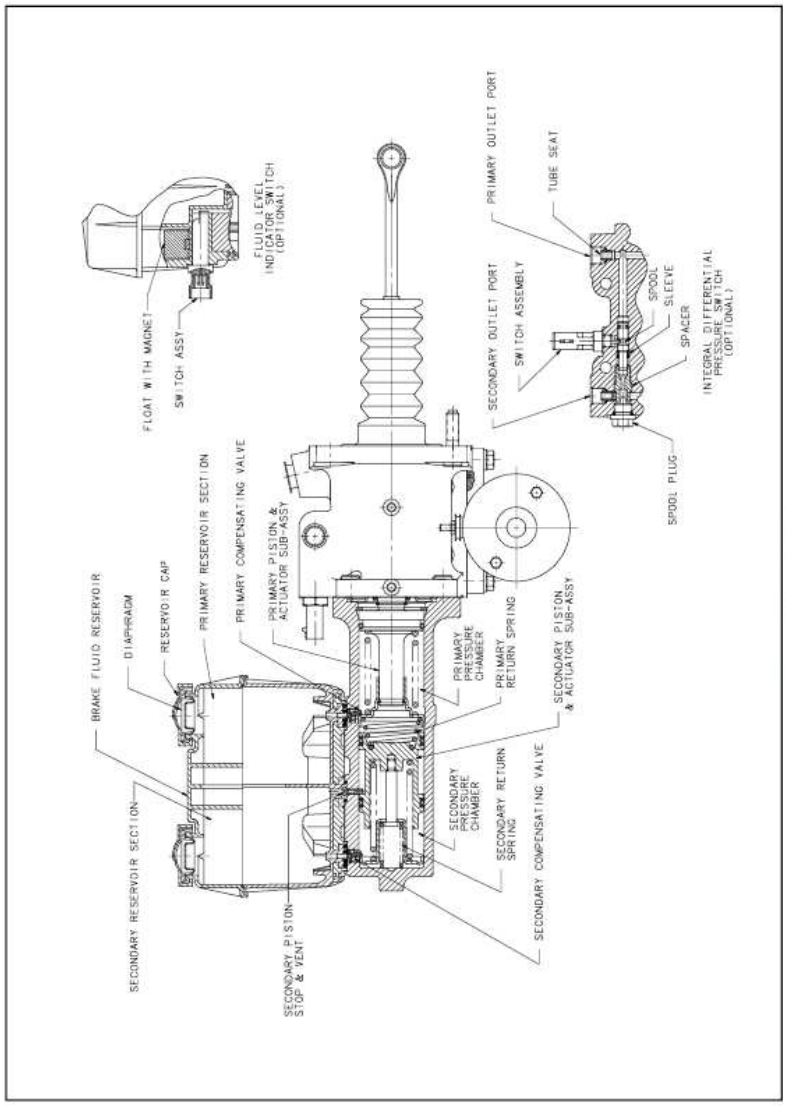


Figure 5 Master Cylinder

Electrical Operating Systems

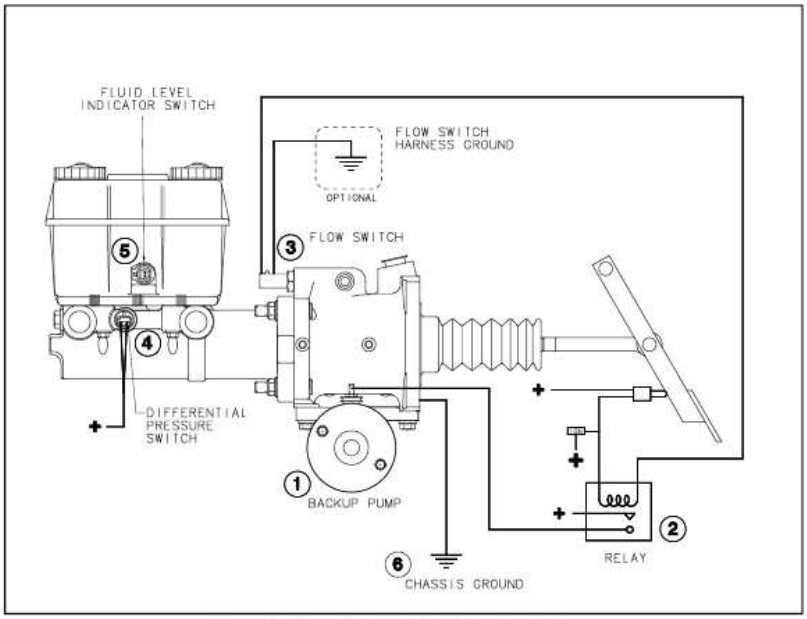


Figure 6 Schematic of Electrical Operating System

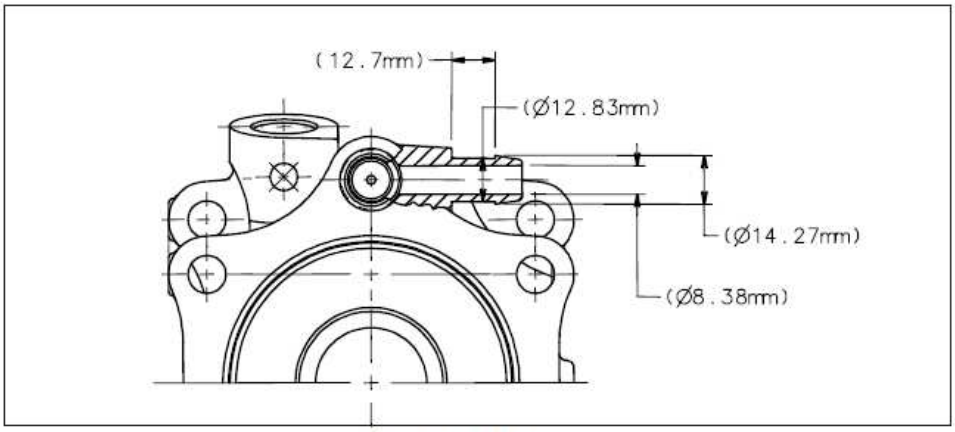


Figure 11 Outlet Port

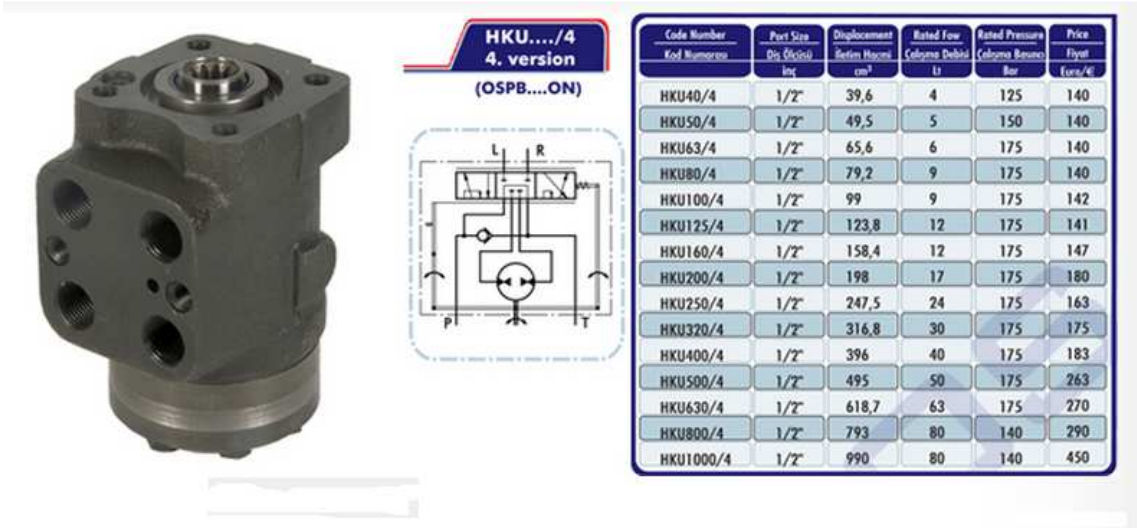
Booster Fluid Source

The booster is designed to perform in a flow range of 3.2 to 5.0 gpm. Flow rate through the booster can impact vehicle stopping distance; therefore, the vehicle manufacturer must determine the required minimum flow rate. Flow rates below 3.2 gpm can cause slower response times when the booster is applied. Flow rates higher than 5.0 gpm may contribute to the booster self-applying, which will cause brake drag or fluid overheating.

The fluid power source must be capable of supplying 1,000 psi to the booster plus any additional pressure required by other devices in the system such as a power steering gear.

If a power steering gear is used, the steering gear must be "balanced" so that it can handle the pressures generated in the steering gear return line. It must also have an internal relief valve setting lower than the pump relief to allow the steering gear to relieve before the hydraulic pump does. It must also have an internal by-pass to allow manual steering during booster backup system operation. The manufacturer must adhere to the flow path illustrated in *Figure 2*.

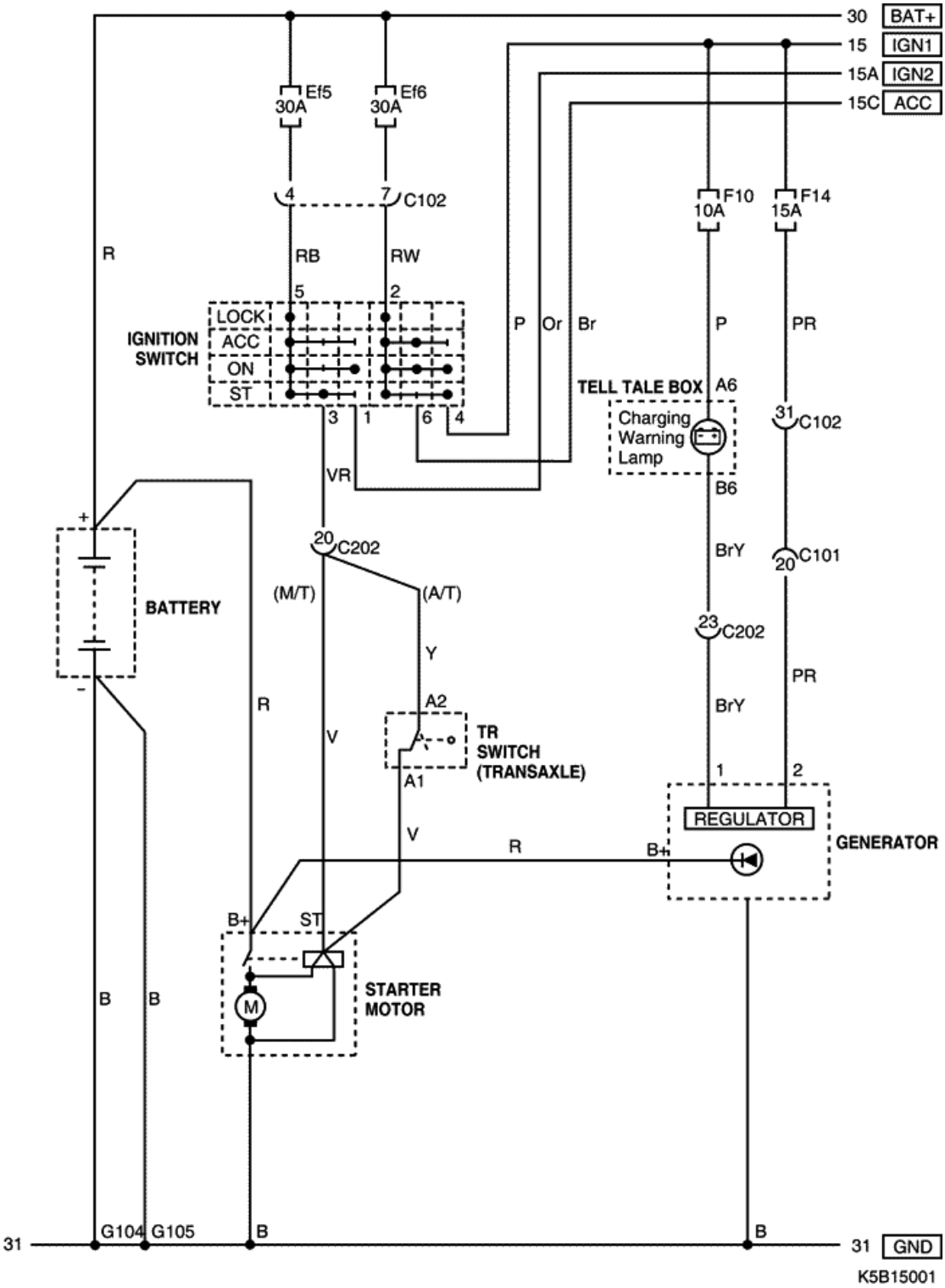
Ek 9. Araç İçin Seçilen Hidrolik Direksiyon Beyni Bilgileri



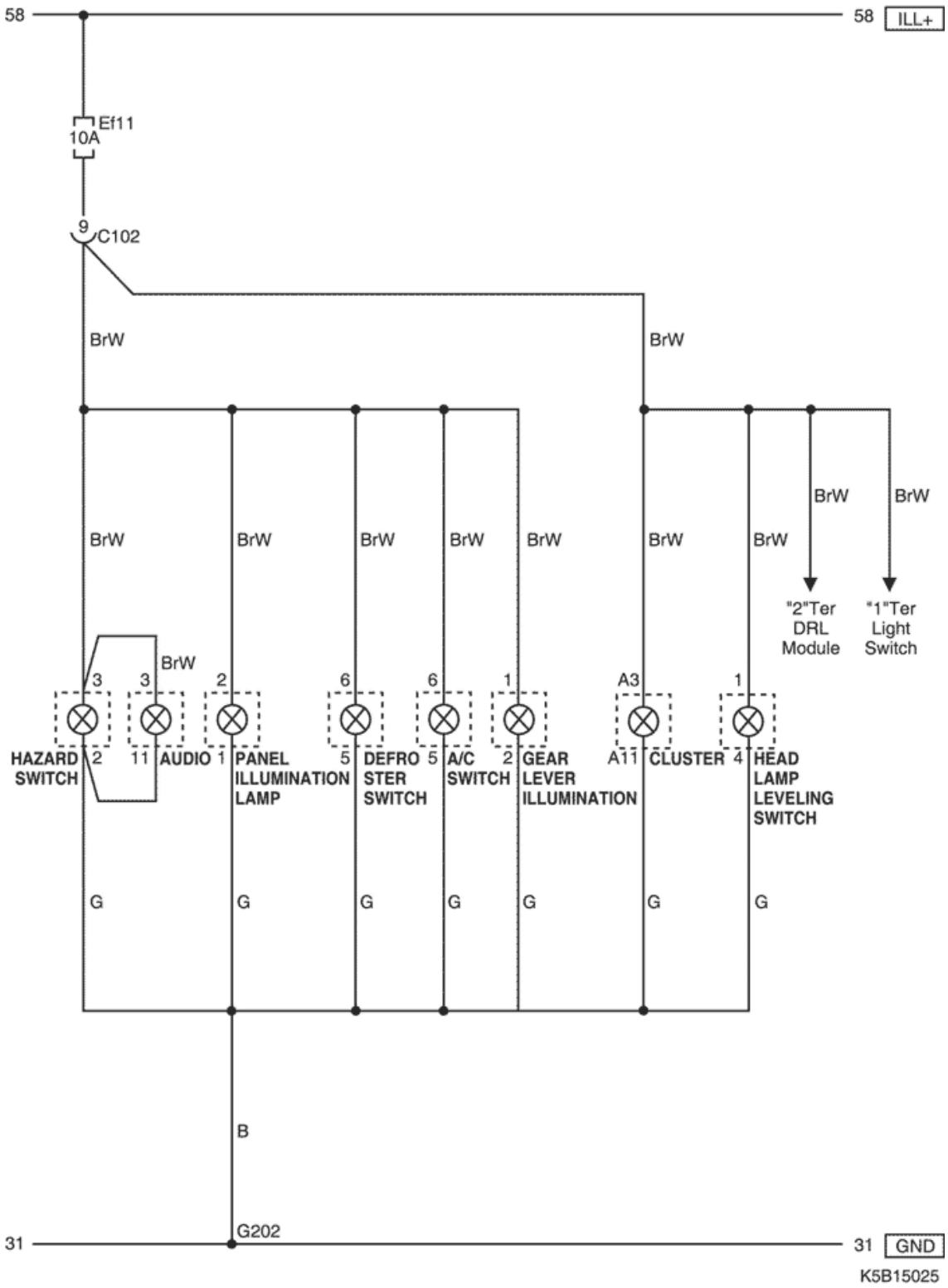
Code Number / Kod Numarası	Port Size / Diş Ölçüsü / İnç	Displacement / Üretim Hacmi / cm³	Rated Fow / Çalışma Debisi / Lt	Rated Pressure / Çalışma Basıncı / Bar	Price / Fiyat / Euro/€
HKU40/4	1/2"	39,6	4	125	140
HKU50/4	1/2"	49,5	5	150	140
HKU63/4	1/2"	65,6	6	175	140
HKU80/4	1/2"	79,2	9	175	140
HKU100/4	1/2"	99	9	175	142
HKU125/4	1/2"	123,8	12	175	141
HKU160/4	1/2"	158,4	12	175	147
HKU200/4	1/2"	198	17	175	180
HKU250/4	1/2"	247,5	24	175	163
HKU320/4	1/2"	316,8	30	175	175
HKU400/4	1/2"	396	40	175	183
HKU500/4	1/2"	495	50	175	263
HKU630/4	1/2"	618,7	63	175	270
HKU800/4	1/2"	793	80	140	290
HKU1000/4	1/2"	990	80	140	450

Ek 10. Havaalanı Merdiven Aracının Elektrik Devre Şeması

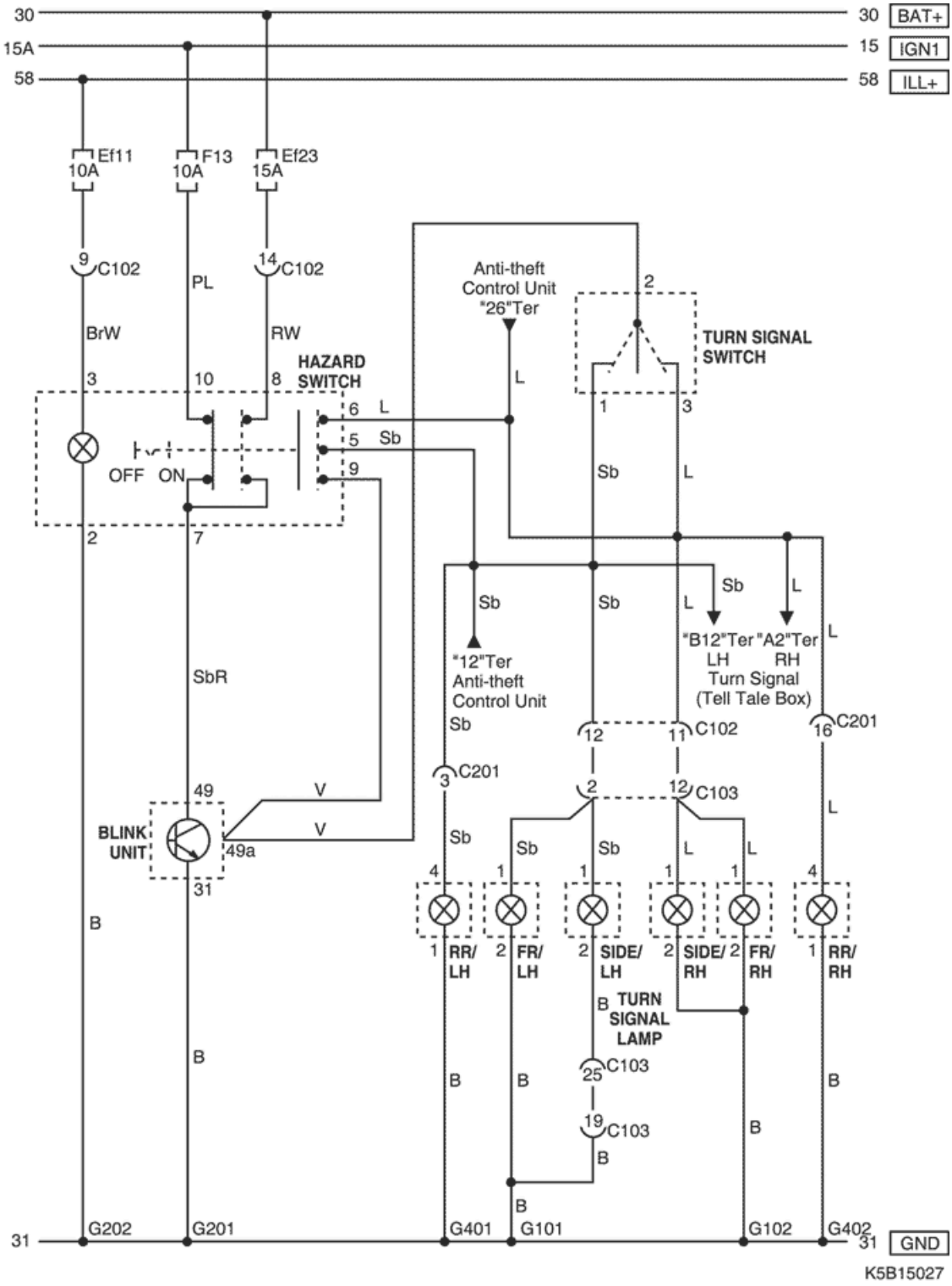
10.1 Akü, Kontak Anahtarı, Marş Motoru ve Jeneratör Devresi



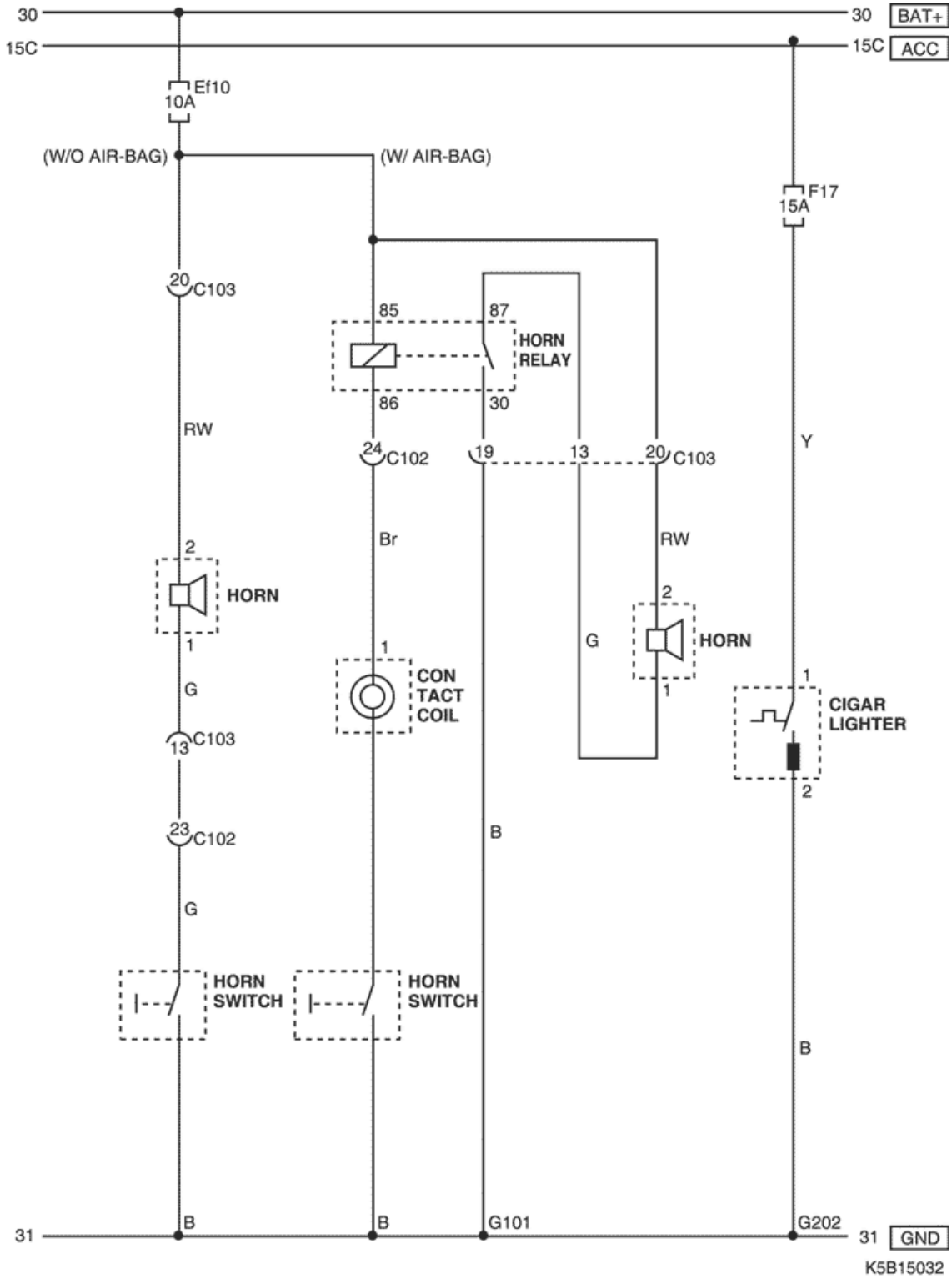
10.2 Aydınlatma Devresi



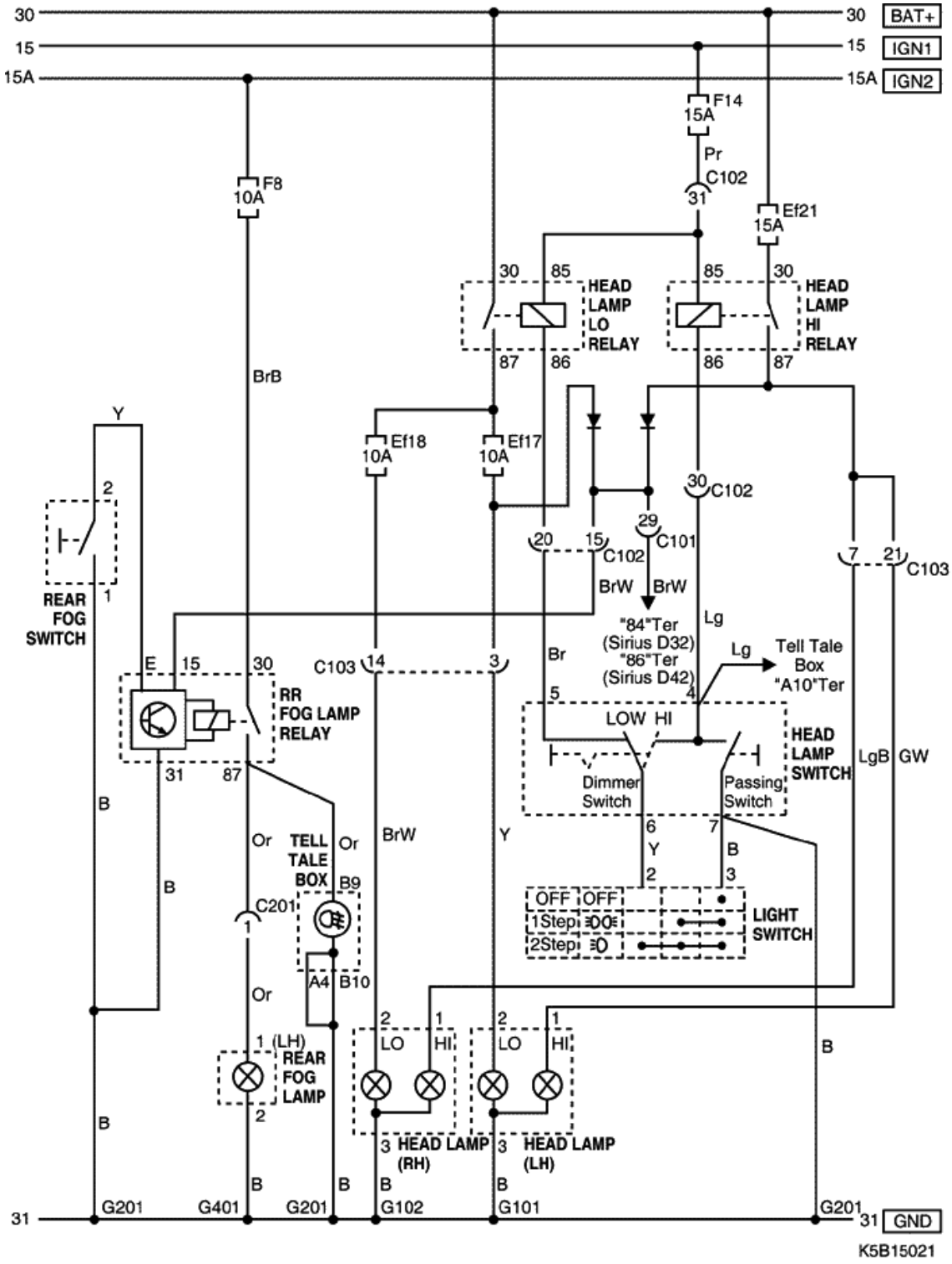
10.3 Dörtlü Flaşör ve Dönüş Sinyal Lamba Devresi



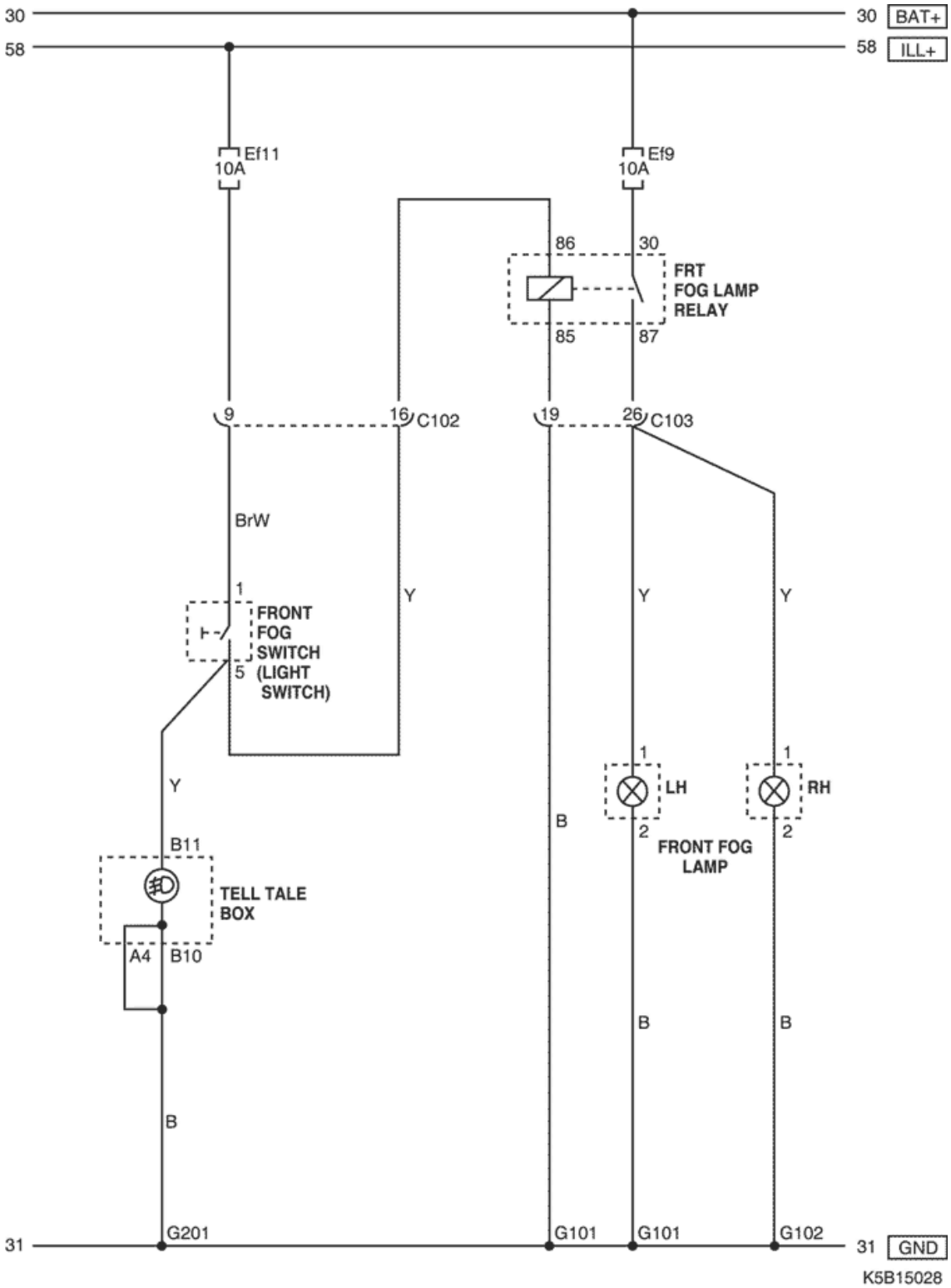
10.4 Korna Devresi



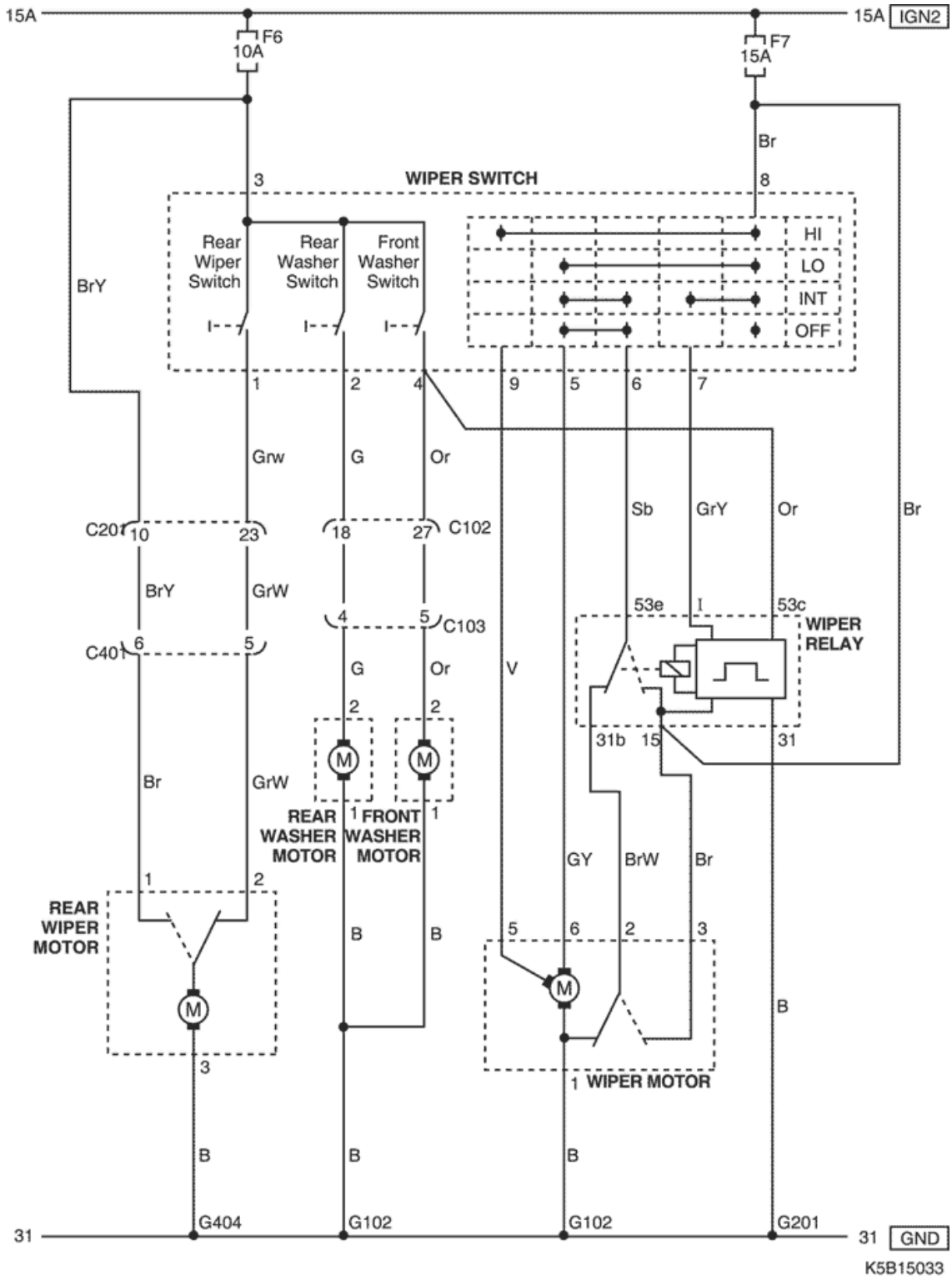
10.5 Ön Far ve Arka Sis Lamba Devresi



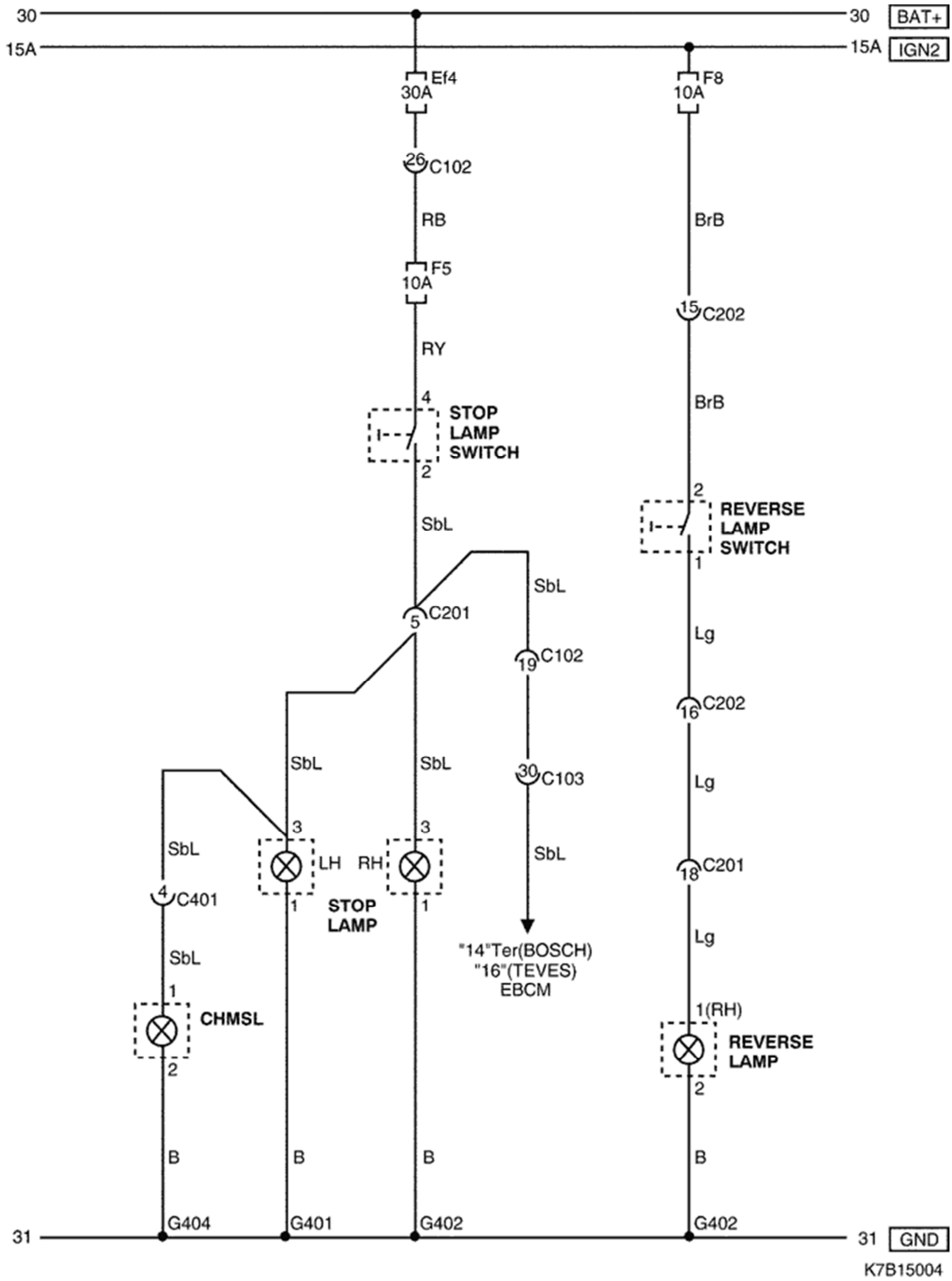
10.6 Ön Sis Lamba Devresi



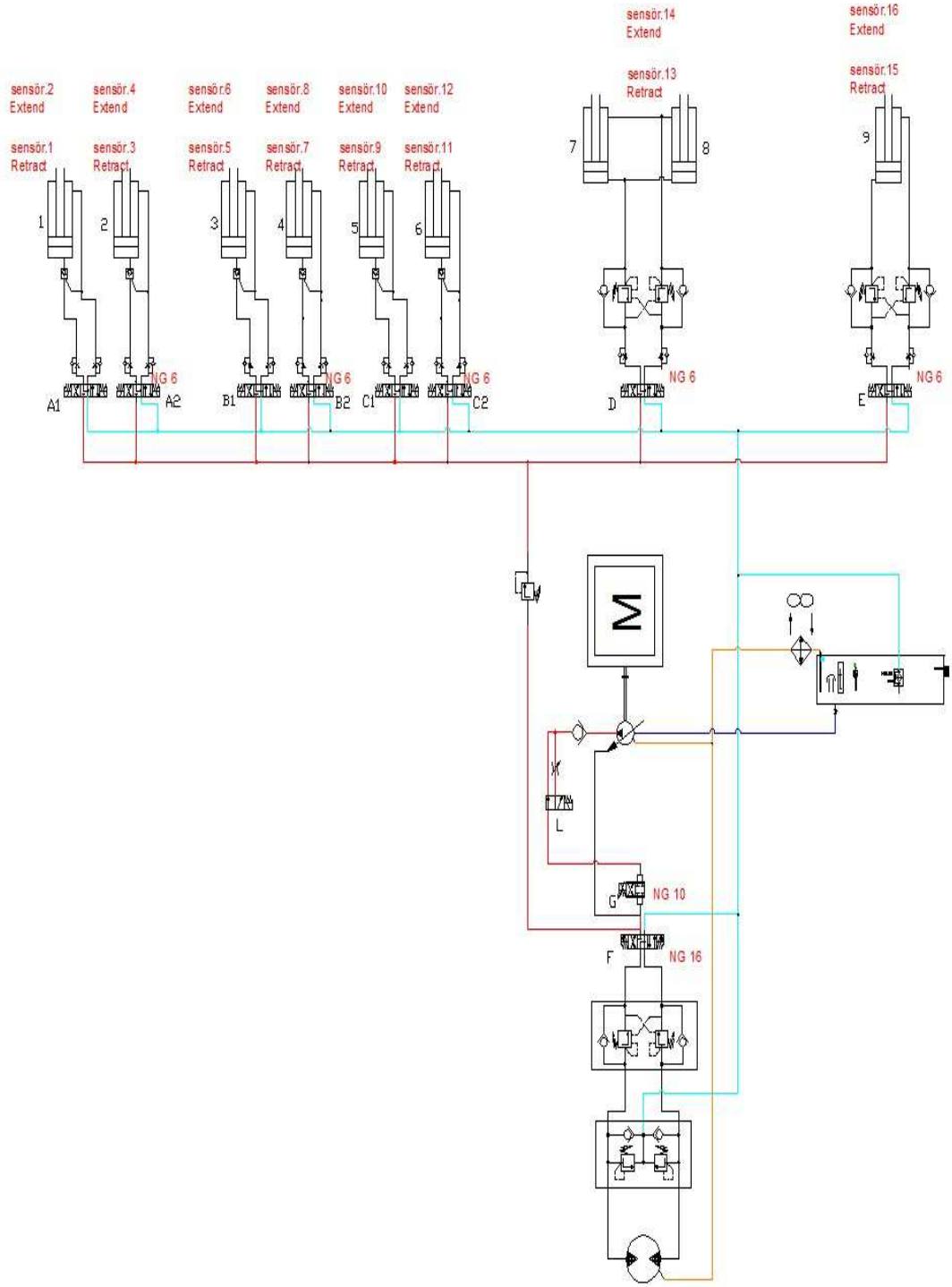
10.7 Silecek Devresi



10.8 Stop ve Geri Vites Lamba Devresi



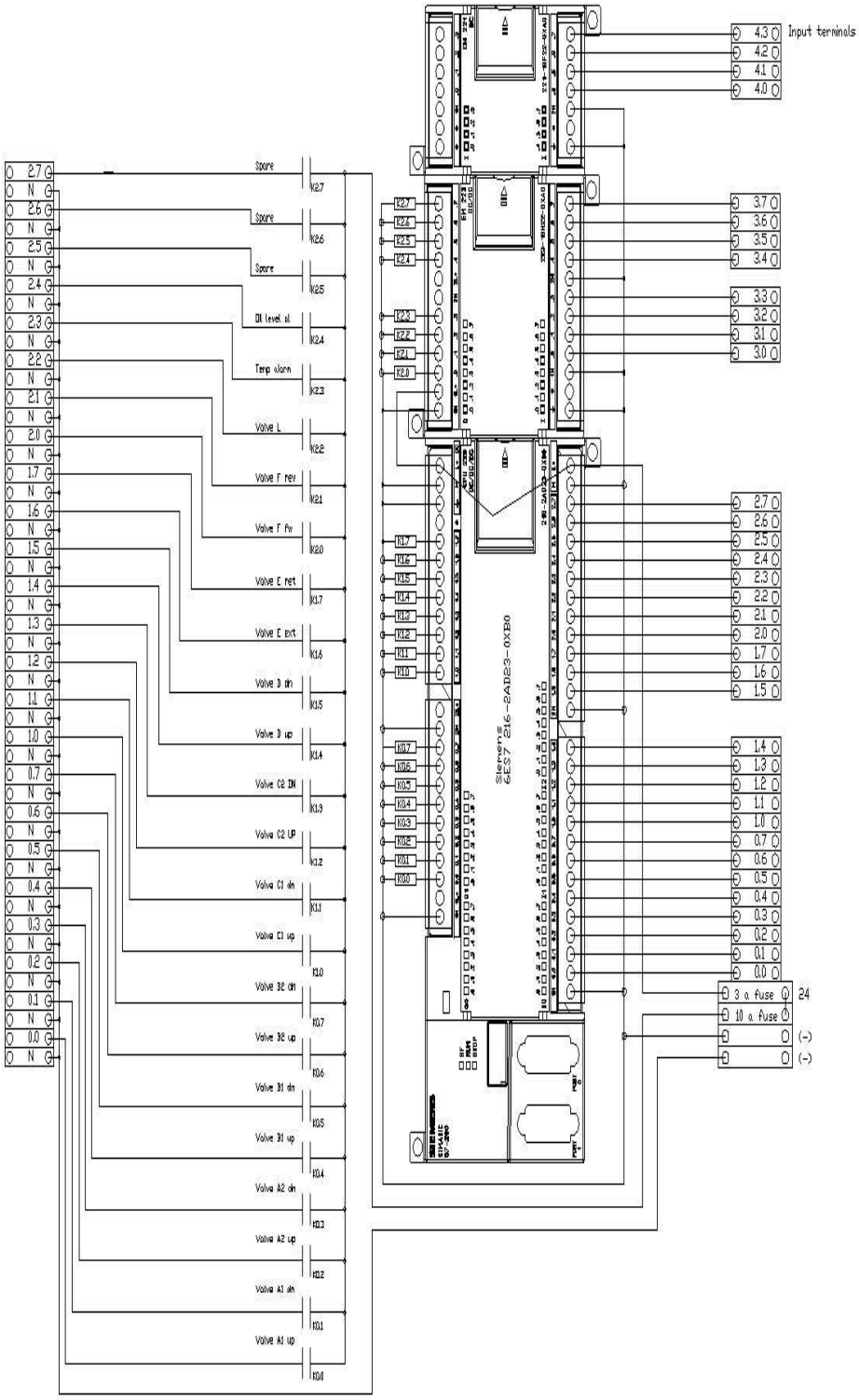
Ek 11. Havaalanı Merdiven Aracının Hidrolik Devre Şeması



Ek 12. Havaalanı Merdiven Aracının PLC Devresi

Table of Inputs			
PLC	Term no	Desc	Function
Main 1	0.0	Sens. 1	Piston 1 lower limit
Main 2	0.1	Sens. 2	Piston 1 upper limit
Main 3	0.2	Sens. 3	Piston 2 lower limit
Main 4	0.3	Sens. 4	Piston 2 upper limit
Main 5	0.4	Sens. 5	Piston 3 lower limit
Main 6	0.5	Sens. 6	Piston 3 upper limit
Main 7	0.6	Sens. 7	Piston 4 lower limit
Main 8	0.7	Sens. 8	Piston 4 upper limit
Main 9	1.0	Sens. 9	Piston 5 lower limit
Main 10	1.1	Sens. 10	Piston 5 upper limit
Main 11	1.2	sens. 11	Piston 6 lower limit
Main 12	1.3	Sens. 12	Piston 6 upper limit
Main 13	1.4	Sens. 13	Piston 7,8 lower limit
Mani 14	1.5	Sens. 14	Piston 7,8 upper limit
Main 15	1.6	Sens. 15	Piston 9 lower limit
Main 16	1.7	Sens. 16	Piston 9 upper limit
Main 17	2.0	Switch 1	Valve A1,A2 up command
Main 18	2.1	Switch 1	Valve A1,A2 down command
Main 19	2.2	Switch 2	Valve B1,B2 up command
Main 20	2.3	Switch 2	Valve B1,B2 down command
Main 21	2.4	Switch 3	Valve C1,C2 up command
Main 22	2.5	Switch 3	Valve C1,C2 down command
Main 23	2.6	Switch 4	Valve D up command
Main 24	2.7	Switch 4	Valve D down command
Ext1-1	3.0	Switch 5	Valve E up command
Ext1-2	3.1	Switch 5	Valve E down command
Ext1-3	3.2	Switch 6	Valve F fwd command
Ext1-4	3.3	Switch 6	Valve F rev command
Ext1-5	3.4	Energency sw	Energency signal
Ext-6	3.5	Touch switch	Touch signal
Ext1-7	3.6	Slow switch	Valve G command
Ext1-8	3.7	Gear allow sw	Signal to allow fwd or rev
Ext2-1	4.0	Temp sw	High temp signal
Ext2-2	4.1	Level sw	Low oil level signal
Ext2-2	4.2	Spare	
Ext2-2	4.3	Spare	

Table of outputs			
	Term no	Desc	Function
Main 1	Q0.0	Valve A1 up	Piston 1 up
Main 2	Q0.1	Valve A1 dn	Piston 1 dn
Main 3	Q0.2	Valve A2 up	Piston 2 up
Main 4	Q0.3	Valve A2 dn	Piston 2 dn
Main 5	Q0.4	Valve B1 up	Piston 3 up
Main 6	Q0.5	Valve B1 dn	Piston 3 dn
Main 7	Q0.6	Valve B2 up	Piston 4 up
Main 8	Q0.7	Valve B2 dn	Piston 4 dn
Main 9	Q1.0	Valve C1 up	Piston 5 up
Main 10	Q1.1	Valve C1 dn	Piston 5 dn
Main 11	Q1.2	Valve C2 up	Piston 6 up
Main 12	Q1.3	Valve C2 dn	Piston 6 dn
Main 13	Q1.4	Valve D up	Piston 7,8 up
Main 14	Q1.5	Valve D dn	Piston 7,8 dn
Main 15	Q1.6	Valve E ext	Piston 9 ext
Main 16	Q1.7	Valve E ret	Piston 9 ret
Expt-1	Q2.0	Valve F fwd	Fwd gear
Expt-2	Q2.1	Valve F rev	Rev gear
Expt-3	Q2.2	Valve L	Slow speed valve
Expt-4	Q2.3	Temp alarm	Hi temp signal
Expt-5	Q2.4	Level alarm	Lopw oil level



Ek 13. Havaalanı Merdiven Aracının Örnek Fotoğrafları

KAYNAKLAR DİZİNİ

Pahl G., Beitz W. 1997. Konstruktionslehre, Springer Verlag, Berlin, 761 pp.

Shigley J., Mischke C.R., Brown T. 2005. Standard handbook of machine design (3rd Ed.), Mac Graw Hill Standard Handbooks, 904 pp.

Babalık F.C. 2009. Makine Elemanları ve Konstrüksiyon Örnekleri, Dora Yayınevi, Bursa, 842 s.

Çavdar K. 2010. Uludağ Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Metodik Konstrüksiyon Ders Notları, www20.uludag.edu.tr/~cavdar.

Denge Firma Ürün Kataloğu, http://www.denge.aero 2010.

Kaplangı P. 2008. Hidrostatik Tahrikli Arazi Araçları için Yüksek Verimli Tahrik Sistemleri, s. 99-111,V. Ulusal Hidrolik Pnömatik Kongresi, İzmir.

Kumbasar M.S. 1999. Hidrostatik Tahrik ve Kapalı Devrelerde Tasarım Kriterleri, s. 113-119, I. Ulusal Hidrolik Pnömatik Kongresi ve Sergisi, İzmir.

Kaptı A.O. ve Karabektaş M. 2005. Bir Çatallı Yükleyici için Hidrostatik Güç İletim Sistemi Tasarımı Kriterlerinin İncelenmesi, SAÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 9.Cilt, 1.Sayı: 15-21.

Anonim, 2009. Hidrolik motorlar hakkında bilgi ve seçim katalogları. http://www.hydraulicspneumatics.com, (Erişim tarihi: 20.10.2009).

Wu K., Zhang Q., Hansen A. 2004. Modelling and identification of a hydrostatic transmission hardware-in-the-loop simulator, *International Journal of Vehicle Design*, Vol.34, Nr. 1: 63 – 75.

Dasgupta K., 2000. Analysis of a hydrostatic transmission system using low speed high torque motor, *Mechanism and Machine Theory*, Vol. 35, 10: 1481-1499.

Stinar Corp. Passenger Stairway Model SPS-3518, Operation and Maintenance Manual 2006. 102s.

STANDARTLAR

DIN EN 1915-1, Luftfahrt-Bodengeräte - Allgemeine Anforderungen - Teil 1: Grundlegende Sicherheitsanforderungen; Deutsche Fassung EN 1915-1:2001+A1:2009.

CEN/TC 274 - EN 12312-6:2004, Aircraft ground support equipment - Specific requirements- Part 6: De-icers and de-icing/anti-icing equipment.

EN 12312-10:2005+A1:2009:Aircraft ground support equipment - Specific requirements - Part 10: Container/Pallet transfer transporters, Cited in OJ, C 214 (2009-09-08), 2006/42/EC,98/37/EC.

EN 12312-12:2002+A1:2009:Aircraft ground support equipment - Specific requirements - Part 12: Potable water service equipment, Cited in OJ, C 214 (2009-09-08),2006/42/EC, 98/37/EC.

EN 12312-13:2002+A1:2009: Aircraft ground support equipment - Specific requirements - Part 13: Lavatory service equipment, Cited in OJ C 214 (2009-09-08), 2006/42/EC, 98/37/EC.

EN 12312-15:2006+A1:2009: Aircraft ground support equipment - Specific requirements - Part 15: Baggage and equipment tractors, Cited in OJ C 214 (2009-09-08), 2006/42/EC, 98/37/EC.

EN 12312-19:2005+A1:2009: Aircraft ground support equipment - Specific requirements - Part 19: Aircraft jacks, axle jacks and hydraulic tail stanchions, Cited in OJ C 214 (2009-09-08), 2006/42/EC, 98/37/EC.

EN 12312-2:2002+A1:2009: Aircraft ground support equipment - Specific requirements - Part 2: Catering vehicles, Cited in OJ C 214 (2009-09-08), 2006/42/EC, 98/37/EC.

EN 12312-5:2005+A1:2009: Aircraft ground support equipment - Specific requirements - Part 5: Aircraft fuelling equipment, Cited in OJ C 214 (2009-09-08), 2006/42/EC, 98/37/EC.

EN 12312-6:2004+A1:2009: Aircraft ground support equipment - Specific requirements - Part 6: Deicers and deicing/antiicing equipment, Cited in OJ C 214 (2009-09-08), 2006/42/EC, 98/37/EC.

EN 12312-7:2005+A1:2009: Aircraft ground support equipment - Specific requirements - Part 7: Air-craft movement equipment, Cited in OJ C 214 (2009-09-08) 2006/42/EC, 98/37/EC.

EN 1915-1:2001+A1:2009: Aircraft ground support equipment - General requirements - Part 1: Basic safety requirements, Cited in OJ C 214 (2009-09-08), 2006/42/EC, 98/37/EC.

EN 1915-2:2001+A1:2009: Aircraft ground support equipment - General requirements - Part 2: Stability and strength requirements, calculations and test methods, Cited in OJ C 214 (2009-09-08), 2006/42/EC, 98/37/EC.

EN 1915-3:2004+A1:2009: Aircraft ground support equipment - General requirements - Part 3: Vibration measurement methods and reduction, Cited in OJ C 214 (2009-09-08), 2006/42/EC, 98/37/EC.

EN 1915-4:2004+A1:2009: Aircraft ground support equipment - General requirements - Part 4: Noise measurement methods and reduction, Cited in OJ C 214 (2009-09-08), 2006/42/EC, 98/37/EC.

Standartların dışında çeşitli ülkelerin havacılık kurumlarına ait normlar da elde edilmiştir. Bu normlar:

IATA AHM 910 Basic Requirements for Aircraft Ground Support Equipment.

IATA AHM 913 Basic Safety Requirements for Aircraft Ground Support Equipment.

IATA AHM 915 Standards Controls.

MH/T6015-1999 Aircraft Lavatory Truck.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Burak ALTAN

Doğum Yeri ve Tarihi : Kırklareli - 08/06/1986

Yabancı Dili : İngilizce

Eğitim Durumu

Lise : Lüleburgaz Anadolu Lisesi

Lisans : Uludağ Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Makina Mühendisliği - 2008

Çalıştığı Kurum ve Yıl : LT End. Sistemler Ltd. Şti – 4

İletişim (e-posta) : burakaltan86@gmail.com

Bilgisayar Bilgileri : Unigraphics (Modelleme, Analiz), Catia (Modelleme), Solidworks (Modelleme), Autocad, Pascal Programlama, Visual Basic, Fluidsim, MS Office (Word, Excel, PowerPoint)

Sertifika Bilgileri :

1- U.Ü. Müh. Mim. Fak. Birincilik Belgesi – 18.05.2008
2- U.Ü. Makine Müh. Bölüm Birincilik Belgesi – 18.05.2008
3- 2004-2005 Öğretim Yılı Güz Dönemi Yüksek Onur Belgesi
4- 2004-2005 Öğretim Yılı Bahar Dönemi Yüksek Onur Belgesi
5- 2005-2006 Öğretim Yılı Güz Dönemi Yüksek Onur Belgesi
6- 2005-2006 Öğretim Yılı Bahar Dönemi Yüksek Onur Belgesi
7- 2006-2007 Öğretim Yılı Güz Dönemi Yüksek Onur Belgesi

8- 2006-2007 Öğretim Yılı Bahar Dönemi Yüksek Onur Belgesi
9- 2007-2008 Öğretim Yılı Güz Dönemi Yüksek Onur Belgesi
10- 2007-2008 Öğretim Yılı Bahar Dönemi Yüksek Onur Belgesi
11- İngilizce Kursu Bitirme Sertifikası (Eksen Eğitim Merkezi)
12- Fransızca Kursu Bitirme Sertifikası (Eksen Eğitim Merkezi)
13- Problem Çözme Teknikleri Sertifikası (Kalder)
14- Ekonometri Topl. Kalite Sertifikası (U.Ü. Ekonometri Topl.)

Sınav Bilgileri **:** ALES (Akademik Personel ve Lisansüstü Eğitim Giriş Sınavı - 82)

Eğitim Bilgileri **:**

1- Problem Çözme Teknikleri (Kalder-20 Saat)
2- İş Sağlığı ve İş Güvenliği (O.Renault-5 Saat)
3- Toplam Kaliteye Giriş (O.Renault-5 Saat)
4- ISO 14001 Çevre Yönetim Sistemi (O.Renault-5 Saat)
5- İş Mevzuatı ve Toplu İş Sözleşme Uygulamaları (O.Renault-5 Saat)
6- Üretim Planlama ve Takibi (O.Renault-5 Saat)
7- Temel Pnömatik Sistemler (O.Renault-20 Saat)
8- Sac Parçalarında Punta Kaynağı (O.Renault-10 Saat)
9- Bireysel Yönetim (O.Renault-5 Saat)
10- Kestirimci Bakımda Titreşim ve Termal Analiz (O.Renault-5 Saat)
11- Çalışma Hayatında Eğitim (O.Renault-5 Saat)

Projeler :

1- Havaalanı Yer Hizmet Foseptik Aracı Tasarım ve İmalatı
2- Havaalanı Yer Hizmet Merdiven Aracı Tasarım ve İmalatı
3- Eca Lorry Nükleer Santral Hidrostatik Tahrikli Nükleer Madde Taşıma Aracı
4- Eca Portique Fransız Donanması İnsansız Kesif Katamaranı Denize Salma Aparatı
5- Eca Cradles Fransız Donanması Torpil Taşıma Aparatı
6- Siemens Vai Metal Haddeleme Makinaları
7- TNI Areva Nükleer Santral Paslanmaz Palet
8- Oyak Renault Rusya Boyalı Montajsız Kasa Gönderme Aparatı
9- Oyak Renault Plasma Kaynak Projesi
10- Oyak Renault Balancelles Projesi ve Revizesi
11- Metaux Specieaux Kimyasal Kazanı
12- Hamon Fransa Termik Santral Güvenlik Bariyer Hattı
13- TGS Havaalanı Yer Hizmet Bagaj Arabası
14- TI Otomotiv Klima Hortumu Yıkama Aparatı

Üye Olunan Topluluklar : TMMOB Makine Müh. Odası, U.Ü. Fotoğraf Amatörleri Topluluğu, U.Ü. Makine Müh. Top.

Hobiler : Carting, Bowling Otomobil Yarışları