

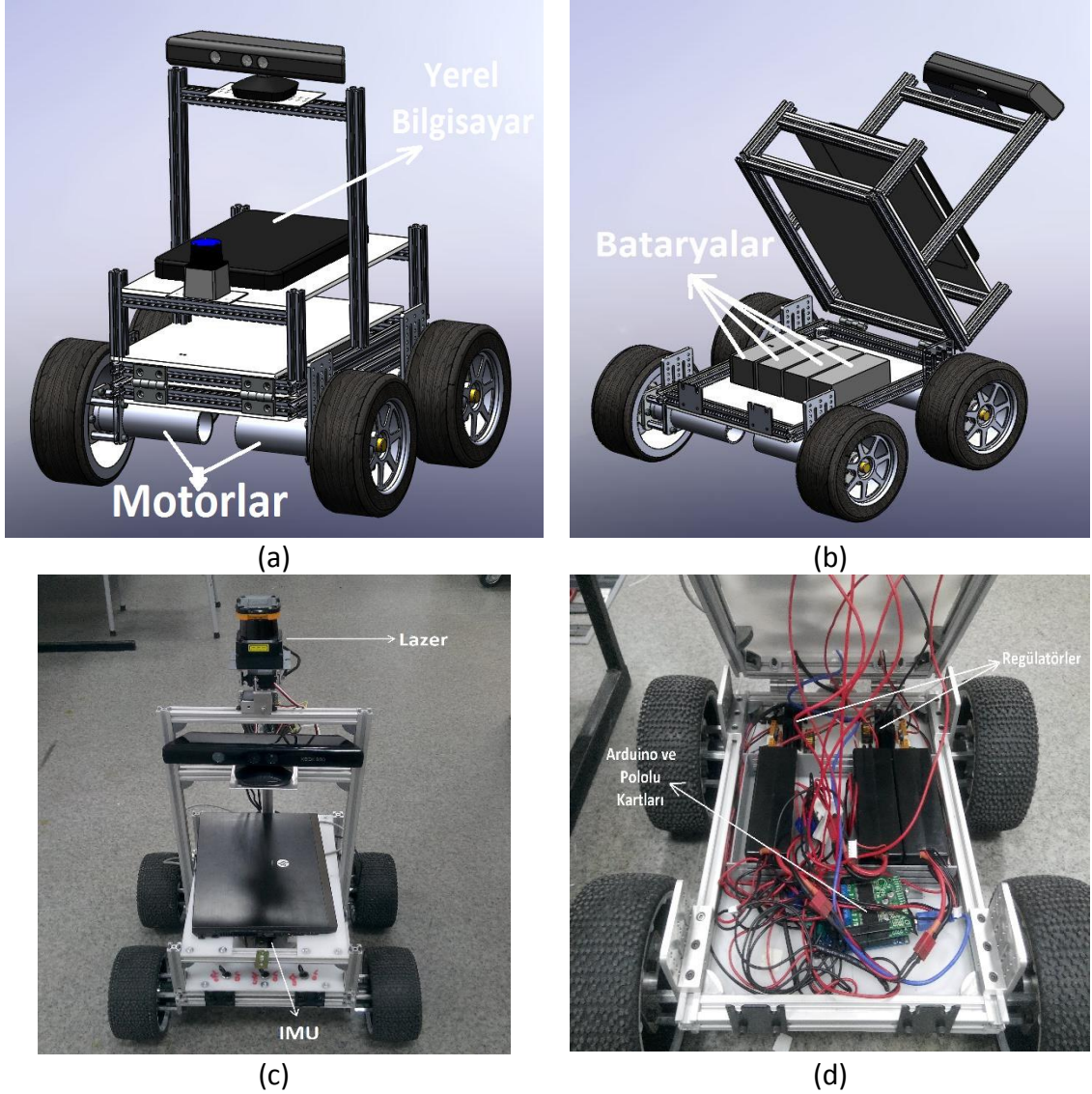
BÖLÜM 3

ROBOT PLATFORMU

Bu tez ile arama kurtarma amacıyla kullanılmak üzere 4 tekerlekli, diferansiyel sürürlü bir robot platformu geliştirilmiştir. Robotun tekerlerine bağlı olan motorlar birbirinden bağımsız çalışabilecek şekilde tasarlanmıştır ve 12V'luk bir gerilimle beslenmektedir. Motorların ucuna 14 cm çapında lastik tekerlekler takılmıştır. Robot, birbirine bağlantısı kolay olan profiller yardımı ile oluşturulmuştur. Tekerleklerin bağlı olduğu gövdenin orta kısmında açılır kapaklı bir alan yapılmış, bu alanın, robotun hareketi ve kontrolü için kullanılan entegreleri, kartları, regülatörleri ve bataryaları barındırması amaçlanmıştır. Bu alanın hemen üstünde, atalet duyargasının (IMU) ve USB Hub'ın yerleştirilebileceği bir alan oluşturulmuş ve onun üstünde de robot sistemini kontrol edecek yerel bilgisayarın yerleştirilebileceği bir alan yapılmıştır. Lazer mesafe ölçüm duyargası ise robotun en üst noktasına yerleştirilerek 270°'lik açılarla tarama yapabilmesi sağlanmıştır. Hazırlanan robot platformunun görselleri Şekil 3.1'de verilmiştir.

Robot platformunu oluşturan parçaların bağlantılarını gösteren bir şemaya Şekil 3.2'de yer verilmiştir. Buradan da görülebileceği gibi birisi yerel, birisi uzak bilgisayar olmak üzere 2 farklı bilgisayar kullanılmıştır. Yerel bilgisayarda robotun çalışmasını sağlayacak düğümler çalıştırılmakta, uzak bilgisayarda ise robotun çıkarttığı haritanın ve izlediği gezinimin görüntülenebileceği "rviz" aracı çalıştırılmaktadır. Aynı zamanda "rviz" aracı üzerinden robota gerçekleştirilmesi için çeşitli komutlar da verilebilmektedir. Robotun kontrolü için kullanılan bir diğer araç ise bir joystick'tir. Otonom gezmediği durumlarda

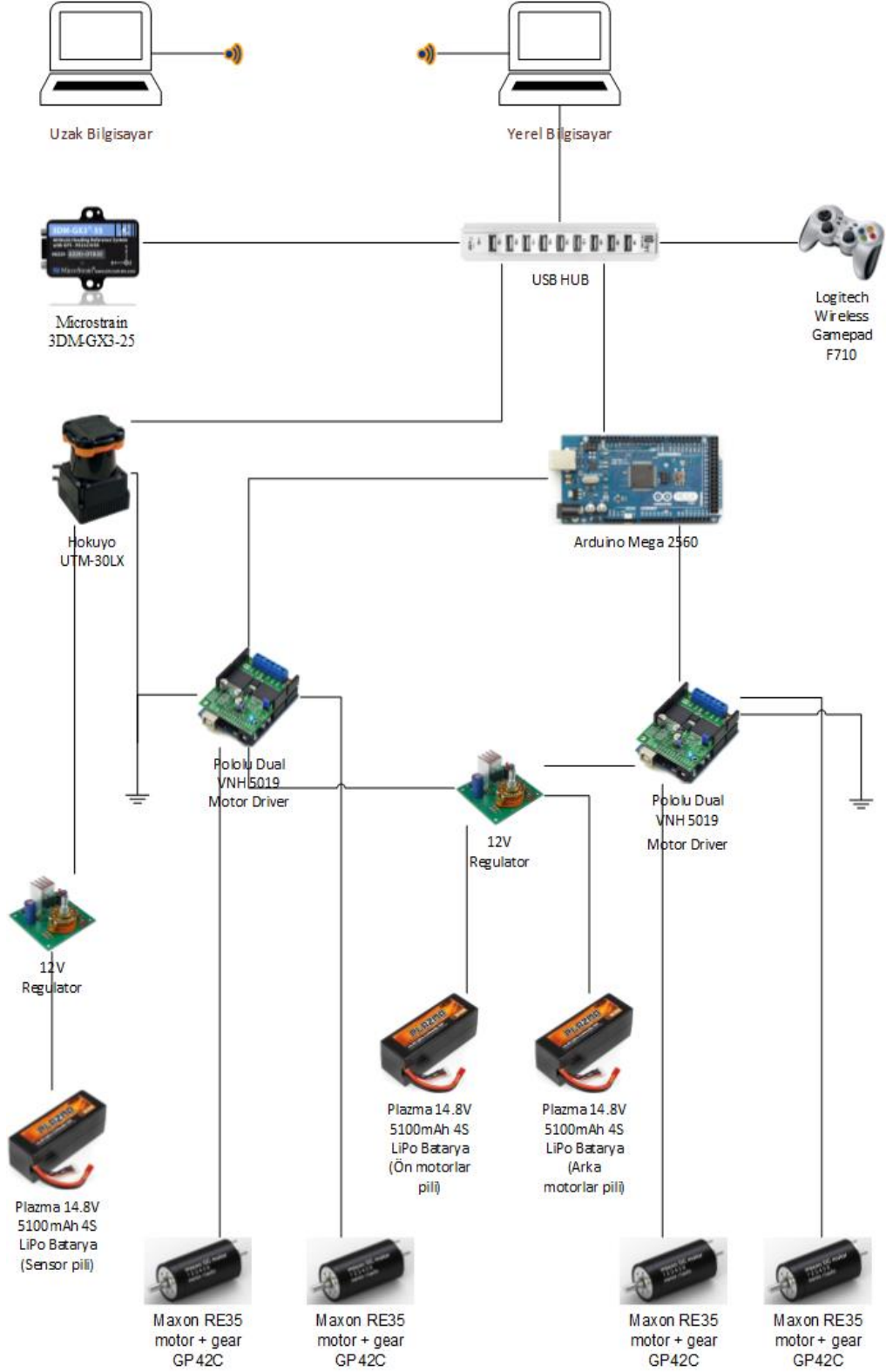
robotun gezinimi bu kol yardımı ile yapılmaktadır. Kol üzerinden farklı hız bilgileri ile robota komutlar gönderilerek, robotun hızının değişmesi sağlanabilmektedir.



Şekil 3.1 Robot platformları görselleri

Platform üzerinde 2 adet Pololu shield kullanılmıştır. Bunların birisi 2 tane ön tekerleği sürmekte ve 12V'luk bir gerilimle beslenmekte, diğeri de 2 tane arka tekerleği sürmekte ve aynı şekilde farklı bir bataryadan 12V'luk gerilimle beslenmektedir. Seri port haberleşmesi Arduino kartı üzerinden gerçekleştirilmektedir. Lazer mesafe ölçüm duyargası ise, motorları besleyen bataryalardan hariç, farklı bir batarya ile 12V'luk bir gerilimle beslenmekte ve doğrudan USB Hub yardımı ile yerel bilgisayara bağlanmaktadır. Atalet duyargası ise doğrudan USB Hub üzerinden beslenmekte ve ek gerilime ihtiyaç duymamaktadır. Daha önce bahsedildiği gibi robot, ROS platformunda

geliştirilmiştir. ROS, Linux tabanlı bir çatıdır. Bu bağlamda bilgisayarlar üzerine Ubuntu 10.04 LTS işletim sistemi kurularak ROS ortamı hazırlanmıştır.



Şekil 3.2 Robot platformu bağlantılarının şematize edilmiş hali

Bu aşamadan sonra robot platformu üzerinde kullanılan, Şekil 3.2’de de gösterilen, donanımların özelliklerine detaylı olarak değinilmiştir.

3.1 Yerel ve Uzak Bilgisayarlar (Toshiba Portege R830-137)

Çalışma kapsamında biri yerelde diğeri uzakta kullanılmak üzere 2 adet Toshiba dizüstü bilgisayar kullanılmıştır. Bu bilgisayarların özellikleri Çizelge 3.1’de, görüntüsü ise Şekil 3.3’te verilmiştir.

Çizelge 3.1 Yerelde ve uzakta kullanılan bilgisayarın özellikleri

Toshiba Portege R830-137 Özellikleri	
Boyutu	16:9 en-boy oranı
İşlemci türü	Intel® Core™ i7-2620M İşlemci
RAM özellikleri	4 GB - 1333 MHz – DDR3
Grafik kartı	Intel® HD Graphics 3000
Disk özellikleri	256 GB
Ağırlığı	1,48 kg



Şekil 3.3 Yerelde ve uzakta kullanılan bilgisayarın görüntüsü

Yukarıdaki özellikleri verilen bilgisayar gerek işlem yükünü karşılayabilmesi, gerekse hafızasının miktarı bakımında tez çalışması kapsamında kullanılacak yeterli düzeyde donanımı bir bilgisayardır. Tezde kullanılan yöntemlerin gerçek zamanlı çalışabilmesi için sisteme ne kadar bağımlı olduğuna yöntemler anlatılırken değinilecektir.

3.2 Lazer Mesafe Ölçüm Duyargası (Hokuyo UTM-30LX)

Tez çalışması kapsamında 30 metreye kadar 270°lik açıyla ölçüm yapabilen Hokuyo UTM-30LX lazer mesafe ölçüm duyargası kullanılmıştır. Duyarganın özelliklerine Çizelge 3.2’de, görseline ise Resim 3.4’te yer verilmiştir.

Çizelge 3.2 Lazer mesafe ölçüm duyargasının özellikleri

Hokuyo UTM-30LX Özellikleri	
Güç kaynağı	12V DC \pm %10 (0.7A)
Işık kaynağı	Yarı iletken lazer diyot ($\lambda=905\text{nm}$)
Tarama mesafesi ve açısı	0.1-30 metre, 270°
Tarama doğruluğu	0.1 ila 10m: \pm 30mm, 10 ila 30m: \pm 50mm
Açısal çözünürlüğü	0.25°
Tarama frekansı	25 ms/tarama
Gürültü seviyesi	25 dB’dan daha az
Ara yüz	USB 2.0
Çalışma koşulları	-10 ila 50 derece, maksimum %85 nem
Ağırlığı	370 g.



Şekil 3.4 Lazer mesafe ölçüm duyargası görseli

Tasarlanan bu robot, RoboCup Rescue liginde yarışmak için geliştirilmektedir. Yarışma ortamının özellikleri gereği 30 metreye kadar 270°lik açıyla tarama yapabilen lazer mesafe ölçüm duyargası yeterli özelliklere sahiptir.

3.3 Atalet Duyargası (IMU - Microstrain 3DM-GX3-25)

Robotun üzerinde dijital bir pusula olarak nitelendirilebilecek bir adet atalet duyargası (Inertia Measurement Unit - IMU) bulunmaktadır. IMU, açısız momentum prensibine dayanarak robotun oryantasyonunu ölçen bir cihaz olan gyroscope'u, hızlanmanın miktarını ölçen bir ivmeölçeri (accelerometer) ve manyetik alanın yönünü tespit eden bir magnetometer'ı barındırmaktadır. Bu özellikleri bir arada barındıran sistemlere attitude and heading reference system (AHRS) sistemleri denmektedir. IMU da küçük bir AHRS sistemidir. 3 eksen de ivme miktarını, oryantasyon değışim miktarını ve manyetik açısız değışimin miktarını verebilmektedir. İçerisindeki farklı duyargalardan okuduğı bilgileri füzyon ederek quaternion tipinde bir poz bilgisi üretmektedir. IMU'nın özelliklerine Çizelge 3.3'te, görseline ise Şekil 3.5'te yer verilmiştir.

Çizelge 3.3 Atalet duyargasının özellikleri

IMU - Microstrain 3DM-GX3-25 Özellikleri	
Kafa açısı mesafesi	3 eksen de 360°
İvmeölçer mesafesi	±5
Gyroscope mesafesi	±300°/sn.
Çözünürlük	<0.1°
Veri üretim frekansı	1 kHz'e kadar
Ara yüz	USB 2.0
Güç kaynağı	+3.2 ila +16 Volt DC
Çalışma koşulları	-40° C to +70° C
Ağırlığı	18 g.



Şekil 3.5 Atalet duyargası görseli

3.4 Joystick (Logitech Wireless Gamepad F710)

Robotun otonom gezmediği durumlarda uzaktan kontrolünü gerçekleştirebilmek için bir joystick kullanılmıştır. 2 adet AA pil ile çalışan bu uzaktan yönetim kolu, açık alanda 100 metreye kadar kablosuz olarak iletişim kurabilmektedir. Yerel bilgisayara kablosuz bir USB ucuyla bağlanmaktadır. Hem analog hem de dijital değerler üretebilen butonlar barındıran bu joystick için ROS üzerinde sürücü yazılmıştır. Bu bakımdan ROS platformu üzerinde rahatça kullanılabilir. Joystick'in bir görseline Şekil 3.6'de yer verilmiştir.



Şekil 3.6 Joystick görseli

Tuşlar kullanıldığında, ROS üzerinde ne şekilde değerler üretildiğini gösteren bir çizelge EK A'da verilmiştir.

3.5 Kontrol Kartı (Arduino Mega 2560)

Arduino, bir mikro denetleyicidir. Kolay bir şekilde çevresiyle etkileşime girebilen sistemler tasarlanabilecek açık kaynaklı bir geliştirme platformudur. Analog ve dijital girişleri sayesinde analog ve dijital verileri işlenebilmektedir. Duyargalardan gelen verileri kullanılarak, dış dünyaya çıktı (ses, ışık, hareket vs.) üretilebilmektedir [45]. Arduino ile bir çok farklı spesifik uygulama yapılabilir. Beraber bu çalışma kapsamında, robot süren Pololu shield'ları kontrol etmek amacıyla kullanılmaktadır. Pin bağlantıları Pololu shield anlatılırken gösterilecektir. Şekil 3.7'de kullanılan Arduino Mega 2560'a ait bir görsele yer verilmiştir.



Şekil 3.7 Arduino Mega 2560 görseli

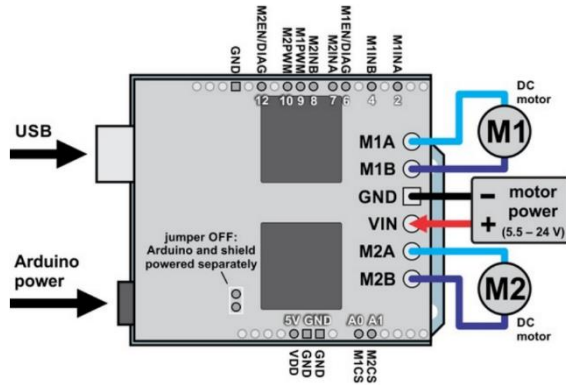
3.6 Motor Sürücü (Pololu Dual VNH5019 Motor Driver)

Motorların kontrolünü sağlamak amacıyla Pololu shield'lar kullanılmıştır. Her bir shield 2 motor sürebilmektedir. Robotun 4 motoru olduğu için 2 tane Pololu kart (ilki ön motorları sürmek için, ikincisi ise arka motorları sürmek için) kullanılmıştır. Pololu kartın Arduino üzerine oturtulmuş şekliyle bir görseline Şekil 3.8'de yer verilmiştir.



Şekil 3.8 Pololu Dual VNH5019 Motor Driver görseli

Pololu kartın motor ve gerilim bağlantılarını şematize eden bir görsele Şekil 3.9'da yer verilmiştir. Şekilden de görülebileceği gibi her bir kart 2 motor sürebilmektedir. Pin bağlantılarına ise Çizelge 3.4'te yer verilmiştir.



Şekil 3.9 Pololu Dual VNH5019 Motor sürücünün Arduino bağlantılarının görseli

Çizelge 3.4 Pololu Dual VNH5019 Motor sürücünün Arduino pin bağlantıları

Arduino Pin	VNH5019 Driver Pin	Basic Function
Digital 2	M1INA	Motor 1'den A girişine bağlantı
Digital 4	M1INB	Motor 1'den B girişine bağlantı
Digital 6	M1EN/DIAG	Motor 1 enable girişi/hata çıkışı
Digital 7	M2INA	Motor 2'den A girişine bağlantı
Digital 8	M2INB	Motor 2'den B girişine bağlantı
Digital 9	M1PWM	Motor 1 hız girişi
Digital 10	M2PWM	Motor 2 hız girişi
Digital 12	M2EN/DIAG	Motor 2 enable girişi/hata çıkışı
Analog 0	M1CS	Motor 1 akım algı çıkışı
Analog 1	M2CS	Motor 2 akım algı çıkışı

3.7 Motorlar (Maxon RE35 motor + gear GP42C)

Daha önceden de bahsedildiği gibi robot üzerinde 4 adet DC motor kullanılmıştır. Her bir tekerleği farklı motor kontrol etmektedir. Kullanılan motorun modeli "Maxon RE 35 Ø35 mm, Graphite Brushes, 90 Watt" tır. Çizelge 3.5'te motorun özelliklerine, Şekil 3.10'da motorun bir görseline yer verilmiştir.



Şekil 3.10 Maxon RE35 motor görseli

Çizelge 3.5 Maxon RE35 motor özellikleri

Maxon RE35 motor Özellikleri	
Çalışma gerilimi	12V
Nominal hız	6500 rpm (\approx 300 cm/sn)
Maksimum hız	12000 rpm (\approx 500 cm/sn)
Nominal tork	73.1 mNm
Nominal akım	4A
Çalışma koşulları	-30 ila +100 °C arası
Maks. bobin sıcaklığı	+155 °C
Genişliği	3.5 cm
Ağırlığı	340 g.
Dönüş yönü	Saat yönü

Özellikle motorun hız bilgileri incelendiğinde 300 cm/sn hıza kadar nominal hız değeri olduğu görülmektedir. Ancak motorların taşıdığı aracın ağırlığı arttıkça bu değer oldukça azalmaktadır. Robotun gezdiği ortamın işlenebilir lazer taramasını alabilmesi için tespit edilen maksimum hız değeri 50 cm/sn olmuş ve robot sistemi tasarlanırken bu şekilde maksimum hız bilgisi sınırlandırılmıştır.

3.8 Regulator (12V)

Robot üzerinde kullanılan bataryalar 14.8V'a kadar gerilim üretmektedir. Donanımlar ise 12V'luk gerilimde çalışmakta, maksimum %5'lik bir hata payını tolere edebilmektedir. Bu sebeple bataryalardan alınan gerilimler bir regülatör kullanılarak 12V'a düşürülmektedir. Her bir regülatör, 2 girişe ve 2 çıkışa sahip olduğu için ve sistemin tasarımında 3 adet 12V'a ihtiyaç olduğu için (2 tane Polulu shield için, 1 tane de lazer mesafe ölçüm duyargası için) toplamda 2 tane regülatör kullanılmıştır. Bu regülatörler, 2A'ya kadar destekleyen direnç ayarlıdır. Bu sebeple kullanılan donanımlarda uyumlu olarak çalışabilmektedirler. Bir regülatör görseline Şekil 3.11'de yer verilmiştir.



Şekil 3.11 12V'luk regülatör görseli

3.9 Batarya (Plazma 14.8V 5100mAh 4S LiPo)

Robot platformunu beslemesi için 3 adet 14.8V-5100 mAh'lık 4 hücreli lityum polimer batarya kullanılmıştır. Beslenmesi gereken donanımlar 12V'luk gerilime ihtiyaç duydukları için bu bataryalar yeterli düzeyde gerilim üretebilmektedirler. Yeniden doldurulabilme özelliğine sahip bu bataryaya ait bir görsele Şekil 3.12'de yer verilmiştir.



Şekil 3.12 Plazma 14.8V 5100mAh 4S LiPo görseli