

T.C. KIRIKKALE ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

MAKİNE ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

SERİ HİBRİD BİR ARACIN KUMANDA SİSTEMİNİN

TASARIMI VE UYGULAMASI

ERDİNÇ SABUR

OCAK 2011

Makine Anabilim Dalında Erdinç SABUR tarafından hazırlanan “Seri Hibrid Bir Aracın Kumanda Sisteminin Tasarımı Ve Uygulaması” adli Yüksek Lisans Tezinin Anabilim Dalı standartlarına uygun olduğunu onaylarım.

Prof. Dr. Ali Erişen

Anabilim Dalı Başkanı

Bu tezi okuduğumu ve tezin **Yüksek Lisans Tezi** olarak bütün gereklilikleri yerine getirdiğini onaylarım.

Prof Dr. Veli Çelik

Danışman

Jüri Üyeleri:

Başkan : Prof Dr. Ali ERİŞEN _____

Danışman : Prof. Dr. Veli ÇELİK _____

Üye : Y. Doç. Dr. H. Murat ÜNVER _____

...../...../.....

Bu tez ile Kırıkkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu Yüksek Lisans derecesini onaylamıştır.

Prof. Dr. İhsan ULUER

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

ÖZET

SERİ HİBRİD BİR ARACIN KUMANDA SİSTEMİNİN TASARIMI VE UYGULAMASI

SABUR, Erdiñ

Kırıkkale Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Makine Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Prof Dr. Veli ÇELİK

Ocak 2011, 79 sayfa

Bu çalışmada, seri hibrid araçlarda; aracın kontrol ve kumanda edilebilmesi için gereken parametreler, geri besleme sinyallerinin nerelerden ve hangi durumlarda alınacağı belirlenmiş, kontrol sistemi tasarlanmış, batarya doldurulmasının ve doldurulma işlemini bitirilmesinin hangi durumlarda olacağı, çalışma modlarına göre her bileşenin nasıl kontrol edileceği belirlenmiştir. Kontrol sisteminde hem standart parçalar birleştirilerek özel yapılmış donanım bileşenleri hem de standart parçalar kullanılmıştır.

Anahtar kelimeler: Seri hibrid, pil, akü, PLC, Jeneratör, verimlilik, pil ömrü

ABSTRACT

DESIGN AND IMPLEMENTATION OF COMMAND SYSTEM

OF A SERIAL HYBRID CAR

SABUR, Erdinç

Kırıkkale University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Mechanical Engineering, M. Sc. Thesis

Supervisor: Prof. Dr. Veli ÇELİK

January 2011, 79 PAGES

In this study, the parameters needed to control and command a serial hybrid vehicle is determined.. The source of the feedback signals, when these feedback signals will be acquired, how the system will be controlled, how and when the batteries will be charged, when and in which conditions the battery charge operation will be stopped, how each component will be controlled depending on the operation modes are also determined. will determine algorithms about these concepts. Custom designed and manufactured parts (by combining several standard parts) and standard hardware parts (such as a PLC and an industrial screen) are used, while implementing the control system that was designed.

Keywords: Serial hybrid, battery, hybrid, PLC, Generator, Efficiency, battery life.

TEŞEKKÜR

Tezimin hazırlanması esnasında hiçbir yardımcı esirgemeyen ve biz genç araştırmacılara büyük destek olan, bilimsel deney imkanlarını sonuna kadar bizlerin hizmetine veren, tez yöneticisi hocam, Sayın Prof. Dr. Veli ÇELİK'e, tez çalışmalarım esnasında, bilimsel konularda daima yardımını gördüğüm hocam Sayın Prof. Dr. Ali ERİŞEN'e, büyük fedakarlıklarla bana destek olan arkadaşım Doç. Dr. Sadettin ORHAN'a, Atölyesini bana açan, elektrik bağlantılarında ve mekanik işçilikte bana yardım eden Hüseyin ARSLAN'a teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER DİZİNİ

Sayfa

ÖZET	ii
ABSTRACT	iv
TEŞEKKÜR	v
İÇİNDEKİLER DİZİNİ	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ	ix
SİMGE VE KISALTMALAR DİZİNİ	x
1. GİRİŞ	1
1.1 Kaynak Özetleri.....	1
1.1 Seri Hibrid Arabalar.....	5
2. MATERYAL VE YÖNTEM	8
2.1 Çalışmanın Zemini.....	8
2.2 Donanımın Seçimi	9
2.2.1 Özgün devre kartlarının kullanılması	9
2.2.2. Standart ekipmanların kullanılması.....	10
2.3. Kullanılan Yöntem.....	11
2.3.1. Teorik çalışma	11
2.4. Sistemin Realize Edilmesinin Aşamaları.....	12
2.5 Sistemin Gereksinimleri.....	12
2.6. Plc Kullanılan Kontrol Sistemi Tasarımı.....	13
2.6.1 Esneklik	13

2.6.2 Hataların düzeltilmesi	13
2.6.3 Hacim verimliliği.....	14
2.6.4 Maliyet avantajı.....	15
2.6.5 Kontrol sisteminin test edilmesi kolaylığı	15
2.6.6 Görsel gözlem yeteneği.....	15
2.6.7. Standart cihaz oluşu	16
2.7. Kontrol Sisteminde Kullanılan Malzemeler	16
2.7.1. Malzemelerin yerleşim planı	16
2.7.2 Kumanda panosu.....	17
2.7.3. Ekran panosu.....	18
2.8. Malzemeler Ve Özellikleri	18
2.8.1. PLC.....	18
2.8.2. Kontrol paneli (ekran)	21
2.8.3. Analog IO modülü	22
2.8.4. Güç kaynağı.....	25
2.8.5. Klemensler	26
2.8.6. Röleler	27
2.8.7. Enkoder	27
2.8.8. Traksiyon motoru	28
2.8.9. İçten yanmalı motor	28
2.8.10 Elektrik kontrol panosu	29
2.8.11. Kontrol paneli(ekran) panosu.....	29
2.8.12. Plc yazılımı	30
2.8.13. Ekran yazılımı	49
2.8.13.1. Giriş ekranı	49

2.8.13.2. Operasyon ekranı	50
2.8.13.3. Alarm ekranı	51
2.8.13.4. Ayar ekranı	53
2.8.13.5. Menü ekranı.....	54
2.9. Yazılımda Kullanılan algoritmalar	56
2.9.1. Hız Kontrolü.....	57
2.9.2. İçten yanmalı motorun kontrolü.....	58
2.10. Seri Hibrid Araba Tasarımıyla İlgili Çeşitli Noktalar.....	59
2.10.1. Plc'nin elektriği.....	59
2.11. Sistemin Olası Çalışma Modları.....	61
2.11.1. Normal traksiyon modu	61
2.11.2. Jeneratör başlangıcı, tekerlerde hareket yok.....	62
2.11.3. Sadece yakıt motoru modu	64
2.11.4 Hem yakıt motorunun hem de traksiyon motorunun çalıştığı mod.....	66
2.11.5. Rejeneratif fren modu	68
2.12. Modların Yönetimi.....	68
2.12.1. Ölçümler:	68
3. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	72
3.1 Sonuçlar.....	72
3.2 Öneriler	77
4. KAYNAKLAR	78

ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>ÇİZELGE</u>	<u>Sayfa</u>
Çizelge 2.1 Kumanda Panosu	20
Çizelge 2.2 Ekran panosunun yerleşimi.....	21
Çizelge 2.3 Kontrol sisteminde kullanılan PLC'nin özellikleri	22
Çizelge 2.4 DVP-06XA modülünün ön ve yan görünüşünün açıklamaları ..	28
Çizelge 2.5 DVP-06XA modülünün diğer yan görünüşlerinin açıklamaları .	29
Çizelge 2.6 DVP-PS02 güç modülünün ön ve yan görünüşünün açıklamaları.....	31
Çizelge 2.7 PLC programı ladder diagramı.....	37
Çizelge 2.8 PLC Mnemonic listesi (Mnemonic Listesi)	46
Çizelge 2.9. Hız evreleri ve bu evreler arasındaki geçiş şartları	57
Çizelge 2.10 Bir akünün uçlarındaki gerilime göre tahmini yük doluluk değerleri.....	70

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>ŞEKİL</u>	<u>Sayfa</u>
2.1. PLC'nin ön görünüşü.	20
2.2. PLC'nin yandan görünüşleri	21
2.3. Delta DOP-AS35THTD modülünün önden ve yandan görünüşü	22
2.4. DVP-06XA analog IO modülünün ön ve yan görünüşü	23
2.5. DVP-06XA analog IO modülünün diğer yan görünüşleri	24
2.6. DVP-06XA PLC güç kaynağının ön ve yan görünüşü	25
2.7. Klemensin iç görünüşü	27
2.8. Enkoderin bağlantı şeması	28
2.9. Elektrik Kontrol Panosunun kapağı açık, iç görünüşü. ...	29

SİMGELER DİZİNİ

V	Elektrik potansiyeli Birimi (Volt)
A	Elektrik akımı birimi (Amper)
mA	Elektrik akımı birimi (mili Amper)
Ah	Elektrik enerjisi birimi Amper saat

KISALTMALAR DİZİNİ

LED	Light Emitting Diode
DIN	Deutsches Institut für Normung

1. GİRİŞ

1.1 Kaynak Özetleri:

(Sjöblom ve. Rehn, 1997) makalelerinde, Volvo'nun yakıt türbini motor ve elektrik motorundan oluşan hibrid araba tasarımını incelemişlerdir. Yakıt türbini motor, klasik içten yanmalı ve silindir pistonlu motorlarına göre daha yüksek bir verim ve daha düşük bir zararlı emisyon sağlamaktadır. Yakıt türbini motorların içten yanmalı silindir pistonlu motorlara göre dezavantajlarından bazıları, güç talebindeki değişimlere göre üretilen güçte hızlı ve yeterli değişim olamaması ve aracın durduğu anlarda rölanti yakıt tüketiminin yüksek olmasıdır. Fakat bu dezavantajlar, seri hibrid araçlarda aracın yatayda hareketi için itme gücünün sadece elektrik motoru tarafından karşılanması ve yakıt motorunun sadece gereken elektrik enerjisinin üretilmesi için kullanılmasından dolayı dezavantajlıktan çıkmaktadır. Bu tip bir seri hibrid araç durduğunda elektrik motoru güç harcamamakta, yakıt türbini motorun ürettiği elektrik enerjisi, pillerde depolandığı için aracın ortalama ihtiyacı olan enerjiyi üretecek hızda çalıştırılan yakıt türbini motorun ürettiği elektrik enerjisi boşa gitmemektedir. Yakıt türbini motorun, içten yanmalı motorlara göre termodinamik verimi daha yüksektir, seri hibrid araçlarda ideal bir seçimdir. Volvo'nun tasarımında yakıt, yanmadan önce buharlaştırılıp hava ile karıştırılmakta, bu da daha yüksek verim ve çok düşük NOX emisyonuna yol açmaktadır.

(Schaeck vd., 2009) makalelerinde, BMW'nin modern yolcu arabalarında, yakıt tüketimini azaltmak için geliştirdiği mikro hibrid elektrik kullanımı-şarj teknolojilerinin pil ömrüne etkilerinin ölçüldüğü deneylerin sonuçlarını anlatmaktadır. BMW'nin tasarımlarında, pillerin ortalama doluluk oranı düşük tutulmakta, aracın durduğu anlarda yakıt motoru durdurulup, araç tekrar harekete geçtiğinde otomatik olarak tekrar çalıştırılmakta, fren esnasında aynı elektrikli araçlarda olduğu gibi elektrik üretmek yoluyla fren enerjisi elektrik enerjisine çevrilmektedir. Bütün bu teknolojileri içeren araçlarla, çeşitli ortam değerlerinde deneyler yapıp bunun pillerin ömrü boyunca, kapasite ve şarj kabul etme değerleri üzerindeki etkileri gözlemlenmiştir.

(Heywood, 1981) makalelerinde, yanmalı motor çeşitlerinin (yakıt türbini, Stirling ve Rankine döngüsü) mevcut durumlarını ve geliştirilme potansiyellerini, anlatmıştır. Ayrıca petrolden diğer alternatif yakıtlara geçişin olası etkilerini anlatmıştır. Araştırma ve geliştirme kaynaklarının hangi yönlerde yapılmasının daha etkili olacağını belirlemede ortaya çıkan sorunları çok ayrıntıya girmeden açıklamış ve genel bir bakış açısı kazandırmıştır.

(Avadikyan ve Llerena, 2010) makalelerinde, genel olarak, artan petrol fiyatları ve küresel iklim değişikliği sorunlarının etkisi altında, sürdürülebilir teknolojileri geliştirme yönünde bir yarış ortamının içinde kalmış olan otomotiv sektörünün otomotiv üretici firmaların araştırma geliştirme yönetim kararlarını almalarında yön veren etmenleri incelemiştir. Gerçek seçenek mantık yürütme merceği kullanılarak, sürdürülebilir taşıt teknolojileri üzerine araştırma geliştirme yapmakta olan taşıt üreticilerinin yatırımlarını ve yenilikçi kararlarını etkileyen geri çevrilemezlikler, teknolojik ve pazar belirsizliklerini

daha iyi değerlendirmeye alması sağlanmaktadır. Makalede, özellikle hibrid taşıtların otomotiv sektöründeki yatırım kararları üzerindeki dinamik şekillendirici etki potansiyeli üzerinde durmuşlardır. Ayrıca otomotiv firmalarının hibrid taşıtlarla ilgili olan yatırımlarına yön vermek üzere birbirinden farklı ve hatta bazen çelişen dört stratejik mantık sunulmuş ve bunlarla ilgili çeşitli örnekler verilmiştir.

(Powers ve Nicastri, 2000) makalelerinde taşıt üretimindeki eğilimleri incelemiştir. 1996'da dünyada toplam 52 milyon araba üretilmiş olmasına karşın 2005'de 65 milyon taşıt üretilmiştir. Makalede, 90'ların taşıtlarının 70'lerin taşıtlarına göre 10 kat daha az zararlı emisyon ürettiklerine, dikkat çekilerek bu değişimlerin daha ziyade dağıtılmış mikroişlemci teknolojilerinin taşıtlarda kullanılmaya başlanması sayesinde gerçekleştiği, bunun sonucu olarak da üretilen taşıtların daha güvenli, daha rahat ve daha kolay manevra yapabilen taşıtlar olduğunu anlatılmıştır. 21. Yüzyılda da benzer gelişimlerin beklendiği ve bunun için de yeni üretilen taşıtların daha fazla elektrikli bileşenler içereceği, yeni malzemeler, alternatif yakıtlar ve yeni güç trenleri içeren toplam sistem yaklaşımları kullanılacağı anlatılmıştır. Makalede bahsi geçen toplam toplam sistem yaklaşımlarının ayrıntıları anlatılmıştır.

(Krasucki vd., 2009) Makalelerinde Hibrid araç monte edilmiş bir yüksek platformun varsayımlar, imalat, simülasyonlar içeren geliştirme sürecini açıklamıştır. Elektrokimyasal formda saklanan enerji ve enerjinin geri kazanılması konularına önem veren kontrol stratejileri üzerinde üzerinde ağırlıklı olarak durmuştur. İki seviyeli hiyerarşik sistem üzerine kurulu bir kontrol stratejisi anlatılmıştır. Anlatılan kontrol stratejisinin ilk hedefi, hava

platformunun yükseklik kontrolü, ikinci hedefi ise her elektrokimyasal akünün doluluk seviyesini takip edip belirli bir aralıkta tutmaktır. Matlab-Simulink ortamında bir kontrol sistem simülasyonu geliştirilmiştir. Montrak adlı özel bir araç üzerine monte edilmiş hava platformunu hareket ettiren bir hidrolik güç ünitesi modeli üzerine tasarlanmış kontrol sistemi simülasyonları da açıklanmıştır.

(Tong ve Jwo, 2007) makalelerinde güç yardımı usûlü çalışan bir hibrid elektrik motorsikletin tasarım ve imalatını açıklamışlardır. Önerilen tasarım motorsiklet, başlangıç olarak alınan 50 cc motorlu bir motosikletin değiştirilmiş halidir ve 100 cc bir motorsiklete eşdeğer güç üretecek şekilde tasarlanmıştır. Tasarım aşamasını hızlandırmak ve maliyeti düşük tutmak amacıyla usta-köle izleme kontrol metodu kullanılmıştır. Arka tekerleğin hızını takip etmek ve kompozit güçle arka tekerleğe daha fazla tork verebilmek için bir DC servo motor kullanmıştır. Anlatılan sistemde hem performans artışı hem de enerji verimliliğinin artması gerçekleştirilmiştir. Anlatılan sistem, bir litre mazotla 46 km gitmiş, eski değere göre %35 verim artışı sağlanmıştır. Deneysel sonuçlar bu tip bir tasarımın uygunluk ve gelecek imkanlarını doğrulamıştır.

(Cheron ve Zins, 1997) makalelerinde Bir elektrikli araba alım kararını en çok olumsuz yönde engelleyen etmenleri değerlendirmiştir. Ayrıca bir elektrikli araç tasarımında menzil, maksimum hız, tekrar şarj etme süresi, bataryanın bozulması durumunda zaman ve para olarak maliyet etmenleri arasında kurulan dengeyi incelemiştir. Araştırma sonuçları, olası ölü batarya ile ilgili sorunların, elektrikli araç alma potansiyeli olan kişilerce kabul edilemez

derecede önemli bulunmasına karşın, bu konuda, literatürde çok fazla yayın olmadığını göstermiştir. Seçimlere göre yapılan ayırım makalede hem sosyoekonomik hem de demografik değişkenlere göre incelenmiştir. Araştırmaya katılanlardan, spesifik bir elektrikli araç tercih edenlerin oranı, bu arabanın ortalama satın alınma olasılığı ile karşılaştırılmıştır.

1.2 Seri Hibrid Arabalar:

Dünya üzerinde artan tüketim ve fosil yakıt rezervinin sınırlı oluşu, Alternatif enerji kaynaklarının kullanımına yönelik araştırmalara olan ilgiyi arttırmıştır. Güneş, rüzgar, dalga gibi yenilenebilir enerji kaynaklarından elde edilen enerjinin kullanılması her geçen gün daha uygun ve avantajlı hale gelirken, taşıtlarda bu tür enerji kaynaklarının kullanılması, Hacim ve ağırlık sınırları, küçük bir hacim ve ağırlığa rağmen çok yüksek hız ve miktarda enerji dönüşümü gerektirmesi gibi sebeplerden dolayı enerjinin kullanıldığı diğer alanlara göre nispeten çok sınırlı kalmıştır. Fosil yakıtların, birim hacim ve ağırlıkta çok yüksek miktarda enerjiyi potansiyel olarak saklaması, yaygın dağıtım ve tedarik ağının kurulu olması gibi avantajları halen devam etmektedir. Buna karşılık, elektrik enerjisi, yenilenebilir enerji kaynaklarından çevreye zarar vermeyen proseslerle üretilmesi mümkün olan bir enerjidir. Elektrik enerjisinin bu avantajı ile birlikte depolanması çok hacim gerektiren ve pahalı olan bir enerji olması sebebiyle taşıtlarda kullanımı çok sınırlı kalmıştır. Fosil yakıtların birim hacimde çok miktarda enerji içermesi, üretim, dağıtım ağının yaygın ve kurulu oluşu, bu tür yakıtları kullanan motor ve yan parçaların sanayisinin çok gelişmiş ve yaygın oluşu gibi avantajlarıyla,

elektrik enerjisinin temizliği, bekleme anları gibi bazı anlarda aracın yakıt tüketim hızının sıfıra yaklaşması, frenleme ve yokuş aşığı giderken geri kazanım imkanına sahip oluşu gibi avantajlarını bir araya getirmek üzere hibrid araç fikri ortaya atılmış ve gün geçtikçe daha yaygın hale gelmektedir.

Hibrid elektrikli araçlar iki güç kaynağının bağlanma şekline göre seri ve paralel olarak iki kısma ayrılır. Seri bağlı hibrid elektrikli araçlarda, aracın hareketini sağlayan tahriki sadece elektrik motoru sağlamakta, paralel bağlı motorlarda ise aracın hareketini sağlayan tahriki hem fosil yakıt motoru hem de elektrik motoru sağlayabilmektedir. Seri hibrid araçlarda ana tahrik olarak benzin motoru (engine) vardır. Benzin motoru, elektrik jeneratörüne doğrudan bağlı olup, çalıştığında elektrik üretilmektedir. Jeneratörde üretilen AC elektrik bir doğrultucu (rectifier) vasıtasıyla DC gerilime çevrilmekte, ya doldurulması için bataryalara (akülere) ya da aracın sürülmesi için elektrik motoruna (traction motor) gönderilmektedir. Araçlarda bataryaların elektrik şehir şebekesinden de doldurulabilmesi için harici priz mevcut olabilmektedir.

Ticari olarak üretilip piyasada satılmakta olan araçların tasarımına piyasa şartları ve müşteri talepleri yön vermektedir. Müşteri talepleri, bir aracın güçlü, az yakıt tüketen ve düşük satış fiyatlı olması yönündedir. bir çok hibrid araç, paralel hibrid tasarımıdır. Bu araçlarda fosil yakıt kullanan motor, kullanıcının beğeni ve talebine uygun güç ve torkda, fakat elektrik motoru daha düşük güçte tasarlanmıştır. Elektrik motorunun da fosil yakıtlı motor kadar güçlü tasarlanması durumunda motor ve akülerin boyu ve ağırlığı çok fazla olacağından dolayı, aracın maliyeti yüksek olacak bu da piyasa

koşullarında aracın satışını düşürecektir. Seri hibrid araçlarda aracın hareketini sağlayan tahriki sadece elektrik motoru sağlamaktadır. Bu yüzden elektrik motorunun düşük güçlü ve torklu olması durumunda aracın torku ve gücü düşük olacak, elektrik motorunun piyasadaki araçların yakıt motorlarının güç ve torkuna yakın güçte olması durumunda ise aracın hacmi, ağırlığı ve satış fiyatı yüksek olacaktır. Her iki durum da yoğun rekabetin yaşandığı taşıt pazarında aracın satışı düşük olacaktır. Bu sebeple ticari olarak üretilip satılan hibrid araçların çoğu paralel hibrid araçlardır. Oysa seri hibrid araçlar, paralel hibrid araçlara göre enerji kullanımı açısından daha verimlidir.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1 Çalışmanın Zemini:

Mevcut otomobil sayısının hızlı artması sağladığı avantajlara karşılık dünyada olduğu gibi Türkiye’de de bir çok problemleri beraberinde getirmiştir. Bunların en önemlisi fosil yakıtların araçlarda tüketilmesi sonucu oluşan hava kirliliğidir. Bu kirlilik on yıllardır bir sorun olarak algılanmakla birlikte her geçen yıl kamuoyunca daha da fazla önemsenmektedir.

Fosil yakıt kullanan otomobillerin oluşturduğu çevre kirliliğini önleme amacıyla genel olarak çeşitli yönlerde araştırma ve geliştirme yapılmaktadır: 1) Aracın gittiği km başına harcadığı benzin miktarı düşürmek 2) fosil yakıtın daha verimli yakılması ve bu sayede karbon monoksit gibi çok zehirli gazların oranının düşürülmesi.

Fosil yakıt kullanmayan araçlar aslında çevre kirliliğine hiç yol açmıyor gibi görünse de hem bu araçların kullandığı enerjinin üretilmesi sırasında çevre kirlenmesi olabilmektedir hem de bu tip araçların yaygınlaşmasının önünde engeller vardır. Bu engelleri özetleyecek olursak; tamamen solar güce dayananların menzili ve bir günde harcayabilecekleri enerji az miktarda olmakta, Tamamen elektrikli araçların da ya elektriği depoladıkları ekipmanlar çok ağır olmakta ve çok yer kaplamakta, bu da hem aracın satış fiyatını arttırmakta hem de km başına harcadığı enerji miktarını arttırmaktadır. Ayrıca

fosil yakıtlı araçlarla ilgili olarak dünya çapında çok eskiye dayanan ve yaygın bir altyapı kurulmuş durumdadır, ve alternatif olarak elektrik kullanılması durumunda bütün taşıtların elektrikli araçlarla değiştirilmesine yetecek miktarda elektrik üretim kapasitesi kurulmuş durumda değildir.

Hibrid araçlar, tamamen elektrikli araçların avantajı ile fosil yakıtlı araçların avantajlarını birleştirmektedir. Günümüzün elektrik ile fosil yakıtın birlikte kullanıldığı hibrid araçlarında enerji verimliliği sadece fosil yakıtlı araçları geçmiş durumdadır. Hibrid araçlar içinde de seri hibrid olanlar, paralel hibrid olanlara göre daha verimlidirler. Bu nedenle seri hibrid araç tasarımı üzerinde çalışma yapmak uygun görülmüştür.

2.2 Donanımın Seçimi

Seri hibrid bir arabanın kontrolünde kullanılacak kontrol ekipmanlarının seçiminde maliyet önemli rol oynamaktadır. Gereken kontrol işini yapabilen en az maliyetli kontrol ekipmanları seçilip kullanılmalıdır. Seri hibrid bir arabanın kontrol sistemi tasarımında özgün olarak tasarlanmış devre kartları kullanılabilir veya standart ürünler kullanılabilir. Maliyet, üretim sayısı ile ilişkilidir.

2.2.1 Özgün Devre Kartlarının Kullanılması

Bu yöntemin başlangıç maliyeti oldukça yüksektir. Ancak çok sayıda seri imalat ile üretildiğinde bir araba başına düşen maliyet, düşük olacaktır. Bu

sistemin kullanıldığı bir araba sayıca ne kadar fazla üretilirse birim araba başına düşen sistem maliyeti sayıyla ilişkili olarak azalacaktır. Özgün tasarımı devre kartlarının bakım maliyeti de yüksektir. Özellikle bu sistemin kullanıldığı araba sayısı az ise bakım maliyeti daha da yüksek olacaktır. Bu kartların gerektiğinde tamir edilebilmesi için stokta yedek malzemeler bulundurmak gerekir. Ayrıca bu kartları bilen personel çalıştırmak gerekir. Bu da ya yeni istihdam edilen personelin uyumu, alışması ve eğitimi için zaman ve para harcanması ya da daha kalifiye ve dolayısıyla daha fazla maliyetli personel çalıştırılmasını gerektirir. Servise arıza giderilmesi için yapılan başvuruların frekansının düşük olması durumunda birim araba başına düşen bakım maliyetleri yüksek olacaktır.

2.2.2. Standart Ekipmanların Kullanılması

Bu yöntemin başlangıç maliyeti düşüktür. Bu sistemin kullanıldığı araba sayısı az da olsa fazla da olsa birim araba başına düşen maliyet fazla değişmez. Ayrıca kullanılan standart ekipmanları sağlayan firmalar servis hizmeti vereceğinden, bakım maliyeti daha düşük olur. Özellikle uluslar arası geçerliliği olan ekipmanların kullanılması durumunda, servis ihtiyacının birden çok ülkede sağlanmasının maliyeti daha düşük olacaktır.

Bu tez çalışmasında yukarıda açıklanan avantajları nedeniyle, mümkün olduğunca standart ekipmanların kullanılmasına çalışılmıştır.

2.3 Kullanılan Yöntem

Yayınlar taranarak konuyla ilgili nelerin yapılmış olduğu, hangi alanlarda çalışmalar olduğu, bu alandaki makalelerde bahsedilmiş olan sorunlar incelendi. Teorik çalışmanın yanında çalışan bir sistem de kuruldu.

2.3.1 Teorik Çalışma

Akülerin optimum verimle kullanılması için bugüne kadar çeşitli araştırmalar yapılmış, otomasyon sistemleri tasarlanmıştır. Bir bataryanın verimli kullanılması için iki önemli kural bulunmaktadır:

1) Aşırı boşaltma yapılmamalı, aküdeki şarj seviyesi belli bir seviyenin altına düşürülmemelidir. Bir akünün şarj seviyesi %40'ın altına inip tekrar yükselirse, bu işlem, akünün ömrünü kısaltacaktır. Akü ömrü açısından en ideali, akünün her zaman %100'e yakın dolulukta tutulmasıdır. Ancak bunun sağlanması için jeneratörün sürekli çalışması gerekecek, bu da gereksiz enerji sarfiyatına yol açacaktır. Bu yüksek lisans çalışmasında, akülerdeki seviyenin %80'in altına inmemesinin sağlanması yolu tercih edilmiştir.

2) Aşırı yükleme yapılmamalıdır. Aşırı yükleme, akünün kimyasalının buharlaşmasına sebep olur, bu da akünün ömrünü kısaltır.

Bu yüksek lisans çalışmasında tasarlanıp gerçekleştirilen kontrol sisteminde, sistem kullanılmadığı zamanlarda akülerin bağlı olduğu devrenin elektriksel olarak açık olması sağlanmıştır. Elektriksel olarak açık olması akülerin kendi kendilerine boşalmalarının hızını azaltmaktadır. Elektriksel olarak açık olan

bir devreden akım geçmeyeceği için akülerdeki zaman içinde gerçekleşen yük boşalması sadece kendi kimyasal reaksiyon sonucu olarak akülerin içinde gerçekleşmektedir. Kontrol sisteminin donanımı enerjili iken, PLC'deki yazılım, donanımı kumanda ederek, akülerin seviyelerinin %75'in altına inmesine engel olmaktadır, fakat sistemin kullanılmadığı zamanlarda akülerin şarj seviyeleri kritik seviyenin altına düşebilir. Akülerin kendi kendilerine boşalma hızlarının azalması, nispeten kısa süreli durma sürelerinde, şarj seviyelerinin aşırı azalmasını engelleyecek, bu da akülerin ömrünü uzatacaktır.

2.4. Sistemin Realize Edilmesinin Aşamaları

- 1) Gereksinimlerin analizi.
- 2) Gereksinimleri karşılayan sistemin tasarlanması.
- 3) Donanımların temini
- 4) Donanımların kurulması ve montesi.
- 5) Yazılımların geliştirilmesi.
- 6) Yazılım ve donanımların denenmesi.

2.5 Sistemin Gereksinimleri

Yapılan analiz sonucunda aşağıdaki gereksinimlerin olduğu tespit edildi:

- 1) Sistem çalışırken enerji harcamayacaktır.
- 2) Batarya şarj seviyesi belli bir aralıkta tutulacak, tamamen boşalması veya tamamen dolması gerçekleşmeyecektir.

- 3) Bütün motorlar ve jeneratör, yazılım tarafından kontrol edilecek ve yazılımda kullanılan algoritma gereği başlatılıp durdurulacaktır.
- 4) Sistemin gerçekleştirilmesi mümkün olduğunca ekonomik olmalıdır. Ekonomik olması, bu sistem baz alınarak yapılacak bir tasarımın alıcılar tarafından tercih edilme oranını arttıracaktır.

2.6. PLC Kullanılan Kontrol Sistemi Tasarımı

PLC, girişler ve aktüatör çıkışlar için donanımsal bir arayüz sağlayan bir çeşit bilgisayardır. PLC, standart bir cihaz olup bir araba kontrol sisteminde kullanılmasının çeşitli avantajları bulunmaktadır:

2.6.1 Esneklik

Bir PLC ile birden çok cihaz kontrol edilebilir. Kontrol edilen cihazların değişmesi durumunda PLC'nin (kapasitesini aşan bir durum olmaması durumunda) değiştirilmesi gerekmemektedir.

2.6.2 Hataların Düzeltilmesi

Kontrol sisteminin çalışma mantığının değişmesi durumunda büyük ölçüde PLC'nin yazılımının değiştirilmesi yeterli olacaktır. PLC yerine rölelerin kablolarla bağlandığı ve çalışma mantığının donanımsal tasarım ile gerçekleştirildiği bir tasarım uygulanması durumunda çalışma mantığı

değiştiğinde donanımların değiştirilmesi gerekecektir. Bu da yazılımların değişmesinden çok daha zordur. Bu sebeplerden dolayı kontrol mantığının PLC ile gerçekleştirildiği bir tasarımda sonradan tespit edilen hataların düzeltilmesi hem kısa sürer hem de maliyeti düşük olur.

2.6.3 Hacim Verimliliği

Bir hibrid arabada hacminin büyümesi hem aerodinamik sürtünmeyi arttırıcı etki eder hem de aracın ağırlığının artması yönünde etki ederek enerji verimliliğini düşürür. Bir kontrol sisteminin ağırlığı artmadan hacminin artması, aracın hacminin artmasına yol amazsa olumsuz bir etkiye yol açmaz, ancak genellikle hibrid araçlar, hibrid olmayan araçlara jeneratör, kontrol sistemi gibi donanımlar eklenerek tasarlandığı için hacim artışı olasıdır. PLC kullanılarak tasarlanmış bir kontrol sistemi, devre kartı kullanılarak yapılmış bir kontrol sistemine göre daha az hacim kaplar. Bu zellik, kontrol sisteminde ilk üretilme anından sonra eklenen kontrol fonksiyonları, hata düzeltmeleri gibi değişikliklerden sonra daha da belirgin hale gelir. Tasarlanmış ve üretilmiş bir kontrol sistemine yeni bir işlev ekleneceği zaman PLC kullanılan bir kontrol sisteminde çoğu zaman yazılımların değiştirilmesi yeterli olur. Bu durumda hacimde bir artma olmaz. Ama devre kartı kullanılan bir sistemde yeni bir işlev eklenmesi, genellikle yeni bir devre kartının sisteme eklenmesine yol açar.

2.6.4 Maliyet Avantajı

PLC kullanılarak gerçekleştirilmiş bir kontrol sistemi, özel tasarım devre kartları kullanılarak veya kart kullanılmadan sadece röle, transistör gibi devre elemanları kullanılarak gerçekleştirilen bir kontrol sistemine göre daha düşük maliyetli olur. Ayrıca PLC kullanılarak gerçekleştirilmiş bir kontrol sisteminin bakım maliyeti de daha düşüktür.

2.6.5 Kontrol sisteminin test edilmesi kolaylığı

PLC kullanılarak gerçekleştirilmiş bir kontrol sisteminde PLC'ye bağlanarak çeşitli işlevleri gerçekleştirebilen PC yazılımları ile aktüatörleri gerçekten enerjilemeden, laboratuvar ortamında, bir çok işlev denenebilmektedir. Modern PLC sistemlerinin gelişmiş simülasyon yetenekleri mevcuttur. Bu özelliğin bir faydası da sistemin ilk aşamalarındaki denemelerde, sistemin gerçekten çalıştırılmaması sebebiyle, hatalardan dolayı olabilecek maddi hasarların en aza indirilmesidir.

2.6.6 Görsel gözlem yeteneği

PLC'ler ve bunlara bağlanabilen SCADA yazılımları sayesinde, sistem çalışırken, sistemin çalışması ile ilgili bir çok değer, görsel olarak gözlemlenebilir. Örneğin bir parçanın hızı yuvarlak bir gösterge yardımı ile sürekli güncel olarak gözlemlenebilir veya bir sıcaklık değeri, ondalıklı sayı formatında güncel olarak gözlemlenebilir. PLC kullanılarak tasarlanmış

kontrol sistemlerinin bu özelliği, sistemin denenmesini hızlı kolay ve düşük maliyetli hale getirdiği gibi, kullanıcı arayüzünün de daha hızlı, ve düşük maliyetli olarak geliştirilebilmesini sağlamaktadır.

2.6.7. Standart cihaz oluşu

PLC standart bir üründür. Marka ve model numarası bilinen bir PLC bozulduğunda kolaylıkla yenisi alınıp eskisiyle değiştirilebilmektedir. PLC üreticilerinin dünyanın bir çok ülkesinde yetkili servisleri bulunmaktadır.

Yukarıda belirtilen avantajlarından dolayı seri hibrid araba kontrol sistemi tasarımında PLC kullanılmıştır.

2.7. Kontrol Sisteminde Kullanılan Malzemeler

Kontrol sisteminde, PLC, çeşitli DC regülatörler, trafo, voltaj ölçüm cihazı, butonlar, endüstriyel ekran paneli (isteğe bağlı), kablolar, pano, kablo bağları kablo kanalları, kablo papuçları, rejeneratif DC sürücü, AC-DC doğrultucu, enkoder, enkoderin mekanik eklentileri kullanılmıştır.

2.7.1. Malzemelerin yerleşim planı

Seri hibrid araba kontrol sisteminde kullanılan malzemelerin panolarda nereye koyulacağını gösteren bir yerleşim planı hazırlanmıştır.

2.7.2 Kumanda panosu

Kumanda panosunun donanım yerleşimi Çizelge 2.1'de gösterilmiştir:

Çizelge 2.1 Kumanda Panosu

PS	PLC	Analog IO Modülü
DVPPS02 110-220VAC (50-0Hz) 2A 24V	Delta DVP28SV11R	Delta DVP- 06XA

Ray ve üzerindeki klemensler

2.7.3. Ekran Panosu

Ekran panosunun donanım yerleşimi Çizelge 2.2’de gösterilmiştir:

Çizelge 2.2 Ekran Panosunun Yerleşimi

Operatör Paneli (Ekran)	Acil Stop butonu
Delta DOP- AS35THTD	Kırmızı Mantar Buton

2.8. Malzemeler Ve Özellikleri

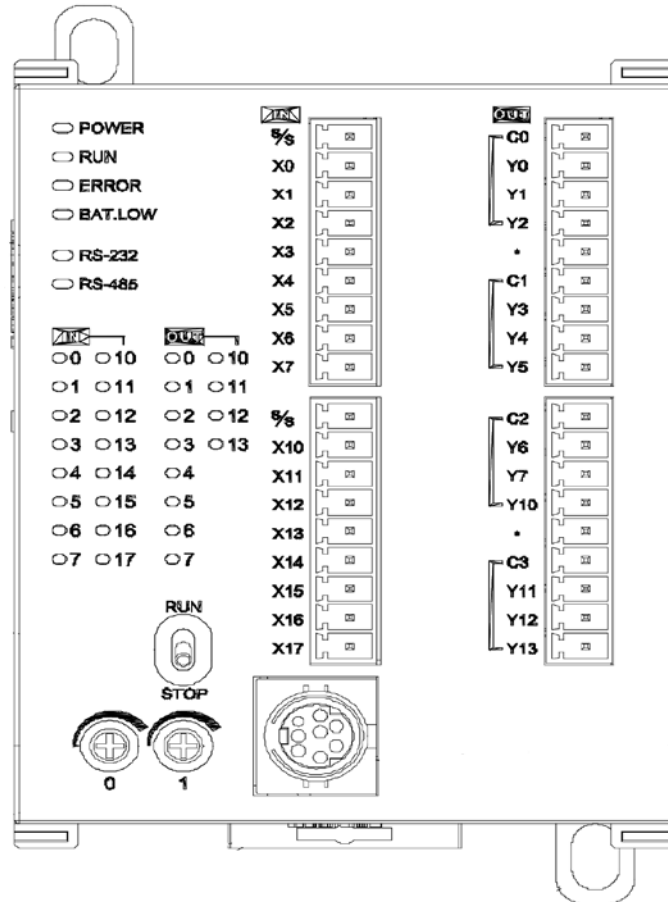
2.8.1. PLC

Bu kontrol sisteminde kullanılan PLC; DVP28SV11R’dir. Bu PLC’nin özellikleri Çizelge 2.3’de verilmiştir:

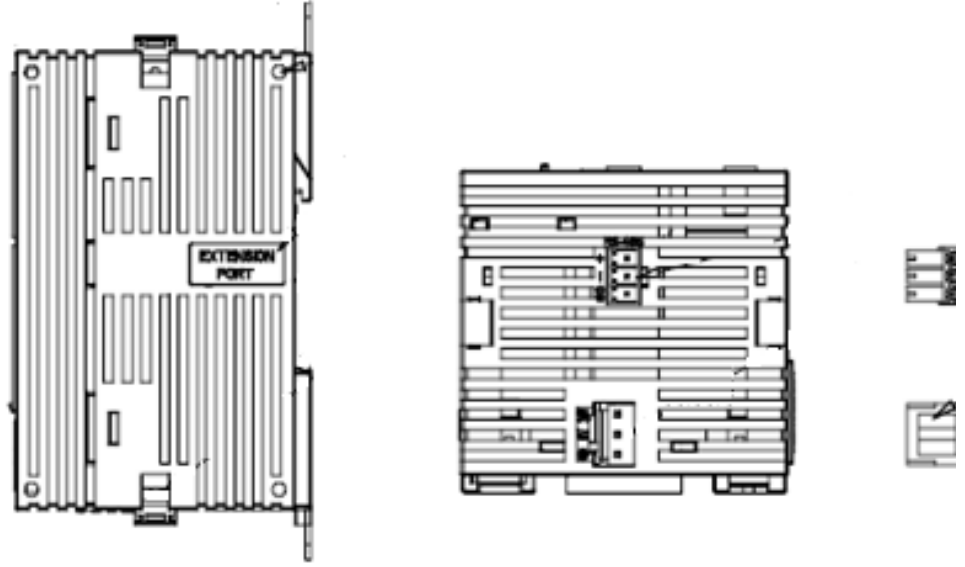
Çizelge 2.3 Kontrol Sisteminde Kullanılan PLC'nin Özellikleri

16K Ladder lojik program kapasitesi
512 Dijital giriş/çıkış
Gerçek zaman saati
32 istasyon PLC Link Haberleşme
200 kHz 4 adet pulse çıkışı
200 kHz hızlı sayıcı girişi
4 adet çift faz encoder bağlanabilir
2 eksen Enterpolasyon yapabilme özelliği ile dairesel hareketler yaptırılabilir
CPU üzerinde 8 bit 2 ad analog potansiyometre
CPU üzerinde 16 DI 12 DO
Modbus RTU/ASCII haberleşme
RS-232, RS-485 haberleşme portları
Mikro modüler tasarım (Rack'a ihtiyaç duymayan)
8 adet özel modül (analog/sıcaklık) bağlanabilme (I/O işgal etmeyen)
Dahili gerçek zaman saati ve RTC işleme komutları
NPN-PNP input
Röle çıkışlı
CPU için şifre koruma fonksiyonu
Kullanıcı dostu WPL Soft programlama yazılımı

Tercih edilen bu PLC'de, 28-nokta (16 giriş + 12 çıkış) vardır, 16K step program hafızası ile çeşitli komutlar içerir, SS/SA/SX/SC/SV serisine bağlanabilen bütün ilave modüller bağlanabilir, toplam dijital giriş çıkış sayısı max. 512 adettir, analog modülleri (A/D, D/A dönüştürücü ve sıcaklık kontrol üniteleri) ve bütün yeni hızlı ilave modülleri de destekler. 4-grup hızlı pulse çıkışı (200KHz) ve 2 yeni 2-eksenli interpolasyon komutu sağlar. Seri hibrid aracın tercih edilmesi yönünde olumlu bir etkisi vardır. PLC'nin mekanik ve elektriksel çizimleri Şekil 2.3 ve Şekil 2.4'de gösterilmiştir.



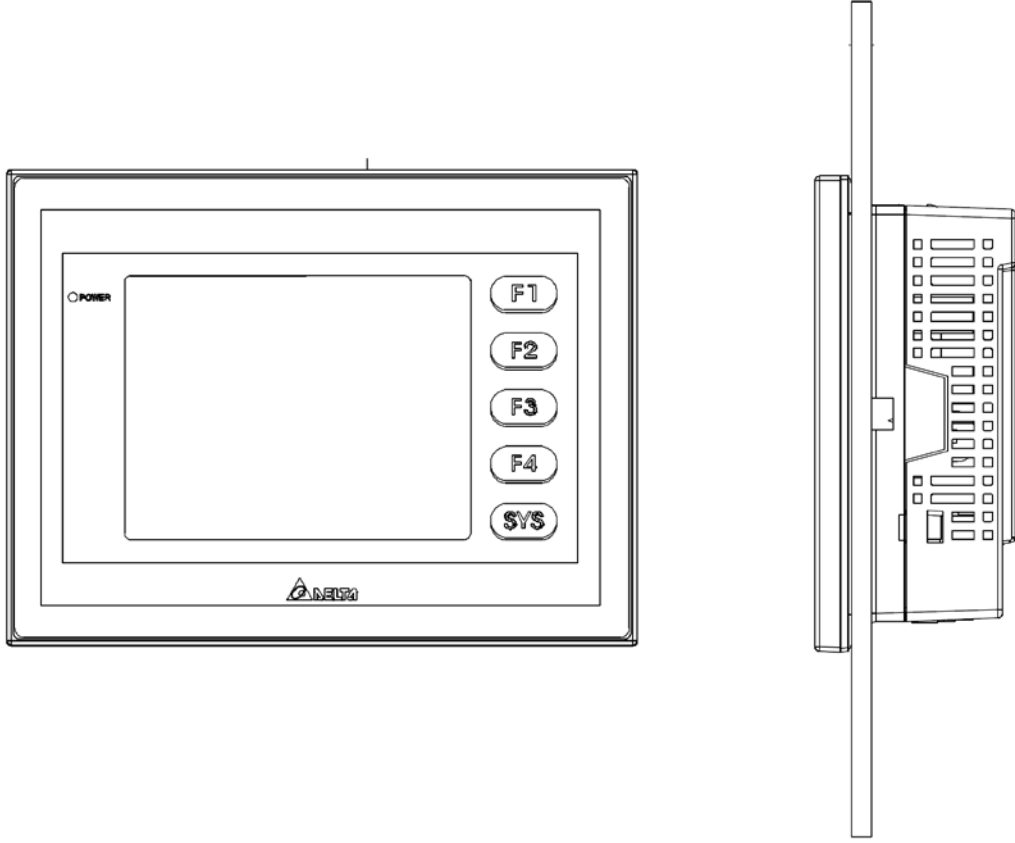
Şekil 2.1 PLC'nin Ön Görünüşü.



Şekil 2.2 PLC'nin Yandan Görünüşleri

2.8.2. Kontrol Paneli (Ekran)

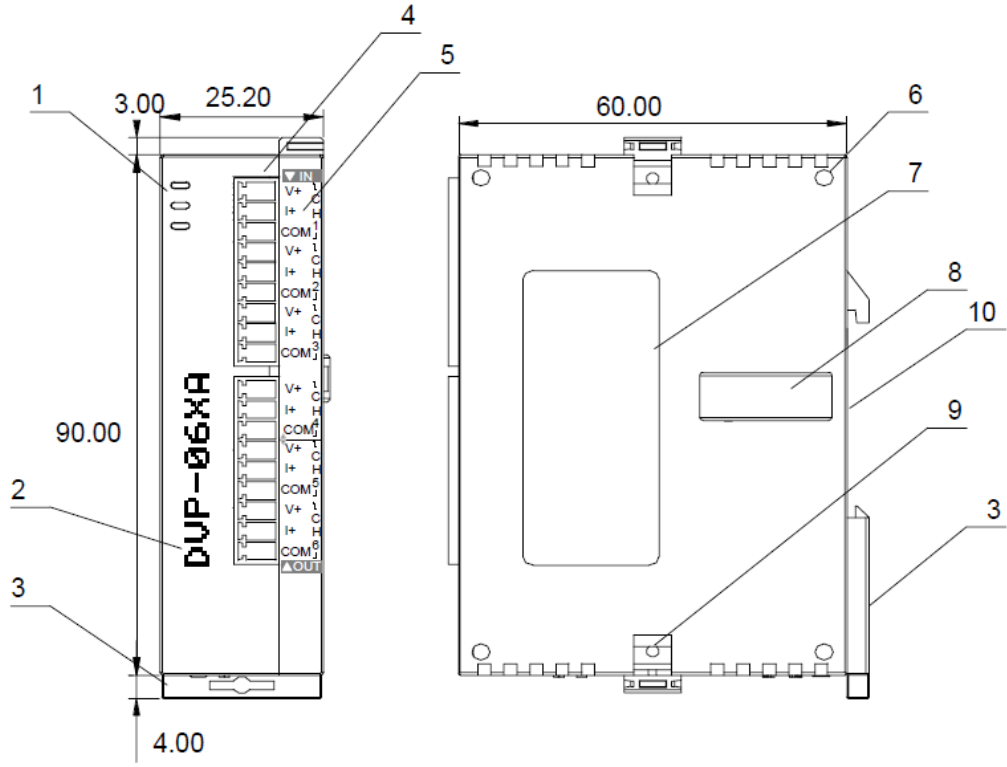
Bu kontrol sisteminde kullanılan kontrol paneli Delta DOP-B07S200'dir. Dokunma yoluyla giriş kabul eden bir ekran olup kenarında çeşitli butonlar bulunmaktadır.



Şekil 2.3 Delta DOP-AS35THTD Modülünün Önden Ve Yandan Görünüşü

2.8.3. Analog IO Modülü

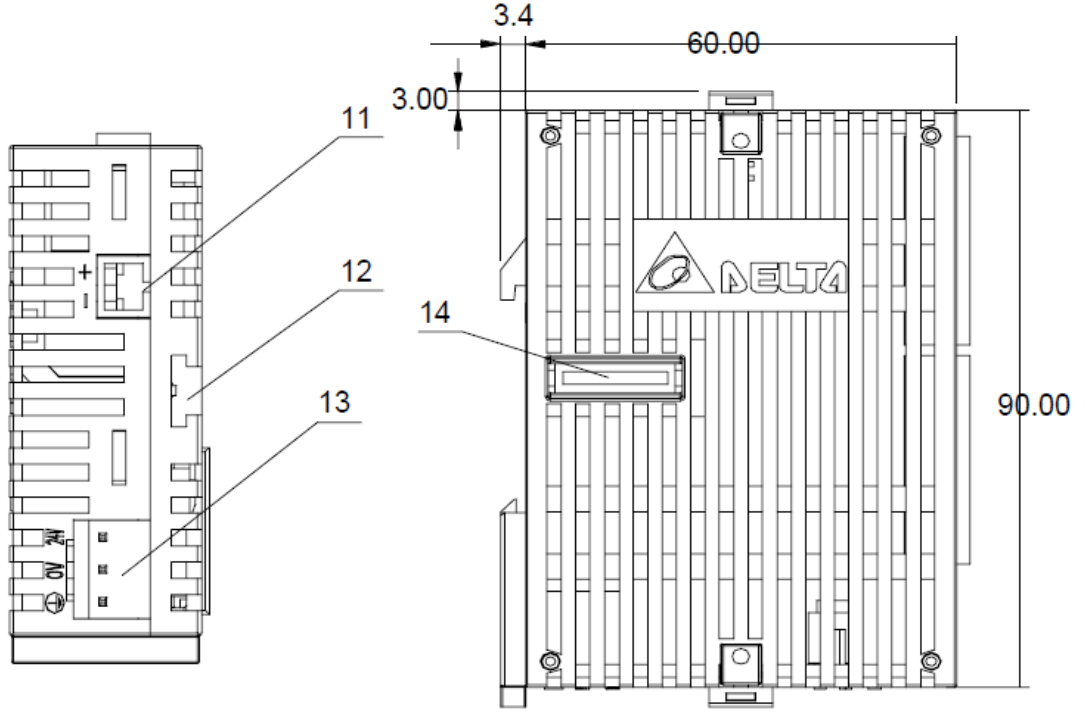
Kontrol sisteminde kullanılan Analog IO modülü Delta marka DVP 06XA kodlu bir PLC modülüdür. Bu modülün mekanik ve elektriksel çizimi Şekil 2.4 ve Şekil 2.5'de verilmiştir.



Şekil 2.4 DVP-06XA Analog IO Modülünün Ön Ve Yan Görünüşü

Çizelge 2.4 DVP-06XA Modülünün Ön Ve Yan Görünüşünün Açıklamaları

1	Durum indikatörü (Güç, RUN modu ve ERROR modu)	6	Genişleme ünitesinin genişleme yuvası
2	Model kodu	7	Özellikler etiketi
3	DIN ray tutacağı	8	Genişleme yuvası
4	I/O uçları	9	Genişleme tutacağı
5	I/O uçları diziliş açıklaması	10	DIN ray yeri



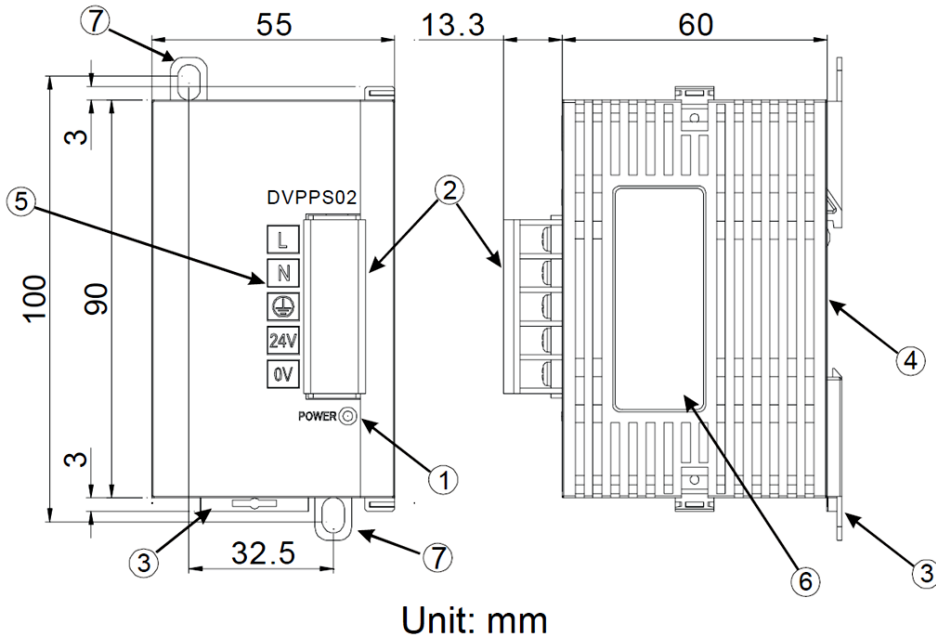
Şekil 2.5 DVP-06XA Analog IO Modülünün Diğer Yan Görünüşleri

Çizelge 2.5 DVP-06XA Modülünün Diğer Yan Görünüşlerinin Açıklamaları

11	Durum indikatörü (Güç, RUN modu ve ERROR modu)
12	Model kodu
13	DIN ray tutacağı
14	Genişleme yuvası

2.8.4. Güç Kaynağı

Kontrol sisteminde denemelerin daha hızlı yapılabilmesi ve denemeler sırasında PLC ve modüllerinin bir hata sonucu hasar görmemesi için DVP-PS02 güç kaynağı kullanılmıştır. Seri hibrid bir araba içinde PLC kullanılacaksa, PLC'nin güç beslemesi 2 adet akü seri bağlanarak da sağlanabilir. Seçilen PLC, akülerdeki doluluk seviyesi %50'ye düşse bile sağlıklı kalabilir ve normal bir şekilde çalışabilir özelliğindedir. Güç kaynağının görüntüsü şekil 2.7'de verilmiştir.



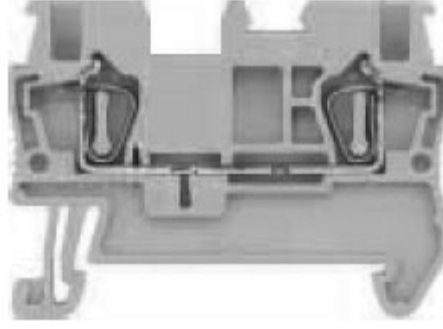
Şekil 2.6 DVP-06XA PLC Güç Kaynağının Ön Ve Yan Görünüşü

Çizelge 2.6 DVP-PS02 Güç Modülünün Ön Ve Yan Görünüşünün Açıklamaları

1	Güç LED'i	6	İsim plakası
2	Çıkış/Giriş ucu	7	Monte delikleri
3	DIN ray tutacağı		
4	DIN ray izi		
5	I/O ucu etiketi		

2.8.5. Klemensler

Klemens, kabloların bağlantı ve ek gereçidir. İnce kesitli iletkenler daha iyi elektriki temas sağlanması için, kalın kesitli iletkenler sarılarak eklenmesi zor olduğundan klemenslerle eklenir. Klemensin bir faydası da uçları bağlanan birkaç kablonun uçlarını temassızlık yapmaması için yeterli olacak kuvvette sıkarak bir arada tutmasıdır. Bu tezde bahsedilen kontrol sisteminde ray tipi plastik sıra klemensler kullanılmıştır. Kullanılan klemensin iç görünüşü şekil 2.7'de gösterilmiştir.



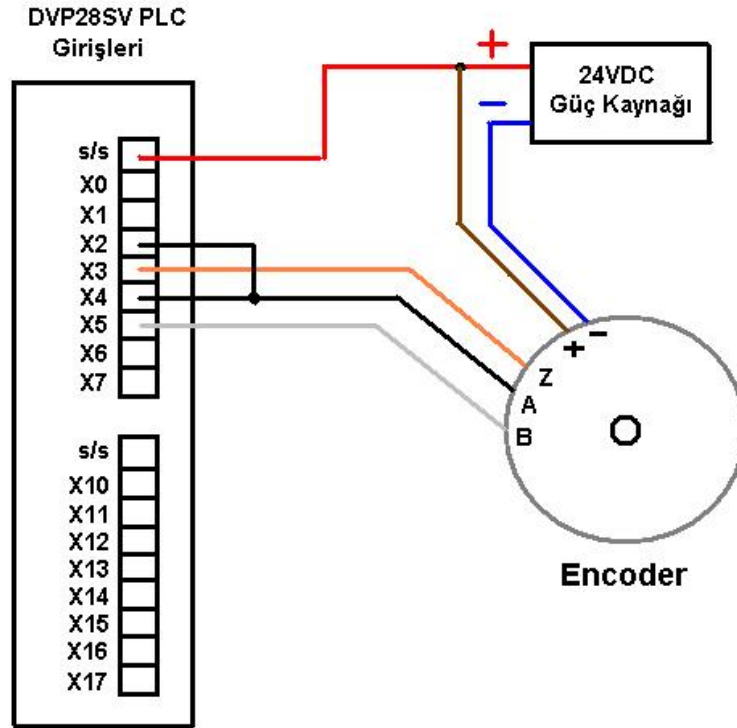
Şekil 2.7 Klemensin İç Görünüşü

2.8.6. Röleler

"Röle", başka bir elektrik devresinin açılıp kapanmasını sağlayan bir elektriksel anahtardır. Röle; bobin, palet ve kontak olmak üzere üç bölümden meydana gelir. Bobin kısmı rölenin giriş kısmıdır. Palet ve kontak kısmının bobin ile herhangi bir elektriksel bağlantısı yoktur PLC, gerektiği zaman bir devreyi açmak gerektiği zaman bir devreyi kapamak için rölelerin kontrol sinyal girişini kontrol eder. Kontrol sisteminde kullanılan rölelerin devreleri açıp kapaması sayesinde sistemin her çalışma modu için ayrı bir devre şeması çalışır durumda olmaktadır.

2.8.7. Enkoder

Kontrol sisteminde, tekerlerin hızı ve kat ettiği mesafe, sürekli olarak ölçülmektedir. Bu ölçüm için bir enkoder kullanılmıştır. Enkoderin çıkış kabloları, PLC'nin hızlı sayma işlevi olan özel girişlerine bağlanmıştır. Şekil 2.8'de enkoderin bağlantı şeması gösterilmiştir. Bu şemada enkoderin çıkış kablolarının PLC'nin özel girişlerine nasıl bağlandığı görülmektedir.



Şekil 2.8 Enkoderin Bağlantı Şeması

2.8.8. Traksiyon Motoru

Kontrol sisteminde 180W gücünde fırçalı bir DC motor kullanılmıştır. DC motorun giriş besleme gerilimi 12 V DC'dir.

2.8.9. İçten Yanmalı Motor

Kontrol sisteminde benzin kullanan, içten yanmalı bir motorsiklet motoru kullanılmıştır. Bu motor, ilk harekete geçerken mekanik olarak kendisine bağlı bir DC motor (marş motoru) kullanmaktadır.

2.8.10 Elektrik Kontrol Panosu

Kontrol sisteminde, su sızdırmazlık contası olan 350mmX400mmX200mm boyutlarında bir pano kullanılmıştır. Bu panonun kapağı açılmış görüntüsü, Şekil 2.9'da görülmektedir.



Şekil 2.9 Elektrik Kontrol Panosunun Kapağı Açık, İç Görünüşü.

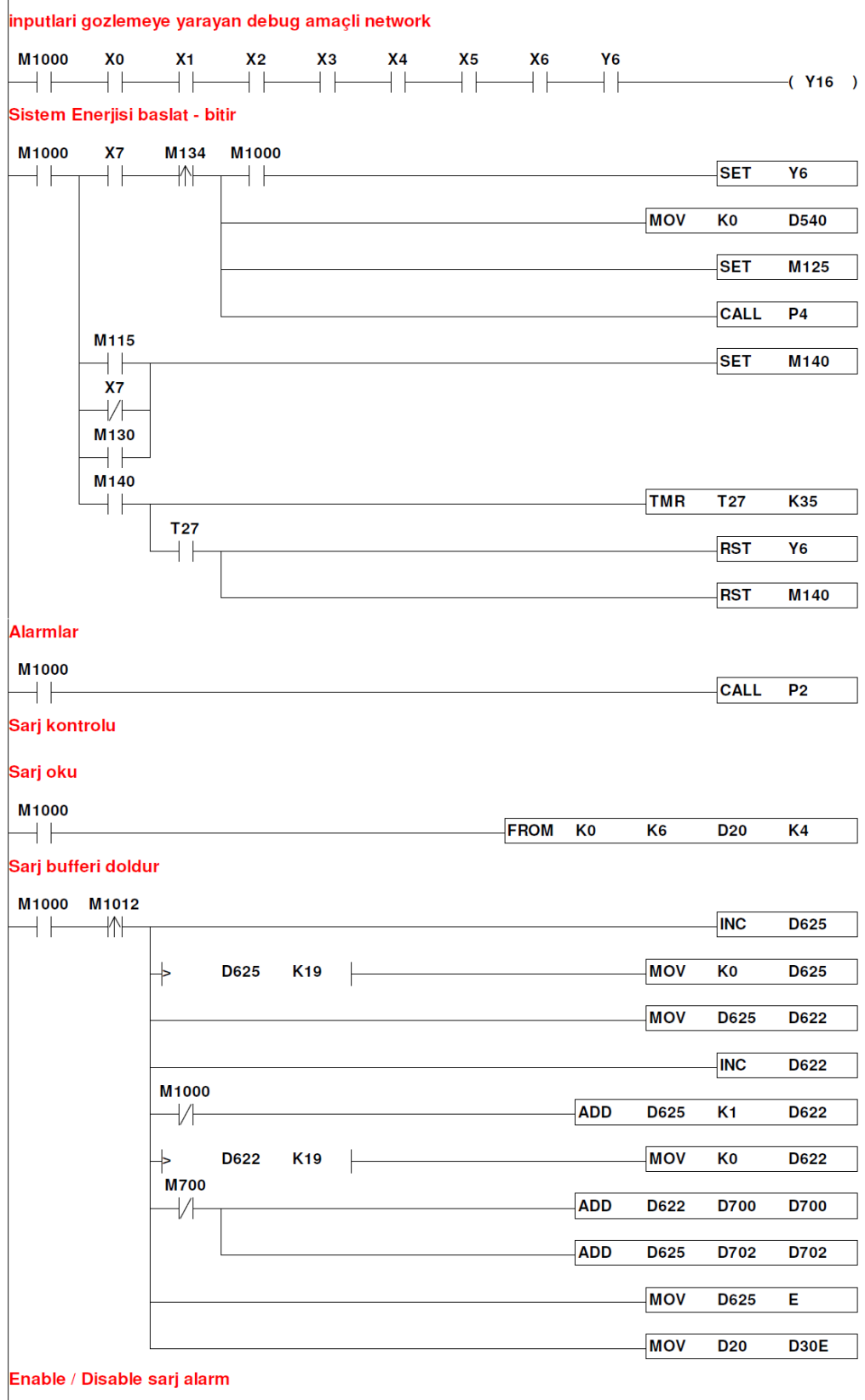
2.8.11. Kontrol Paneli(Ekran) Panosu

İçinde kontrol paneli (ekran) ve acil stop butonu olan 350mm X 250mm X 100mm boyutlarında, su sızdırmazlık contası bulunan bir panodur.

2.8.12. PLC Yazılımı

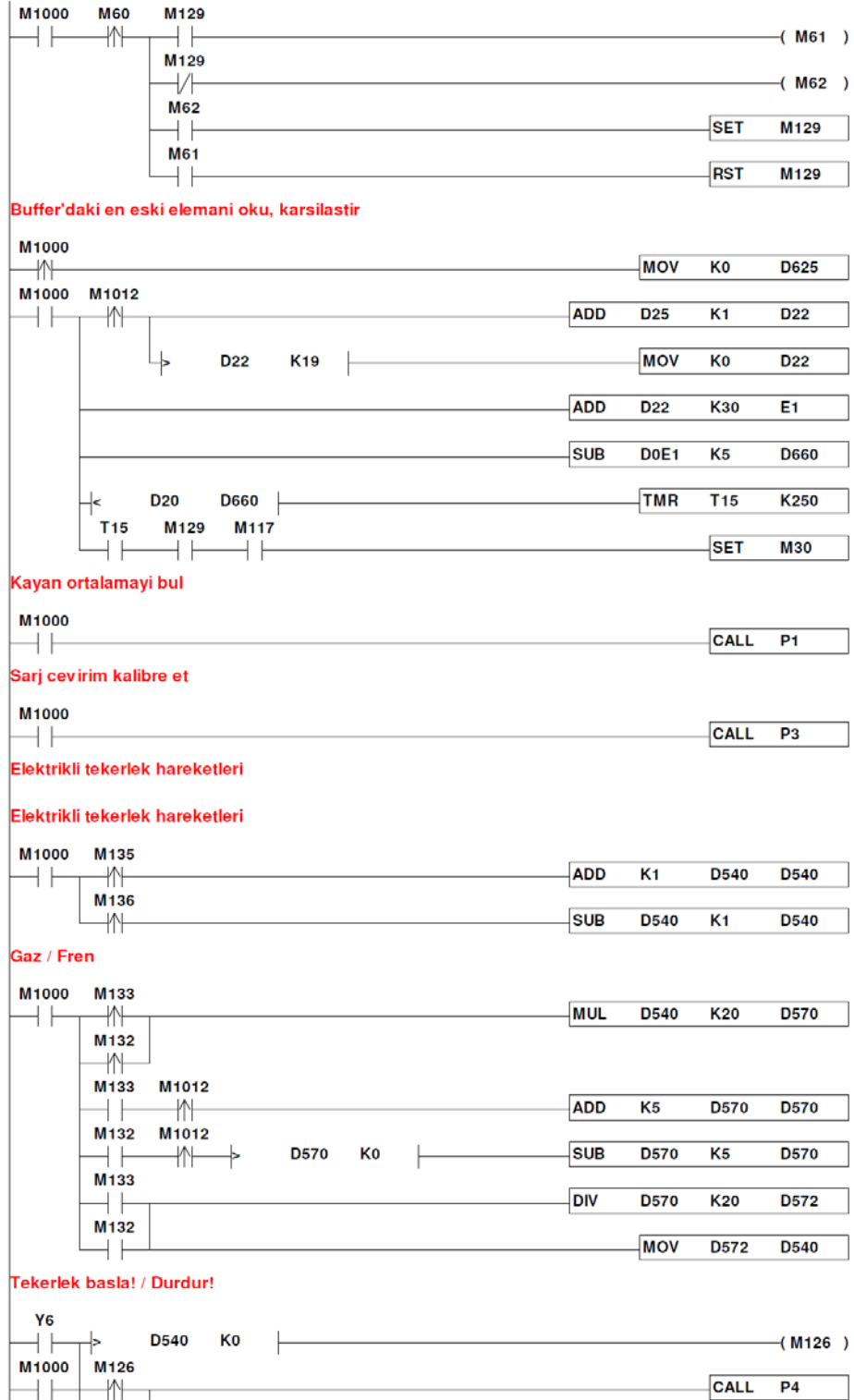
Delta PLC'nin yazılımı Şekil 2.10'da verilmiştir. Şekil 2.11'de Ladder (merdiven) diyagramı, Şekil 2.12'de ise mnemonic listesi gösterilmiştir.

Çizelge 2.7 PLC Programı Ladder Diagramı



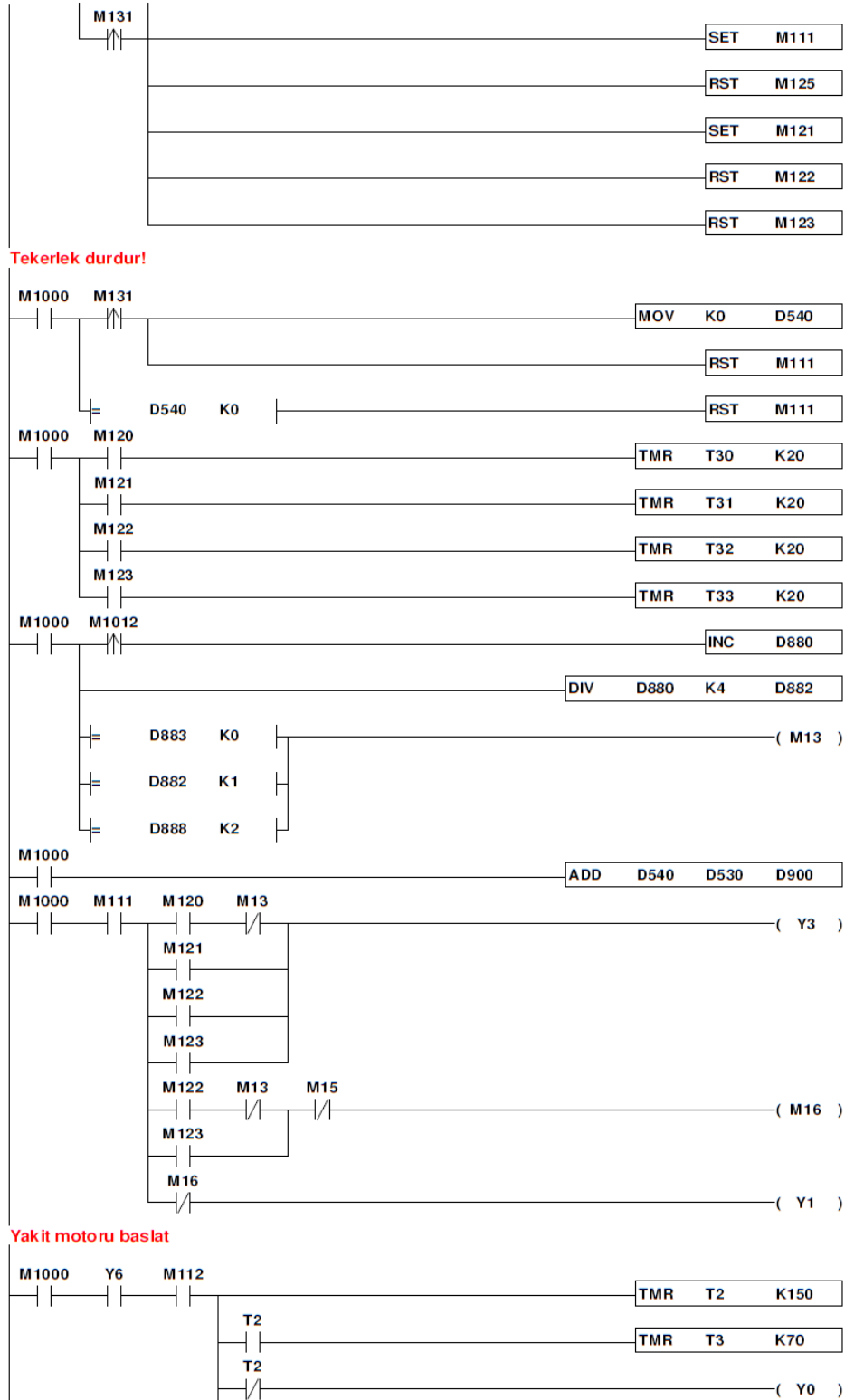
Çizelge 2.7 PLC Programı Ladder Diagramı.(Devam)

P.2



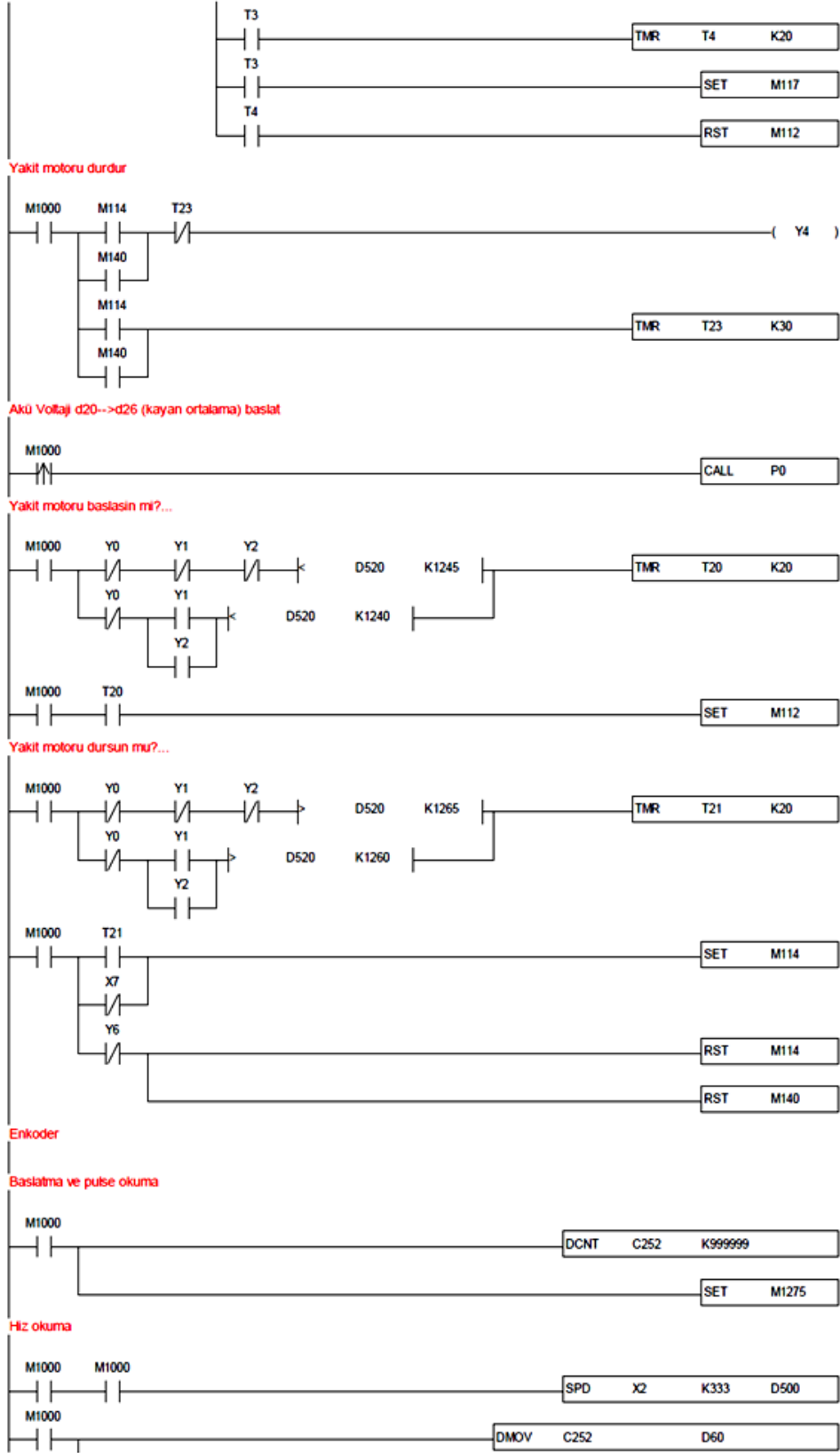
Çizelge 2.7 PLC Programı Ladder Diagramı.(Devam)

P.3

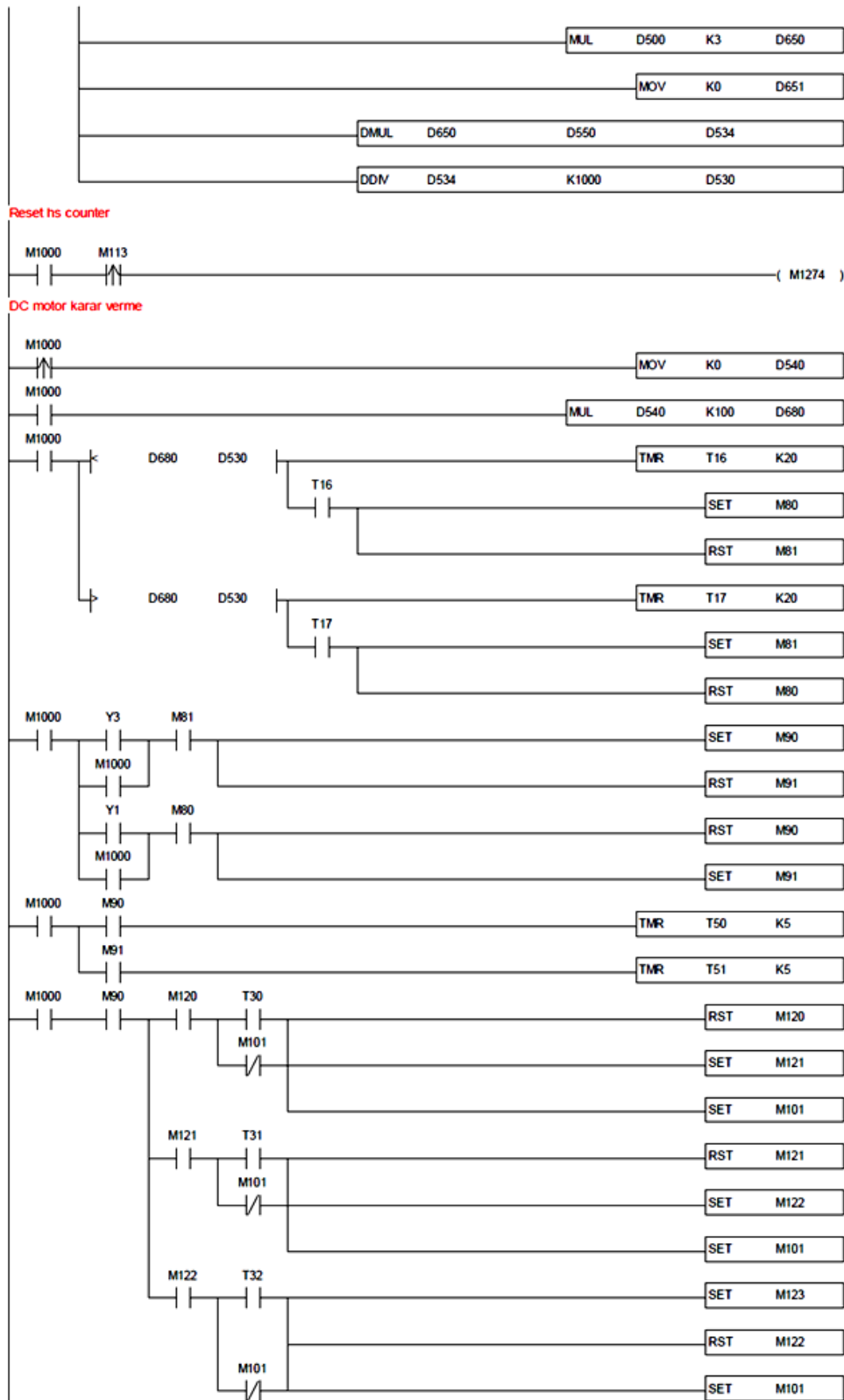


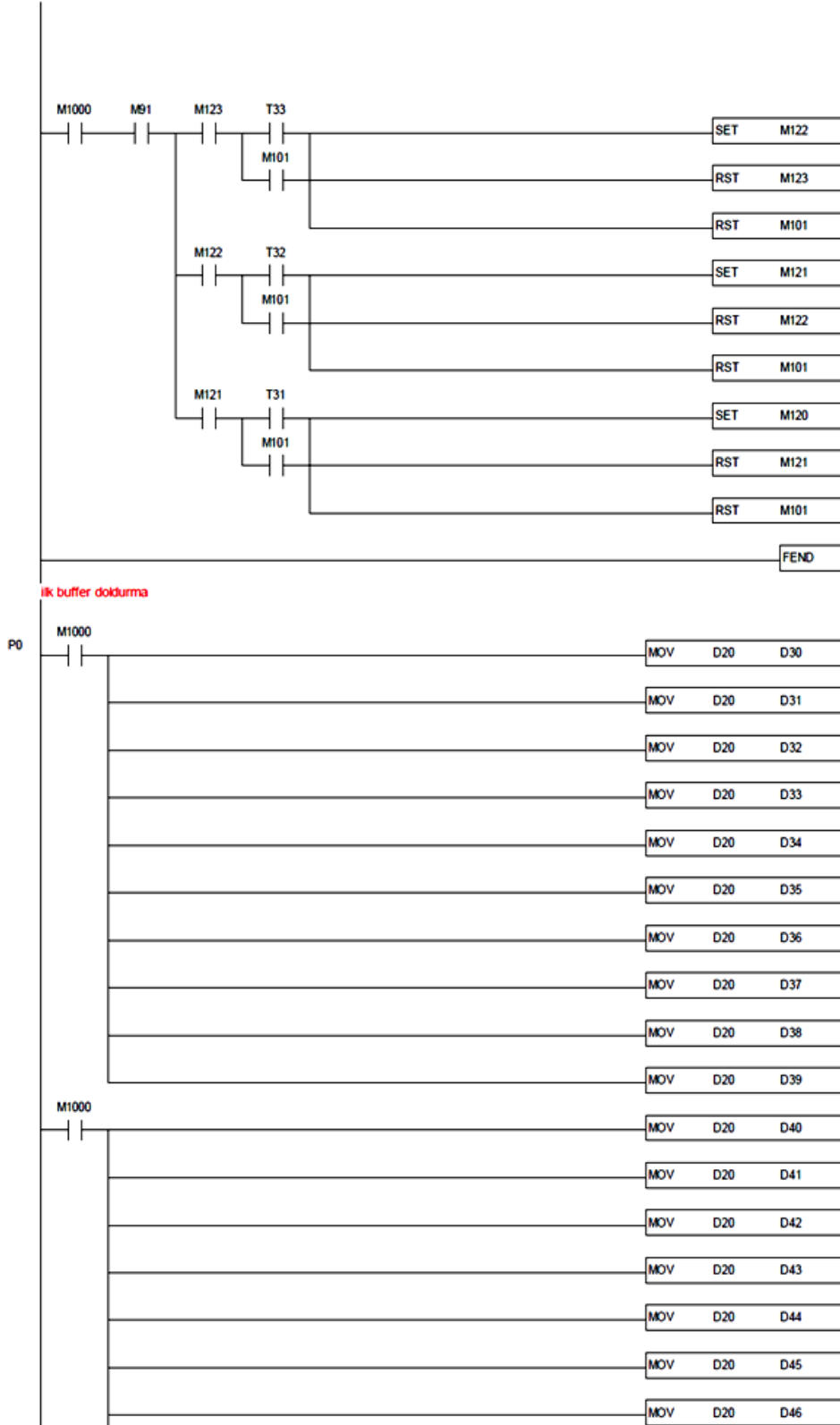
Çizelge 2.7 PLC Programı Ladder Diagramı.(Devam)

P.4

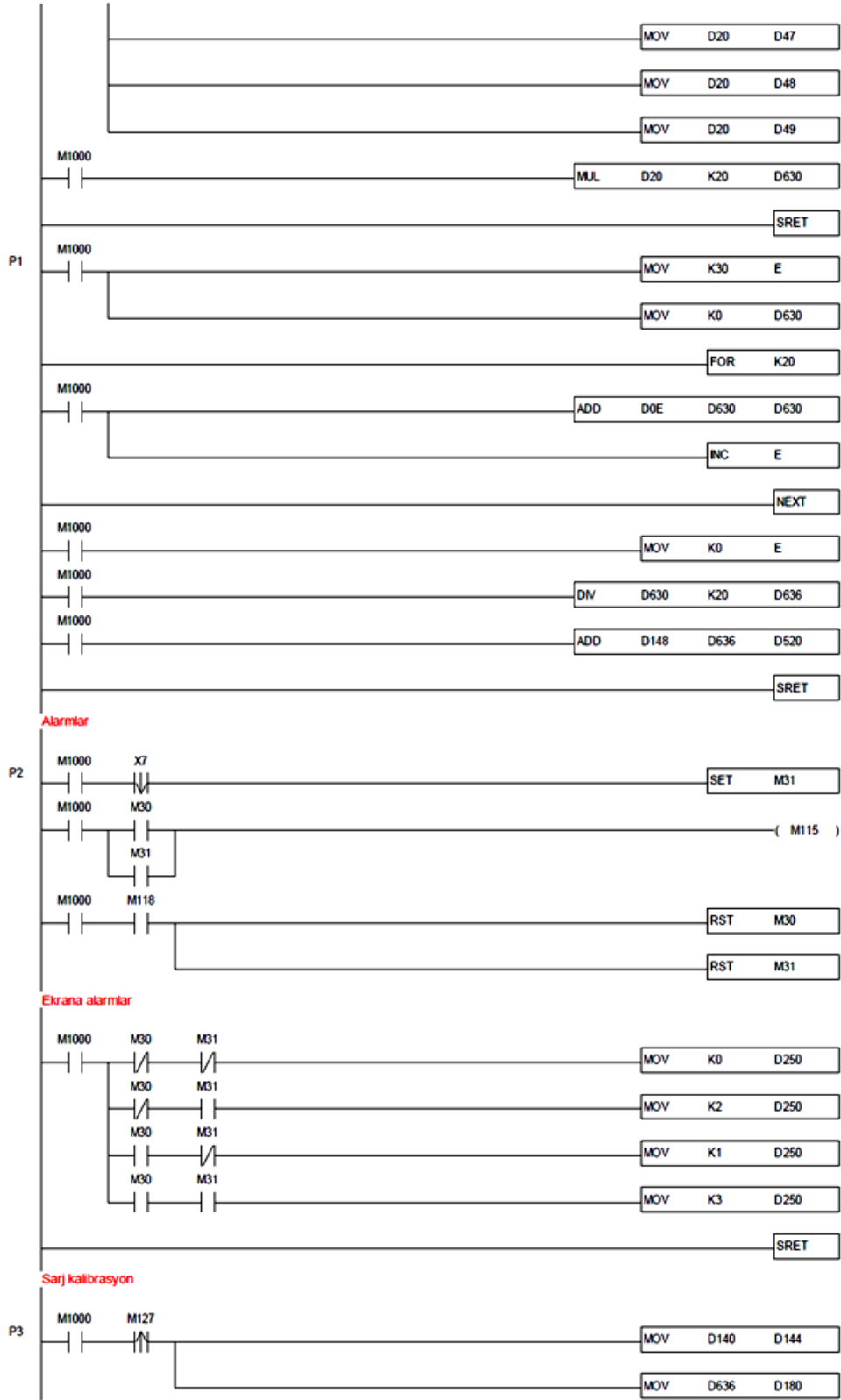


Çizelge 2.7 PLC Programı Ladder Diagramı.(Devam)



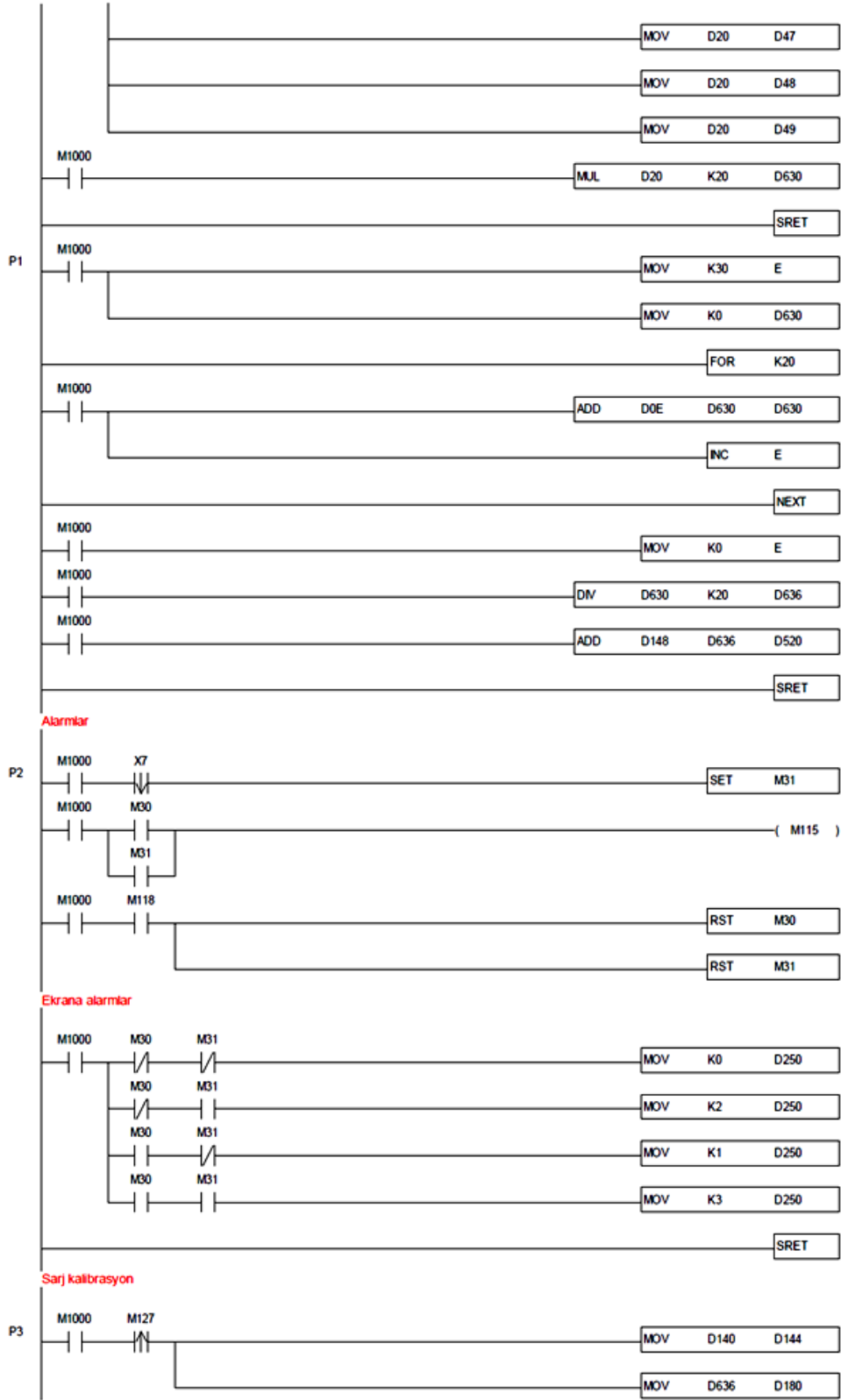


Çizelge 2.7 PLC Programı Ladder Diagramı.(Devam)



Çizelge 2.7 PLC Programı Ladder Diagramı.(Devam)

P.7



Çizelge 2.8 PLC Mnemonic Listesi (Mnemonic Listesi) (Devam)

000000 LD M1000
000001 AND X0
000002 AND X1
000003 AND X2
000004 AND X3
000005 AND X4
000006 AND X5
000007 AND X6
000008 AND Y6
000009 OUT Y16
000010 LD M1000
000011 MPS
000012 AND X7
000013 ANDP M134
000016 MPS
000017 AND M1000
000018 SET Y6
000019 MPP
000020 MOV K0 D540
000025 SET M125
000026 CALL P4
000029 MRD
000030 LD M115
000031 ORI X7
000032 OR M130
000033 ANB
000034 SET M140
000035 MPP
000036 AND M140
000037 TMR T27 K35
000041 AND T27
000042 RST Y6
000045 RST M140
000048 LD M1000
000049 CALL P2
000052 LD M1000
000053 FROM K0 K6 D20 K4
000062 LD M1000
000063 ANDP M1012
000066 INC D625
000069 MPS
000070 AND> D625 K19
000075 MOV K0 D625
000080 MRD
000081 MOV D625 D622

Çizelge 2.8 PLC Mnemonic Listesi (Mnemonic Listesi) (Devam)

000086 INC D622
000089 MRD
000090 ANI M1000
000091 ADD D625 K1 D622
000098 MRD
000099 AND> D622 K19
000104 MOV K0 D622
000109 MRD
000110 ANI M700
000111 ADD D622 D700 D700
000118 ADD D625 D702 D702
000125 MPP
000126 MOV D625 E
000131 MOV D20 D30E
000136 LD M1000
000137 ANDP M60
000140 MPS
000141 AND M129
000142 OUT M61
000143 MRD
000144 ANI M129
000145 OUT M62
000146 MRD
000147 AND M62
000148 SET M129
000149 MPP
000150 AND M61
000151 RST M129
000154 LDP M1000
000157 MOV K0 D625
000162 LD M1000
000163 MPS
000164 ANDP M1012
000167 ADD D25 K1 D22
000174 AND> D22 K19
000179 MOV K0 D22
000184 MRD
000185 ADD D22 K30 E1
000192 SUB D0E1 K5 D660
000199 MRD
000200 AND< D20 D660
000205 TMR T15 K250
000209 MPP
000210 AND T15

Çizelge 2.8 PLC Mnemonic Listesi (Mnemonic Listesi) (Devam)

000211 AND M129
000212 AND M117
000213 SET M30
000214 LD M1000
000215 CALL P1
000218 LD M1000
000219 CALL P3
000222 LD M1000
000223 MPS
000224 ANDP M135
000227 ADD K1 D540 D540
000234 MPP
000235 ANDP M136
000238 SUB D540 K1 D540
000245 LD M1000
000246 MPS
000247 LDP M133
000250 ORP M132
000253 ANB
000254 MUL D540 K20 D570
000261 MRD
000262 AND M133
000263 ANDP M1012
000266 ADD K5 D570 D570
000273 MRD
000274 AND M132
000275 ANDP M1012
000278 AND> D570 K0
000283 SUB D570 K5 D570
000290 MPP
000291 LD M133
000292 OR M132
000293 ANB
000294 DIV D570 K20 D572
000301 MOV D572 D540
000306 LD Y6
000307 OR M1000
000308 MPS
000309 AND> D540 K0
000314 OUT M126
000315 MPP
000316 LDP M126
000319 ORP M131
000322 ANB

Çizelge 2.8 PLC Mnemonic Listesi (Mnemonic Listesi) (Devam)

000323 CALL P4
000326 SET M111
000327 RST M125
000330 SET M121
000331 RST M122
000334 RST M123
000337 LD M1000
000338 MPS
000339 ANDP M131
000342 MOV K0 D540
000347 RST M111
000350 MPP
000351 AND= D540 K0
000356 RST M111
000359 LD M1000
000360 MPS
000361 AND M120
000362 TMR T30 K20
000366 MRD
000367 AND M121
000368 TMR T31 K20
000372 MRD
000373 AND M122
000374 TMR T32 K20
000378 MPP
000379 AND M123
000380 TMR T33 K20
000384 LD M1000
000385 MPS
000386 ANDP M1012
000389 INC D880
000392 MPP
000393 DIV D880 K4 D882
000400 LD= D883 K0
000405 OR= D882 K1
000410 OR= D888 K2
000415 ANB
000416 OUT M13
000417 LD M1000
000418 ADD D540 D530 D900
000425 LD M1000
000426 AND M111
000427 MPS
000428 LD M120

Çizelge 2.8 PLC Mnemonic Listesi (Mnemonic Listesi) (Devam)

000429 ANI M13
000430 OR M121
000431 OR M122
000432 OR M123
000433 ANB
000434 OUT Y3
000435 MRD
000436 LD M122
000437 ANI M13
000438 OR M123
000439 ANB
000440 ANI M15
000441 OUT M16
000442 MPP
000443 ANI M16
000444 OUT Y1
000445 LD M1000
000446 AND Y6
000447 AND M112
000448 TMR T2 K150
000452 MPS
000453 AND T2
000454 TMR T3 K70
000458 MRD
000459 ANI T2
000460 OUT Y0
000461 MRD
000462 AND T3
000463 TMR T4 K20
000467 MRD
000468 AND T3
000469 SET M117
000470 MPP
000471 AND T4
000472 RST M112
000475 LD M1000
000476 MPS
000477 LD M114
000478 OR M140
000479 ANB
000480 ANI T23
000481 OUT Y4
000482 MPP
000483 LD M114

Çizelge 2.8 PLC Mnemonic Listesi (Mnemonic Listesi) (Devam)

000484 OR M140
000485 ANB
000486 TMR T23 K30
000490 LDP M1000
000493 CALL P0
000496 LD M1000
000497 LDI Y0
000498 ANI Y1
000499 ANI Y2
000500 AND< D520 K1245
000505 LDI Y0
000506 LD Y1
000507 OR Y2
000508 ANB
000509 AND< D520 K1240
000514 ORB
000515 ANB
000516 TMR T20 K20
000520 LD M1000
000521 AND T20
000522 SET M112
000523 LD M1000
000524 LDI Y0
000525 ANI Y1
000526 ANI Y2
000527 AND> D520 K1265
000532 LDI Y0
000533 LD Y1
000534 OR Y2
000535 ANB
000536 AND> D520 K1260
000541 ORB
000542 ANB
000543 TMR T21 K20
000547 LD M1000
000548 MPS
000549 LD T21
000550 ORI X7
000551 ANB
000552 SET M114
000553 MPP
000554 ANI Y6
000555 RST M114
000558 RST M140

Çizelge 2.8 PLC Mnemonic Listesi (Mnemonic Listesi) (Devam)

000561 LD M1000
000562 DCNT C252 K999999
000568 SET M1275
000569 LD M1000
000570 AND M1000
000571 SPD X2 K333 D500
000578 LD M1000
000579 DMOV C252 D60
000588 MUL D500 K3 D650
000595 MOV K0 D651
000600 DMUL D650 D550 D534
000613 DDIV D534 K1000 D530
000626 LD M1000
000627 ANDP M113
000630 OUT M1274
000631 LDP M1000
000634 MOV K0 D540
000639 LD M1000
000640 MUL D540 K100 D680
000647 LD M1000
000648 MPS
000649 AND< D680 D530
000654 TMR T16 K20
000658 AND T16
000659 SET M80
000660 RST M81
000663 MPP
000664 AND> D680 D530
000669 TMR T17 K20
000673 AND T17
000674 SET M81
000675 RST M80
000678 LD M1000
000679 MPS
000680 LD Y3
000681 OR M1000
000682 ANB
000683 AND M81
000684 SET M90
000685 RST M91
000688 MPP
000689 LD Y1
000690 OR M1000
000691 ANB

Çizelge 2.8 PLC Mnemonic Listesi (Mnemonic Listesi) (Devam)

000692 AND M80
000693 RST M90
000696 SET M91
000697 LD M1000
000698 MPS
000699 AND M90
000700 TMR T50 K5
000704 MPP
000705 AND M91
000706 TMR T51 K5
000710 LD M1000
000711 AND M90
000712 MPS
000713 AND M120
000714 LD T30
000715 ORI M101
000716 ANB
000717 RST M120
000720 SET M121
000721 SET M101
000722 MRD
000723 AND M121
000724 LD T31
000725 ORI M101
000726 ANB
000727 RST M121
000730 SET M122
000731 SET M101
000732 MPP
000733 AND M122
000734 LD T32
000735 ORI M101
000736 ANB
000737 SET M123
000738 RST M122
000741 SET M101
000742 LD M1000
000743 AND M91
000744 MPS
000745 AND M123
000746 LD T33
000747 OR M101
000748 ANB
000749 SET M122

Çizelge 2.8 PLC Mnemonic Listesi (Mnemonic Listesi) (Devam)

000750 RST M123
000753 RST M101
000756 MRD
000757 AND M122
000758 LD T32
000759 OR M101
000760 ANB
000761 SET M121
000762 RST M122
000765 RST M101
000768 MPP
000769 AND M121
000770 LD T31
000771 OR M101
000772 ANB
000773 SET M120
000774 RST M121
000777 RST M101
000780 FEND
000781 P000
000782 LD M1000
000783 MOV D20 D30
000788 MOV D20 D31
000793 MOV D20 D32
000798 MOV D20 D33
000803 MOV D20 D34
000808 MOV D20 D35
000813 MOV D20 D36
000818 MOV D20 D37
000823 MOV D20 D38
000828 MOV D20 D39
000833 LD M1000
000834 MOV D20 D40
000839 MOV D20 D41
000844 MOV D20 D42
000849 MOV D20 D43
000854 MOV D20 D44
000859 MOV D20 D45
000864 MOV D20 D46
000869 MOV D20 D47
000874 MOV D20 D48
000879 MOV D20 D49
000884 LD M1000
000885 MUL D20 K20 D630

Çizelge 2.8 PLC Mnemonic Listesi (Mnemonic Listesi) (Devam)

000892 SRET
000893 P001
000894 LD M1000
000895 MOV K30 E
000900 MOV K0 D630
000905 FOR K20
000908 LD M1000
000909 ADD D0E D630 D630
000916 INC E
000919 NEXT
000920 LD M1000
000921 MOV K0 E
000926 LD M1000
000927 DIV D630 K20 D636
000934 LD M1000
000935 ADD D148 D636 D520
000942 SRET
000943 P002
000944 LD M1000
000945 ANDF X7
000948 SET M31
000949 LD M1000
000950 LD M30
000951 OR M31
000952 ANB
000953 OUT M115
000954 LD M1000
000955 AND M118
000956 RST M30
000959 RST M31
000962 LD M1000
000963 MPS
000964 ANI M30
000965 ANI M31
000966 MOV K0 D250
000971 MRD
000972 ANI M30
000973 AND M31
000974 MOV K2 D250
000979 MRD
000980 AND M30
000981 ANI M31
000982 MOV K1 D250
000987 MPP

Çizelge 2.8 PLC Mnemonic Listesi (Mnemonic Listesi) (Devam)

000988 AND M30
000989 AND M31
000990 MOV K3 D250
000995 SRET
000996 P003
000997 LD M1000
000998 ANDP M127
001001 MOV D140 D144
001006 MOV D636 D180
001011 LD M1000
001012 SUB D144 D180 D148
001019 SRET
001020 P004
001021 LD M1000
001022 RST M120
001025 RST M121
001028 RST M122
001031 RST M123
001034 RST M123
001037 SRET
001038 END

2.8.13.Ekran Yazılımı

Ekran yazılımı temel olarak 5 ekrandan oluşmaktadır. Aşağıda bu ekranlarla ilgili ayrıntılı açıklamalar anlatılmıştır:

2.8.13.1. Giriş Ekranı

Bu ekran şekil 2.10'da gösterilmiştir. Bu ekrandaki “Başlat” butonu operasyon ekranına, “Alarmlar” butonu alarmlar ekranına, “Ayar” butonu ise ayarlar ekranına gitmeye yarar.

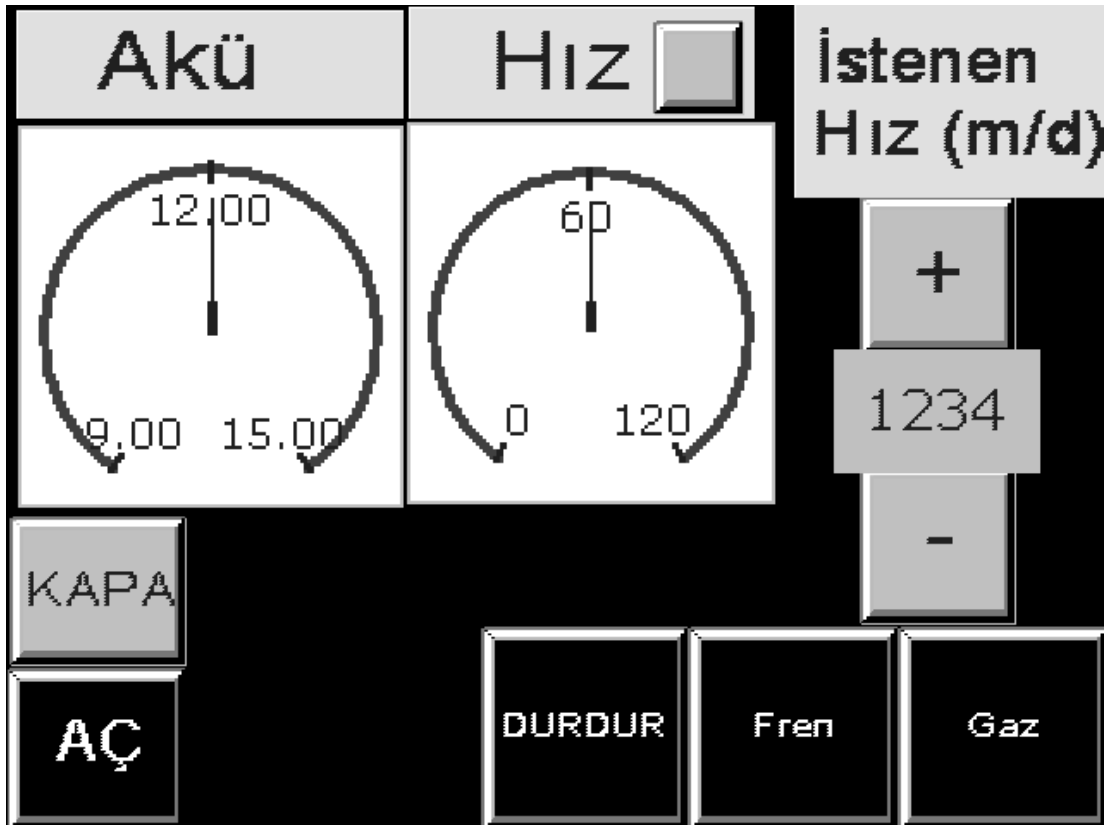


Şekil 2.10 Giriş Ekranı

2.8.1.13.2. Operasyon Ekranı

Bu ekran sistemin kullanılışı esnasında en fazla görüntülenecek ekrandır. Ekranın sol üst köşesinde akülerdeki gerilim anlık olarak ölçülüp gösterilmektedir. Bunun sağında anlık hız göstergesi bulunmaktadır. Bu göstergede anlık hız m/dakika olarak gösterilmektedir. Ekranın en sağında ise istenen hız ayarı görüntülenmektedir. Operatör bu ayarı kullanarak aracın hedef hızını metre/dakika olarak belirlemektedir. Kontrol sistemi, aracı, operatörün ayarladığı hıza getirmeye çalışır. Bu ayarda hız, sayısal olarak ayarlanabileceği gibi "+" ve "-" butonları kullanılarak kademeli olarak da artırılıp azaltılabilmektedir. Fren butonu aracın hızını buton basılı olduğu

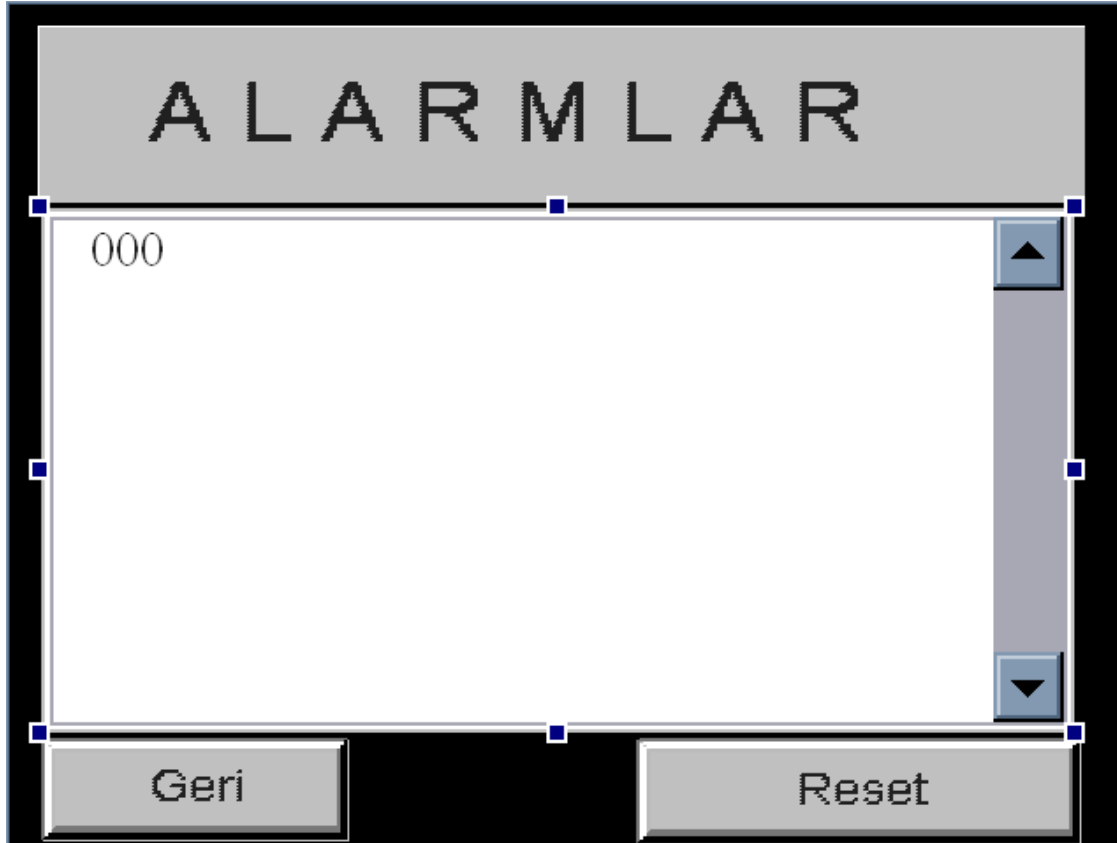
sürece azaltır. Gaz butonu aracın hızını buton basılı olduğu sürece anlık olarak artırır. Fren ve gaz butonları basılmadığı zamanlarda kontrol sistemi, aracın hızını ayarlanan hız değerine yaklaştırmaya çalışır. “Durdur” butonu, aracın motorunu durdurup, aracın hızını 0 yapar. “Kapa” butonu, operasyon ekranından, menü ekranına geçiş yapılmasına sağlar. Operasyon ekranı, Şekil 2.12’de gösterilmiştir.



Şekil 2.11 Operasyon Ekranı

2.8.13.3. Alarm Ekranı

Şekil 2.12’de alarm ekranı görülmektedir. Bu ekranda alarmlar görüntülenmektedir. Alarmların aktif olmayanları, ekrandaki “Reset” butonuna basılarak silinebilir. “Geri” butonuna basılarak bir önceki ekrana geri dönülür. Alarmların halen aktif olmayıp, geçmişte gerçekleşmiş olanları ise gözükmemektedir. Halen aktif olan alarmlar silindikten sonra hemen tekrar ortaya çıkmaktadır.



Şekil 2.12 Alarm Ekranı

2.8.13.4. Ayar Ekranı

Şekil 2.13'de ayarlar ekranı görülmektedir. Tekerlek enkoderi ayarına girilen sayı, tekerleğe bağlı olan enkoderden, bir saniyede ölçülen puls sayısının aracın hızına çevrilmesi için gereken çarpanın 1000 katıdır. Yani, enkoderden bir saniyede ölçülen puls sayısı burada girilen sayı ile çarpılıp 1000'e bölününce, aracın metre/dakika olarak hızı bulunur. Tekerlek enkoder ayarına girilen sayı M, enkoderden, bir saniyede ölçülen puls sayı P, aracın metre/dakika hızı V olmak üzere, $V = \frac{P \cdot M}{1000}$ işlemi ile bulunur. Akü gerilimi kısmına yazılan sayı, aküdeki gerilimin dışarıdan manuel olarak ölçülen değeri olmalıdır. Sistem, bu değeri kullanarak gerilim ölçümünü kalibre etmektedir. Elektrik jeneratörünün sistemin elektrik ihtiyacını karşılayamadığı zaman bir alarm durumu oluşur. Bu alarm, alarmlar ekranında görüntülenir. Ayarlar ekranındaki şarj alarmı ayarının en sağındaki buton, bu ayarın oluşmasını engelleyen veya mümkün hale getiren bir butondur. Bu butonun solundaki lamba, yeşil iken alarm mümkündür, kırmızı iken bu alarm oluşamaz. Şekil 2.13'de lambanın yeşil görüntüsü, şekil 2.14'de kırmızı görüntüsü görülmektedir.



Şekil 2.13 Ayar Ekranı

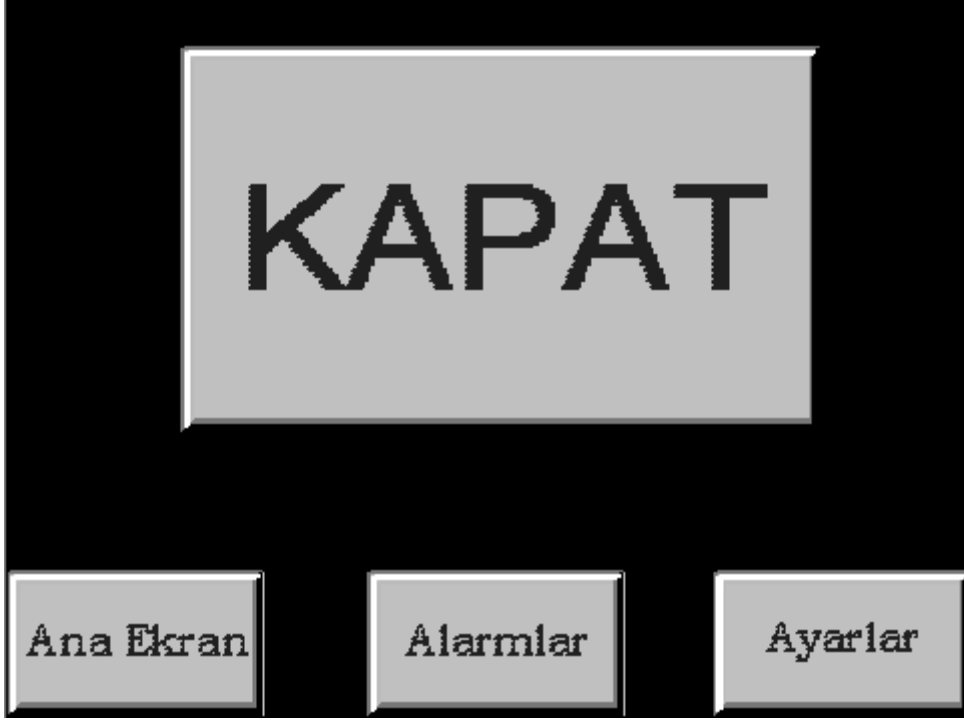


Şekil 2.14 “Şarj Alarmı Engellenmiş Durumda” Görüntüsü.

2.8.13.5. Menü Ekranı

Menü ekranı, Şekil 2.15’te gösterilmiştir. Bu ekranda, çeşitli fonksiyonları olan butonlar bulunmaktadır. Ekranın ortasında sistemi kapatmaya yarayan “Kapat” butonu bulunmaktadır. Bu buton ile sistem kapatılmaktadır. Sistemin kapatılışının operasyon ekranından başka bir ekranda yapılması, operatörün sistemi yanlışlıkla kapatmasını engellemek içindir. Sistemin kapatılması, durdurulmasından farklıdır. Sistem kapalı iken akülerin terminalleri elektriksel

olarak açık devreye benzer duruma gelir. Açık devreden tek farkı analog dijital çeviricinin gerilim okuyabilmesi için akülere takılmış dirençlerdir. Bu dirençlerden akü voltajı 12 V iken sadece 6 mA akım geçer. Sistemde kullanılan aküler 75 Ah kapasiteli olduğundan iki adet paralel bağlanmış akünün tam dolu kapasiteleri toplam 150 Ah'dir. Sistem kapalı iken bu dirençlerden geçen 6 mA akım, bir saatte akülerin yüklerinin 1/25000 kadarını boşaltabilir. Bu hız bir günde akülerdeki toplam yükün 1/1041'ini boşaltacak bir hız olduğundan sistem kapalı iken akülerin uçlarının açık devre olduğu kabul edilebilir. Sistem durdurulduğunda ise sadece elektrik motoru (tekerleri tahrik eden) durdurulmuştur, akülerin terminalleri açık devre değildir. Sistem kapatılmadan sadece elektrik motoru durdurulduğunda, akülerdeki seviye %75'in altına düştüğünde benzin motoru çalıştırılıp aküler şarj edilir, ancak sistem kapalı iken bu yapılmadığı gibi analog dijital çeviricinin gerilim okuyabilmesi için akülere takılmış dirençlerden başka herhangi bir bileşen enerjilenmez. Bu ekranda, ilgili butonlara basarak, ana ekrana, alarmlar ekranına veya ayarlar ekranına gitmek mümkündür.



Şekil 2.15 Menü Ekranı

2.9. Yazılımda Kullanılan Algoritmalar

PLC, yazılımı birbirinden bağımsız olsalar dahi birden çok yazılım işlevini birlikte çalıştırabilen bir kontrol ekipmanıdır. Bu tez dokümanında anlatılan kumanda sisteminde de birden çok yazılım işlevi birlikte çalıştırılmaktadır. Yazılımın işlevlere göre bölümleri; içten yanmalı motorun kontrolü, DC motor hız kontrolü ve ekran modülü işlemleri bölümleridir. Ekran modülü işlemleri bölümünün çalışma mantığı bu dökümanın, ekran modülünün yazılımının anlatıldığı 2.8.13 bölümünde anlatılmıştır.

2.9.1. Hız Kontrolü:

Sistemde iki sabit hızlı bir DC motor kullanılmıştır. Bu motorun nominal çalışması sırasında sadece iki çeşit hız olduğundan, bu iki hızın dışındaki hızların elde edilmesi için motorun kontrol girişlerine kare dalgaya uygulanmasına dayanan bir yöntem kullanılmıştır.

Hız kontrolü için PLC, sürekli olarak kullanıcının ekrandan ayarlamış olduğu hız ile gerçekleşen hızı karşılaştırır. Bu karşılaştırmanın sonucu olarak 8 farklı durum oluşabilir. Bu durumlar Çizelge 2.9' da gösterilmiştir.

Çizelge 2.9. Hız Evreleri Ve Bu Evreler Arasındaki Geçiş Şartları

Hız evresi	Durum (V_i : istenen hız, V_0 : Ölçülen hız)	Bir sonraki hız evresi
Evre 1	$V_i < V_0$	Evre 1
Evre 1	$V_i > V_0$	Evre 2
Evre 2	$V_i < V_0$	Evre 1
Evre 2	$V_i > V_0$	Evre 3
Evre 3	$V_i < V_0$	Evre 2
Evre 3	$V_i > V_0$	Evre 4
Evre 4	$V_i < V_0$	Evre 3
Evre 4	$V_i > V_0$	Evre 4

Çizelge 2.9'da Hız evreleri ve bu evreler arasındaki geçiş şartları görülmektedir. 1. Evre en düşük hızlı evre ve 4. evre en yüksek hızlı evre

olmak üzere dört hız evresi bulunmaktadır. Motorun nominal çalışma durumunda 2 farklı hızı bulunmaktadır. 2. Evre, motorun düşük nominal hızının aynen kullanıldığı evredir. Benzer şekilde 4. evre, motorun yüksek nominal hızının kullanıldığı evredir. 1. Ve 3. Evreler ise kare dalga şeklinde enerji uygulanarak ara hız değerlerinin oluşturulduğu evrelerdir. 1. Evrede, motorun yavaş nominal hızının kesintili olarak enerjilendiği evredir. Kesintili enerjilenme sayesinde motorun yavaş nominal hızından daha düşük bir hız elde edilmektedir. 3. Evre ise, benzer şekilde, motorun yüksek nominal hızının kesintili olarak enerjilendiği evredir. Bu evrede, kesintili enerjilenme sayesinde, motorun düşük nominal hızı ile yüksek nominal hızı arasında bir hız değeri elde edilmektedir.

2.9.2. İçten Yanmalı Motorun Kontrolü

Sistemdeki içten yanmalı motor, akülerdeki gerilim belli bir seviyenin altına indiği zaman çalışmaya başlatılır, yine akülerdeki gerilim belli bir seviyenin üstüne çıktığında durdurulur. Motorun çalışmaya başladığı seviye olarak akülerin şarj seviyesinin %75 olduğu 12,45 D.C. Volt seviyesi tespit edilmiştir. Akülerdeki gerilim 12,45 D.C. Volt veya aşağısına düştüğünde içten yanmalı motor çalışmaya başlar. İçten yanmalı motor, jeneratörü döndürmekte ve dolayısıyla aküleri şarj etmektedir. Akülerdeki şarj seviyesi 12,65 D.C. Voltun üstüne çıktığında içten yanmalı motor durdurulur. 12,65 D.C. Volt seviyesi akülerin şarj seviyesinin %100 olduğu seviyedir. Jeneratör çalışmakta iken ölçülen gerilim, jeneratörün oluşturduğu gerilimden dolayı, akülerin gerçek geriliminin bir miktar (0,4-0,6 D.C. Volt) üstündedir. Bu sebeple içten yanmalı

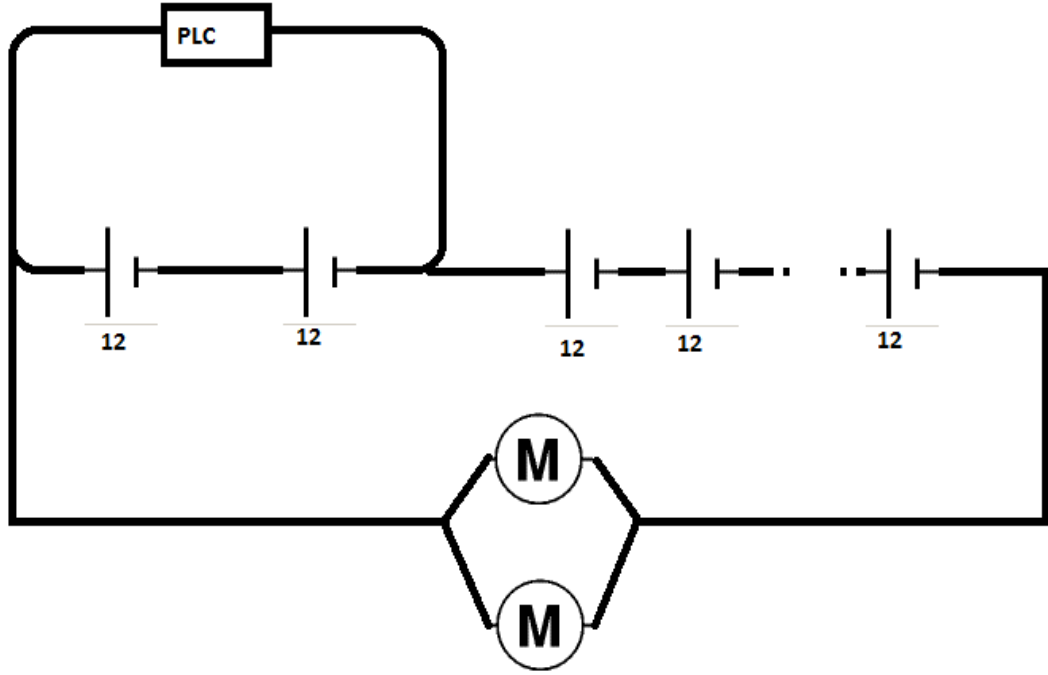
motor çalışmakta iken akülerdeki gerilim, 12,65 D.C. Volt olarak ölçüldüğünde içten yanmalı motor durdurulur ancak aküler bu anda %100 şarj olmamış, %100'e yakın bir şarj seviyesine ulaşmıştır. Akülerin şarj seviyesi %100'e yaklaştıkça, jeneratörün aküleri şarj etme hızı azalır. Bunun sebebi, jeneratörün oluşturduğu gerilim ile akülerin gerilimi arasındaki gerilimin azalmış olmasından dolayı akımın azalmasıdır. Aküleri daha fazla şarj etmek, içten yanmalı motorun çok daha uzun süre çalışmasını gerektirdiğinden enerji verimliliğini düşürecektir.

İçten yanmalı motorun çalışmaya başlatılması için, kontrol sistemi, içten yanmalı motora mekanik olarak bağlı olan marş motorunu 15 saniye boyunca çalıştırır.

2.10. Seri Hibrid Araba Tasarımıyla İlgili Çeşitli Noktalar

2.10.1. PLC'nin Elektrigi

PLC'nin elektrik girişi ihtiyacı 24V DC'dir. PLC'ye 24V DC güç vermek için 2 akü kullanılabilir. Bu aküler sistemin akü bankasından ayrı tutulacak 2 akü olabilir. Eğer PLC'nin gücü sistemin 2 aküsünden alınacaksa bu elektrik alımını yöneten bir devre gerekir. Şekil 2.16'da bu durumda güç elektrigi için gereken devre gösterilmiştir.



Şekil 2.16 PLC Beslemesinin 2 Aküden Yapılması.

Şekil 2.16'daki devre aynen uygulandığında yeterli olmayacaktır. Sistemin çeşitli çalışma modlarında farklı davranması gerekmektedir. Bu sebeple farklı modlara izin veren bir elektronik ve elektrik sistem tasarlanması gerekmektedir.

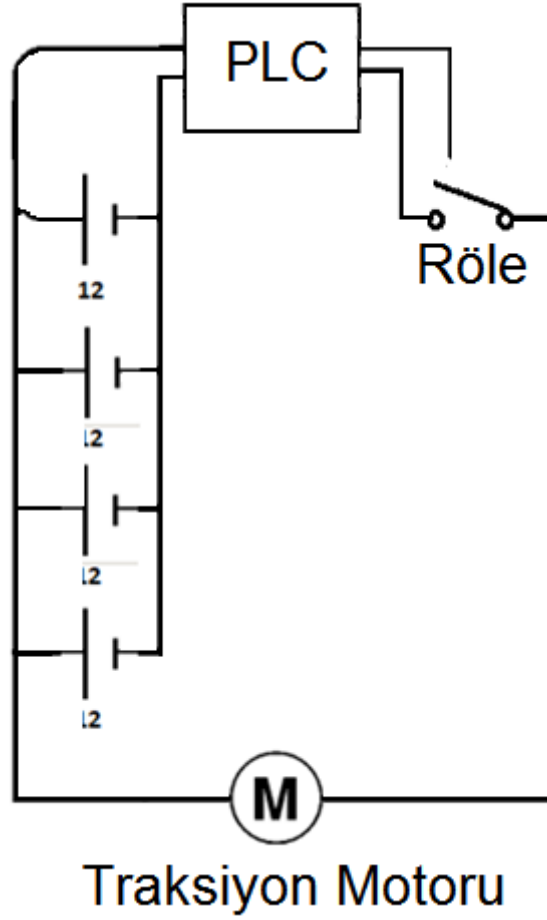
Akülerdeki gerilimin D.C. 12 Volt'un çok altına düşmemesi ve 12 Voltun çok üstüne çıkmaması sağlanmalıdır. Bu sağlanmazsa PLC'nin kabul edebildiği voltaj girişi sınırlarının dışına çıktığından dolayı PLC zarar görecektir veya doğru çalışmayacaktır. Bu yüksek lisans çalışmasında tasarlanan ve gerçekleştirilen kontrol sistemi akülerdeki voltajın PLC'nin kabul ettiği sınırlar dahilinde olmasını sağlamaktadır. Akü voltajının 12 D.C. Voltun çok üstüne çıktığı veya çok altına düştüğü bir kontrol sistemi tasarlanması durumunda PLC'nin voltaj girişine bir regülatör eklenmesi gerekecektir.

Bu yüksek lisans çalışmasında, kontrol sisteminin denenmesi sırasında PLC'nin zarar görmemesi ve denemelerin daha hızlı tamamlanabilmesi için PLC'nin yanına bir güç kaynağı takılmış ve PLC'nin elektriği bu güç kaynağından sağlanmıştır. Bu kontrol sisteminin veya bu kontrol sistemini baz alan başka bir kontrol sisteminin kullanılması durumunda, PLC'nin besleme girişi, seri bağlanmış 2 aküden sağlanabilir.

2.11. Sistemin Olası Çalışma Modları

2.11.1. Normal Traksiyon Modu

Bu modda traksiyon elektrik motoru tekerleklere hareket vermek üzere çalışır. Bu durum için gereken elektrik diyagramı şekil 2.17'de gösterilmiştir.

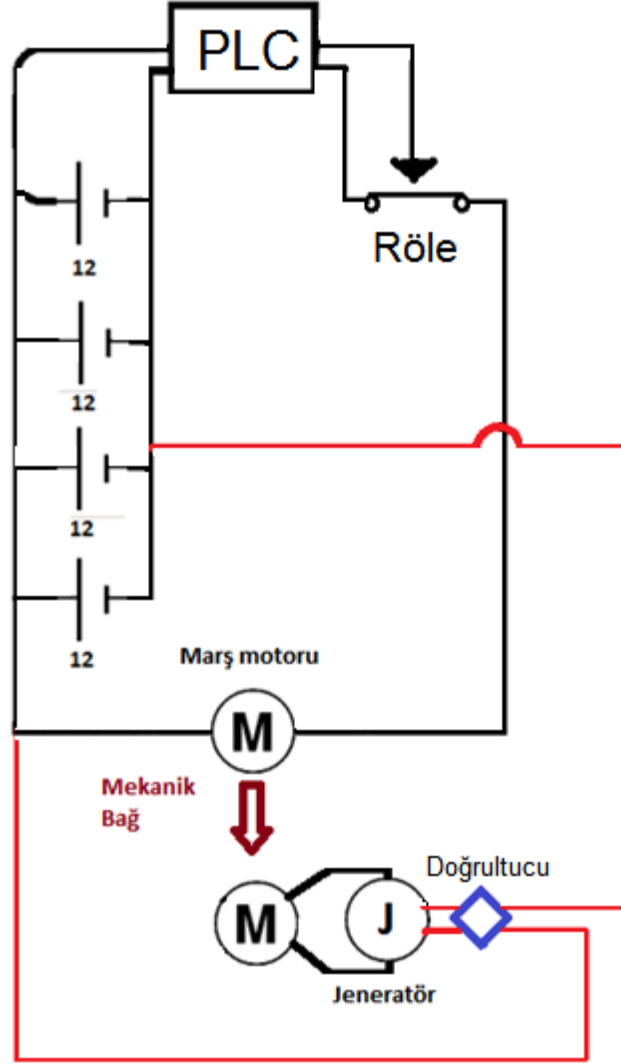


Şekil 2.17 Normal Traksiyon Modu Devre Şeması

2.11.2. Jeneratör Başlangıcı, Tekerlerde Hareket Yok

Bu modda arabanın tekerleri hareket etmez iken akülerdeki şarj seviyesi düşmüş durumdadır ve akülerin şarj edilebilmesi için jeneratöre bağlı benzin motoru başlatılacaktır. Bunun için önce marş motorunun çalıştırılması daha sonra da benzin motorunun çalışması gerekmektedir. Marş motoru kısa bir süre enerjilendikten sonra benzin motoru çalışacak ve benzin motoru çalışmakta iken marş motoru durdurulduktan sonra da çalışmaya devam edecektir. Benzin motoru tipik bir arabada olduğu gibi marş motoru

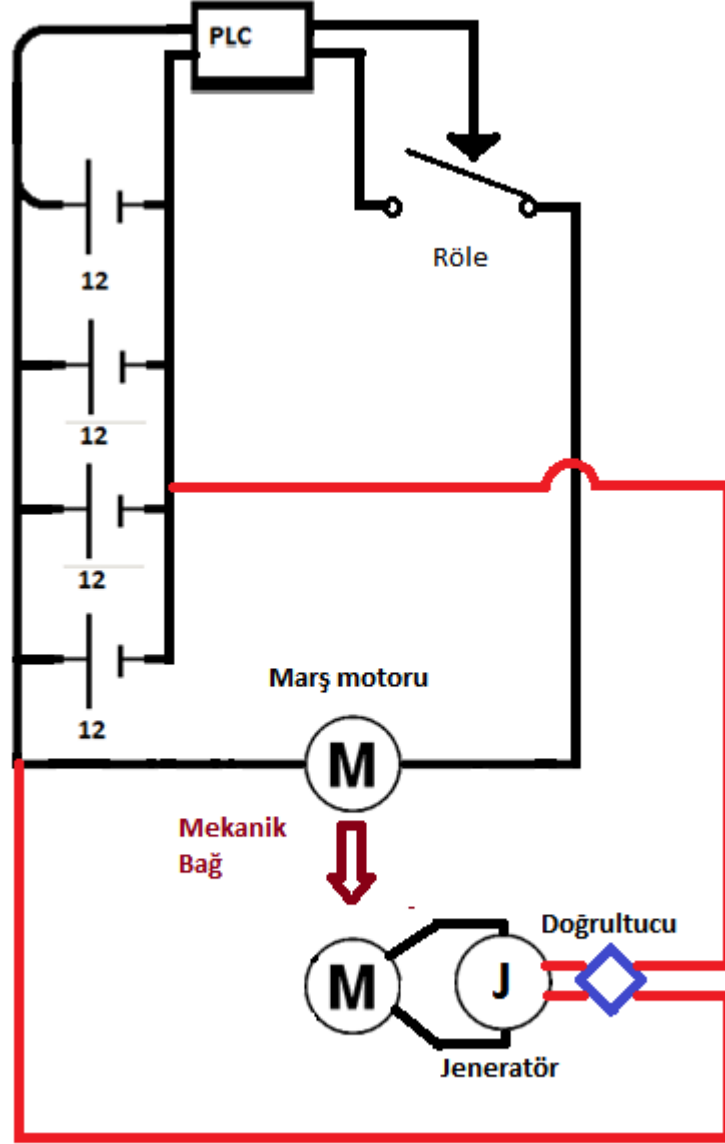
yardımıyla başlatılan türdedir. Şekil 2.18’de bu mod için gereken devre şeması gösterilmiştir.



Şekil 2.18 Jeneratör Başlangıcı, Tekerlerde Hareket Yok Modu Devre Şeması

2.11.3. Sadece Yakıt Motoru Modu:

Bu modda benzin motoru çalışmakta ve mekanik olarak hareketi jeneratöre aktarmakta ve aküleri doldurmaktadır. Benzin motorunun bujiler ve distribütör için elektriğe ihtiyacı bulunmaktadır. Akülerin çok aşırı boş olması durumunda voltajın yeterli olması açısından bir D.C. regülatör kullanılabilir, ancak bir regülatör kullanılması sistemin toplam verimini düşürecektir. Jeneratörün ürettiği AC Voltajın akülere aktarılması için bir AC-DC doğrultucuya ihtiyaç vardır. Şekil 2.19'da bu mod için gereken devre diyagramı bulunmaktadır.

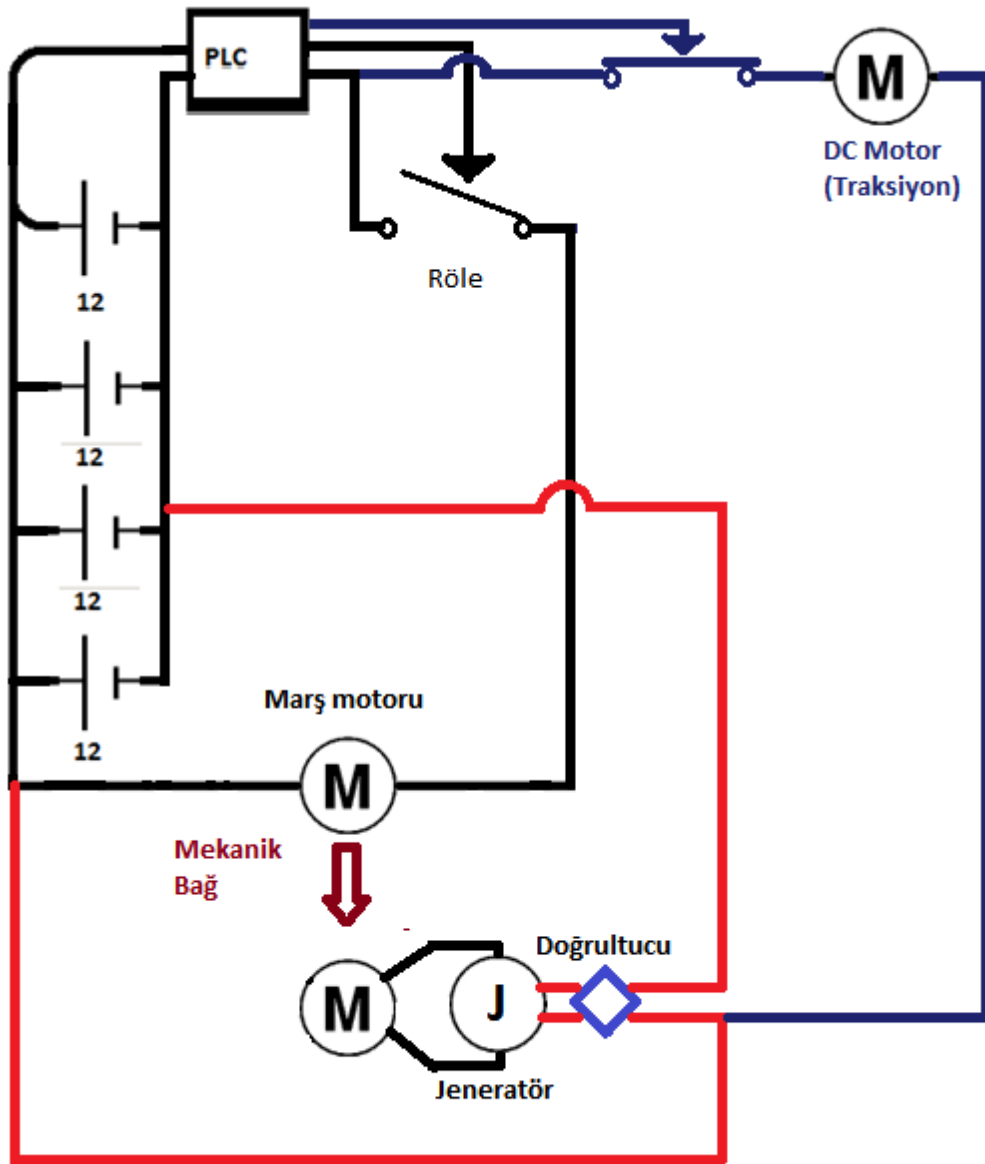


Şekil 2.19 Sadece Yakıt Motoru Modu Devre Şeması

2.11.4. Hem Yakıt Motorunun Hem De Traksiyon Motorunun Çalıştığı

Mod:

Bu modda yakıt motorunun elektrik aksamı, traksiyon motoru ve PLC için elektrik gerekmektedir. Traksiyon motorunun daha iyi kontrol edilebilmesi için bir sürücü veya inverter kullanılması uygun olacaktır fakat sürücü/invertör için de elektrik gerekeceği ve bunun kontrolü için ek kablolama, pano alanı gerekeceği düşünölmelidir. Sürücü/invertör kullanılması maliyeti, ağırlığı ve aracın elektronik kontrol sisteminin kapladığı hacmi arttıracaktır, bu da aracın alıcılar tarafından tercih edilme oranını düşürecektir. Elektrik motorunun gücü ne kadar büyük olursa sürücü/inverter kullanılması o kadar daha verimli olacaktır. Şekil 2.20'de bu modun devre şeması gösterilmiştir.



Şekil 2.20 Hem yakıt motorunun hem de traksiyon motorunun çalıştığı mod devre şeması

2.11.5. Rejeneratif Fren Modu

Bu mod yakıt motorunun çalışıyor olup olmadığına göre ikiye ayrılabilir. Yakıt motorunun çalıştığı durumda bu modun elektrik diyagramı, şekil 1.2'deki gibidir. Yakıt motorunun çalışmadığı durum için bu diyagramdan jeneratör ve yakıt motoru dalları çıkarılmalıdır. Rejeneratif fren modunda cer motorundan elektrik üretilmektedir. Bir DC motorun rejeneratif elektrik üretebilmesi için bir "Rejeneratif DC Motor Sürücüsü" kullanılması tasarımı kolaylaştırabilir, fakat hem elektrik tüketimi artar hem de maliyet ve ağırlık yükselir.

2.12. Modların Yönetimi

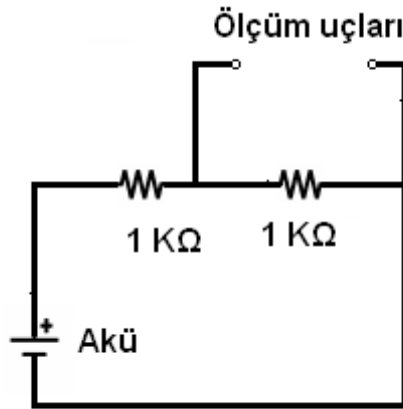
Sistemde bulunan PLC, çeşitli butonlar aracılığıyla kullanıcıdan gelen istekleri ve çeşitli algılama cihazlarından gelen sinyalleri değerlendirerek modlara karar vermektedir. Bu modlar arasında geçiş yapma da PLC'nin görevidir.

2.12.1. Ölçümler

Akülerdeki gerilim, tekerlerin dönme hızı, harcanan anlık elektrik gücü, harcanan yakıt miktarı (anlık hız), kalan yakıt miktarı, ivme değerleri ölçülebilir. Eğer kullanıcının hızı ayarlaması, gücü sınırlaması gibi istekleri de değerlendirilecekse bu isteklerin değerleri de PLC tarafından ilgili birimden (bir endüstriyel ekran paneli olabilir) okunmalıdır. Rejeneratif akü enerji geri kazanımı sağlanacaksa, PLC'nin bunu bir şekilde farkedip rejeneratif moda

geçiş sağlaması gerekecektir. PLC, kullanıcının frene basmasını veya motorun terminallerindeki gerilimi sürekli ölçerek bunu algılayabilir. Motorun üzerine binen kuvvetler, normal tekerlek hareketi esnasında da bir ters gerilim oluşturur, bunun DC gerilimle beslenen diğer elektrik birimlerinin çalışmasına engel olmasına karşı bir önlem alınmasını gerektirebilir.

Akülerdeki voltaj sürekli ölçülmektedir. Akülerin voltaj seviyesi 10 ila 14.5 V D.C. arasında değişmektedir. Akülerin gerilimini ölçmek için kullanılan analog I/O modülü, 0 ila 10 V ölçüm yapabilmektedir. Akülerin uçlarındaki gerilim, bu modülün ölçebileceğinin üzerinde olduğundan, akülerin uçlarındaki gerilimi bu modül ile ölçebilmek için ek bir devre tasarlanıp gerçekleştirilmiştir. Şekil 2.21'de bu devrenin şeması bulunmaktadır:



Şekil 2.21 Voltaj Ölçümü Devre Şeması

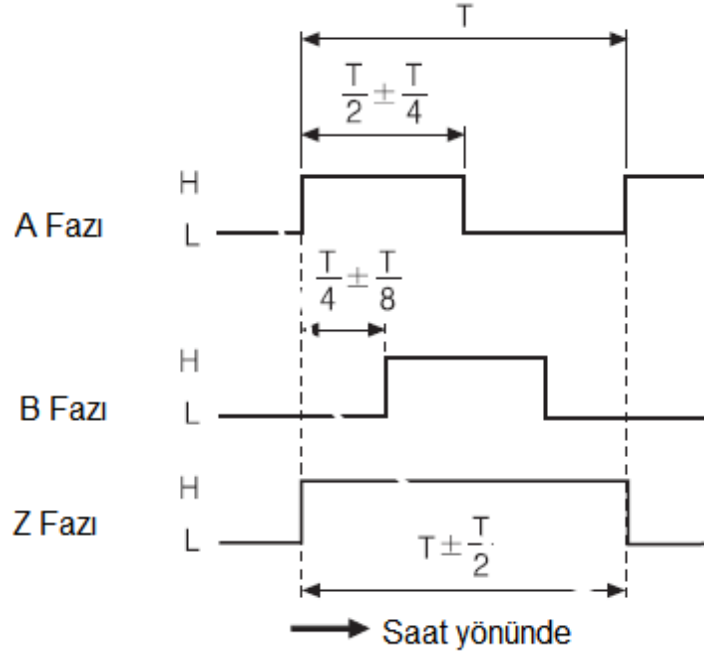
Bu devrede ölçüm uçlarında, akünün uçlarındaki gerilimin yarısı oluşmaktadır. Örneğin akünün uçlarında 13.2 V gerilim bulunmaktayken, bu devrede analog I/O modülüne giden uçlarda 6.6 V gerilim oluşmaktadır. PLC,

Analog I/O modülü aracılığıyla ölçtüğü gerilim değerini 2 ile çarparak gerçek gerilimi bulmaktadır. Çizelge 2.4'de akülerin voltaj seviyelerine göre tahmini yük doluluk seviyeleri gösterilmiştir.

Çizelge 2.10 Bir akünün uçlarındaki gerilime göre tahmini yük doluluk değerleri (Anonim-Wikipedia, 2010).

Açık devre gerilimi	Yaklaşık yük doluluğu
12.65 V	100%
12.45 V	75%
12.24 V	50%
12.06 V	25%
11.89 V	0%

Tekerlerin dönme hızı sürekli ölçülmektedir. Bu ölçüm ekranda sürekli gösterilmektedir. Şekil 2.22'de enkoderin sinyallerinin saat yönünde değişimi gösterilmiştir.



Şekil 2.22 Enkoder sinyallerinin hareket esnasında değişimi.

Farklı modlarda gereken elektrik devreleri farklı olduğundan PLC yazılımı aracılığıyla rölelerin devreleri açıp kapaması sağlanarak aynı donanımların farklı modlarda farklı devreler halinde çalışması sağlanmaktadır.

3 SONUÇLAR VE ÖNERİLER

3.1. SONUÇLAR

Günümüzde fosil yakıtların hızla tükenmesi, alternatif yenilenebilen enerji kaynaklarının toplam enerji tüketiminde fosil yakıtların yerini henüz tamamen alamamış olması, mevcut fosil yakıt kullanan sistemlerin daha verimli hale gelmesini elzem hale getirmiştir. Seri hibrid araçlar, fosil yakıt kullanan araçlar içinde verimli yakıt tüketimleri ile ön plana çıkmaktadır.

Seri hibrid araçlarda sadece fosil yakıt kullanan içten yanmalı motorlu araçlara göre daha fazla donanım bulunmaktadır. Bu ek donanımlar, daha büyük bir jeneratör, daha büyük aküler, bir elektrik motoru ve ek kontrol sistemi ekipmanlarıdır. Bu fazla donanım, seri hibrid bir aracın donanımlara ayrılmış hacminin, ağırlığının ve üretim maliyetinin, sadece fosil yakıt tüketen içten yanmalı motorlu araçlara göre daha fazla olmasına yol açmaktadır. Zaman içinde, seri hibrid araçların sadece fosil yakıtlı araçların yerini alabilmesi için, bu ek donanımın daha hafif ucuz ve daha az hacimli olma yönünde geliştirilmesi çok etkili olacaktır.

Verimlilik, seri hibrid bir aracın tasarımında tek başına ele alınmamalıdır. Yakıt verimliliği yüksek olsa da bir seri hibrid aracın diğer maliyetleri yüksekse, konvansiyonel araçlara göre bir avantajı kalmayabilir. Seri hibrid bir araç tasarlanırken, toplam sahip olma maliyeti en aza indirilmeye çalışılmalıdır.

Seri hibrit araçların toplam sahip olma maliyetinin düşük tutulması için, tasarımda, tek başlarına toplam sahip olma maliyetleri düşük olan parçaların kullanılması yeterli değildir. Tasarımı oluşturan parçalar, birbirleriyle etkileşim halindedir. seri hibrid bir aracın toplam sahip olma maliyetinin düşürülmesi, aracın tasarımı, bir bütün olarak ele alınarak yapılmalıdır. Genel olarak seri hibrid bir araç tasarlanırken aşağıdaki maddeler gözönünde bulundurulmalıdır:

- Aracın amacı tasarımdan önce belirlenmelidir. Örneğin 30 tona kadar yük taşıyacak, 2 yolcuyla alacak bir kabini olan bir kamyon tasarlanacaksa, tasarımın baştan itibaren bu amaca yönelik yapılması gereklidir.
- İnsanların tercih ve beklentilerine hitap etmelidir. Bu, aracın tasarımından önce belirlenen amacı ile doğrudan ilgilidir. Araç kullanıcıları, kendi tercihlerine hitap eden aracı almak isteyeceklerdir. Aracın tekrar yakıt yüklemeyen veya şarj etmeden gidebileceği menzile, aracın normal ve maksimum hızı, aracın parçalarının bozulma frekansı, dış görünüşü, iç hacmi gibi bir çok özellik, aracın satılmasında veya satılmamasında önemli rol oynayacaktır. Aracın çok sayıda satılması önemlidir çünkü çok sayıda satılan ve dolayısıyla çok sayıda çok sayıda üretilen bir aracın parçalarının birim üretim maliyeti düşüktür. Kullanıcı tercih ve beklentilerine örnek olarak şu durumu ele alabiliriz: Örneğin bir büyükşehirde taksi olarak kullanılması amacıyla tasarlanan bir aracın menzili 40 km olarak tasarlanırsa hiçbir taksi şoförü bu aracı almak istemeyecektir. Ancak aracın amacı bir golf sahası içinde kullanıcıları bir yerden bir yere götürmek olan bir araç için bu menzile kullanıcı tercihlerine uygun olabilir.

- Tasarımın bütün olarak uyumlu olmalıdır. Bir seri hibrid aracı oluşturan parçalar, birim üretim maliyetleri düşük, yakıt verimi yüksek olan parçalar olabilirler, ancak bu parçalar, aracın tasarımı içinde, bir arada kullanıldığı zaman da toplam sahip olma maliyetleri düşük olmalıdırlar. Örneğin bir seri hibrid araçta kullanılan bir DC motorun en verimli çalıştığı nominal hızı 1500 RPM olsun. Araçta kullanılan dişli redüktör sistemi, aracın en fazla kullanıldığı hız aralığında DC motorun devrinin 800 RPM olmasına yol açıyorsa araçta kullanılan redüktör ile DC motorun bir uyumsuzluğu söz konusudur. Seçilen DC motorun toplam sahip olma maliyeti düşük olsa da, aracın toplam tasarımındaki uyumsuzluktan dolayı, bu motorun verimi düşük olacaktır ve dolayısıyla toplam sahip olma maliyeti yüksek olacaktır.

- Araç ekolojik olarak daha zararsız olmalıdır. Bir seri hibrid araç, toplam sahip olma maliyeti düşük, kullanıcı tercihlerine hitabı iyi olsa da çevreye diğer araçlara göre daha fazla zarar verecek şekilde tasarlanmış olursa, özellikle çok miktarda üretildiğinde, ve kullanıldığında dünya ekolojisine zararlı etkisi olacaktır.

- Yerli parçalar kullanılmalıdır. Ülkemizde tasarlanan bir aracın içinde yurt içinde üretilmeyen parçalara mümkün olduğunca az yer verilmesi, aracın üretiminin siyasi krizlerden mümkün olduğunca az etkilenmesini sağlayacaktır.

Günümüzde seri hibrid araçlarla ilgili araştırma geliştirme çalışmaları hız kazanmıştır. Araştırmaların genel amaçları toplam sahip olma maliyeti daha düşük ve müşteri taleplerine daha uygun seri hibrid araçları geliştirilmesi

yönündedir. Müşteri taleplerine hitap eden bir araç üretmek, hayli gelişmiş elektronik, mekatronik ve mekanik parçaların bir birleriyle uyum içinde çalıştığı bir tasarım yapmayı gerektirir. Böyle bir tasarımı gerçekleştirebilmek için, bütün parçaların, bir birleriyle etkileşimleri denenmelidir.

Bu tezde anlatılan seri hibrid araç kontrol sistemi, buna benzer bir araç kontrol sistemi geliştirecek olan araştırmacılar için bir temel niteliğindedir. Aracın kontrol sisteminde, bu araca özel tasarlanmamış, standart bir PLC ve ekran modülü kullanılmıştır. Kullanılan PLC ve ekran modülünün bu özelliği, bir çok kolaylık sağlamaktadır:

- Benzer bir araç kontrol sistemi geliştirecek olan bir araştırmacı, aracın kontrol sisteminde kullanılan PLC ve ekran modülünü kolaylıkla temin edebilir.
- Kullanılan PLC, bu tez çalışmasında anlatılanlara ek olarak çeşitli sensörler, enkoderler, analog ölçüm sinyali üreten cihazlar bir çok kontrol modülü eklemeye uygundur.
- Kullanılan PLC ve ekran modülünün yazılımları, değişik tasarımlara çalışma mantıklarına göre değiştirilmeye uygundur.
- Modbus haberleşme protokolünü desteklemektedir. Bu sayede bu protokol ile haberleşen ek donanımlar kolaylıkla bağlanabilir.
- Kullanılan PLC'nin giriş çıkış donanımlarına gerçekten bağlanmadan simülasyon yapma, dolayısıyla tehlikesiz bir şekilde deneme yapma imkanı mevcuttur.

Bu kolaylıkların sonucu olarak, araç kontrol sistemleri ile ilgili araştırma yapmak isteyen bir araştırmacı, bu tez çalışmasında anlatılan araç kumanda sistemini temel alıp yeni kontrol ekipmanları ekleyerek veya mevcut ekipmanlardan bazılarını çıkararak çalışmalarını kolaylıkla gerçekleştirebilir.

3.2. ÖNERİLER

Dünya'da çok kritik bir enerji krizinin yaşanmaması için fosil yakıtların daha verimli kullanılması veya mümkün olduğunca kullanılmaması zorunludur. Bu yönde seri hibrid araçların sadece fosil yakıtlı araçların yerini alabilmesi çok faydalı olacaktır. Bunun için, özellikle aşağıdaki gelişmelerin gerçekleşmesi yönünde çalışmalar yapılması faydalı olacaktır:

- Hareket aksamı dışı tasarım: Bir seri hibrid aracın çok sayıda üretilmesi ve dolayısıyla araçta kullanılan parçaların birim maliyetlerinin düşmesi, aracın çok sayıda satılabilmesine bağlıdır. Bu nedenle aracın kasası, iç yapısı gibi hareket eden aksamı dışındaki parçalarının, kullanıcıların tercihlerine hitap eden daha iyi tasarımların geliştirilmesi,
- Aküler: Akülerin birim elektrik enerjisi (kWh) başına daha az hacimli, ağırlıklı olması,
- Elektrik motoru: Kullanıcıların seri hibrid bir aracı alma tercihi açısından olumlu olması için elektrik motorunun yüksek güçlü olması olumlu etkiye sahiptir. Elektrik motorlarının ürettiği birim mekanik gücüne oranla, daha düşük hacimli ve ağırlıklı olması yönünde geliştirilmesi faydalı olacaktır.
- Kontrol sistemi: Kontrol sisteminin daha hafif ve küçük hacimli olması faydalı olacaktır. Fren elektriğini verimli bir şekilde geri kazanabilen motor sürücülerinin tasarıma dahil edilmesi durumunda aracın ağırlığı ve içindeki parçaların toplam hacmi artacak, buna karşın verimi de daha iyi hale gelecektir.

4 Kaynaklar:

Sjöblom, B., Rehn, J., The volvo high speed generation hybrid drive and associated combustion system, Energy Conversion and Management, Volume 38, Issues 10-13, July-September 1997, 1225-1235

Schaeck, S., Stoermer, A.O., Hockgeiger, E., Micro-hybrid electric vehicle application of valve-regulated lead-acid batteries in absorbent glass mat technology: Testing a partial-state-of-charge operation strategy. Journal of Power Sources, Volume 190, Sayı 1, 1 May. 2009, 173-183

Heywood, J.B., Automotive engines and fuels: A review of future options, Progress in Energy and Combustion Science, Volume 7, sayı 3, 1981, Pages 155-184

Avadikyan, A., Llerena, P., A real options reasoning approach to hybrid vehicle investments, Technological Forecasting and Social Change, In Press, Corrected Proof, Volume 77, Sayı 3, 2010.

Powers, W.F., Nicastrì, P.R. Automotive vehicle control challenges in the 21st century. Control Engineering Practice, Volume 8, Sayı 6, 2000, 605-618

Krasucki, J., Rostkowski, A., Gozdek, T., Bartys, M. Control strategy of the hybrid drive for vehicle mounted aerial work platform, Automation in Construction, Volume 18, Sayı 2, 2009, 130-138.

Tong, C.C., Jwo, W.S., An assist-mode hybrid electric motorcycle
Journal of Power Sources, Volume 174, Sayı 1, 22 November 2007, 61-68

Cheron, E., Zins, M., Electric vehicle purchasing intentions: The concern over
battery charge duration. Transportation Research Part A: Policy and Practice,
Volume 31, Sayı 3, 1997, 235-243.

Pfeufer, T. , Ayoubi, M., Application of a hybrid neuro-fuzzy system to the
fault diagnosis of an automotive electromechanical actuator Fuzzy Sets and
Systems, Volume 89, Sayı 3, 1997, 351-360.

Anonim, Automotive Battery, Wikipedia,

http://en.wikipedia.org/wiki/Automotive_battery (Erişim tarihi: 21.11.2010)