



Bisikletin Elektrikli Hale Dönüştürülmesi

Conversion of Regular Bike to Electrical Bike

Bilal Bahadır ALPAN , İbrahim ÇAYIROĞLU**

*Karabük Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Mekatronik Mühendisliği, 78050, Karabük, bilobaho93@gmail.com

**Karabük Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Mekatronik Mühendisliği, 78050, Karabük, icayiroglu@yahoo.com

Anahtar Kelimeler:
Elektrikli Bisiklet

Özet: Bu makalede standart bir bisikletin kendisini şarj edebilen bir elektrikli bisiklete nasıl dönüştürüldüğü, ve nasıl bir performans alındığı anlatılmıştır. Bir bisikleti elektrikli hale çevirirken, pedal ile ilerleme özelliğini bozmadan, pedal ile kullanım sırasında kullanıcıya binecek motorun boş durumdaki redüktör sürtünmesi gibi ekstra yüklerden kaçınarak tasarlamak kullanım kolaylığını artırır. Bunun yanı sıra hız kontrol, şarj kontrol elemanları gibi elemanları kullanarak hem sistemin çalışma kalitesini yükseltebilir, hemde daha yüksek bir verimle çalışması sağlanabilir. Bu makalede bu özelliklerin nasıl elde edildiği anlatılmaktadır.

Keywords:
Electrical Bike

Abstract: This article is about how to convert a regular bike to a self charging electrical bike and acquired performance outputs from it. An electric bike while turning it , without disturbing the progress of the property with the pedal , the pedal during use , avoiding friction reducers such as extra load on the engine will be installed on the user 's idle to increase the ease of use design . As well as speed control , using elements such as charge control components can improve the quality and system operation may be provided in both a higher yield operation . This article describes how to obtain these features.

©2016 ibrahimcayiroglu.com, All rights reserved. Bu makale hakem kontrolünden geçmeden bilgi paylaşımı amacıyla yayınlanan bir dökümandır. Olabilecek hata ve yanlışlıklardan dolayı sorumluluk kabul edilmez. Makaledeki bilgiler referans gösterilip yayınlanabilir. (These articles are published documents for the purpose of information sharing without checked by the referee. Not accepted responsibility for errors or inaccuracies that may occur. The information in the article can be published by referred.)

1. Giriş

Standart bir bisikletin yorucu etkilerinden kurtulmak için bisikleti elektrikli hale çevirebiliriz. Ancak sadece elektrikli bir bisiklet olması bizim kullanım süremizi limitler. Bu makalede bir bisikletin orijinal özelliklerini kaybettirmeden onu kendisini şarj edebilen elektrikli bir bisiklete nasıl dönüştürüldüğü anlatılmış olup, dönüşüm işlemi için neler kullanıldı, neler imal edildi, nasıl monte edildi, ne kadar güç alındı, performans verileri neler gibi sorulara yanıt verilmiştir. Bisikletin ulaşımında tercih edilmesinin yegane sebebi yakıt maliyetinin olmaması olmasına rağmen, uzun süre pedal çevirmek hem kişiyi terletir hem de yorar. Bu sistemin en temel amacı bu yorucu etkilerden kullanıcıyı kurtarmaktır, tabii ki bunu yaparken makul bir çalışma menzili de düşünülmelidir aksi halde kullanıcıya faydadan çok zararı dokunabilir. Aşağıda ise şarj devresini hiç çalıştırmadan makul bir süre makul bir hızda gidebilen ve ayrıca orijinal özelliklerini de kullanabildiğimiz bir elektrikli bisikletin nasıl yapıldığı anlatılmaktadır.

2. Sistemin Tasarımı

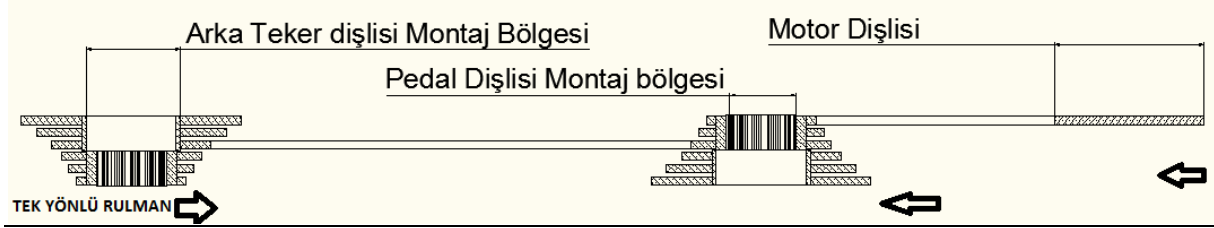
Sistem tasarlanırken, kullanıcının bisikleti pedal ile kullanırken tahrik motorunu gereksiz yere çevirmemesi ve ayrıca tahrik motoru çalışırken, pedalların hareketinin özgür kılınması için ne yapmak gerektiği düşünülmüş ve pedal bölgesinde pedalları birleştiren milin yerine farklı bir mil tasarlanmış ve merkezinde tek yönlü rulman olan bir dişli grubu yerleştirilmiştir, bu dişli grubunun etkilediği bisikletin orijinal özelliği, bisikletin maksimum hızının düşmüş olmasıdır. Ancak bu hızlar için motorun devir/dak olarak pedal dişlisini kullanıcıdan çok daha hızlı çevirebilmesi bu farkı büyük oranda kapatmıştır.

Bisikletin kendisini şarj edebilme özelliği ise bisikletin hemen hemen bütün hız aralıklarında, kullanılan akü ye zarar vermeden şarj edebilmesine olanak sağlayacak şekilde bir kontrol devresi tasarlanmış olup kullanıcının her frene basışında devreye girerek fren enerjisini, elektrik enerjisine çevirerek depolayan, aynı zamanda ilave frenleme yaparak yavaşlamaya yardımcı olan, istenildiğinde ise fren yapmadan pedal çevirerek veya yokuş inerek şarj yapmasına olanak sağlayan bir düzenek tasarlanmıştır.

3. Dönüşüm işlemleri ve Kullanılan Malzemelerin Montajı

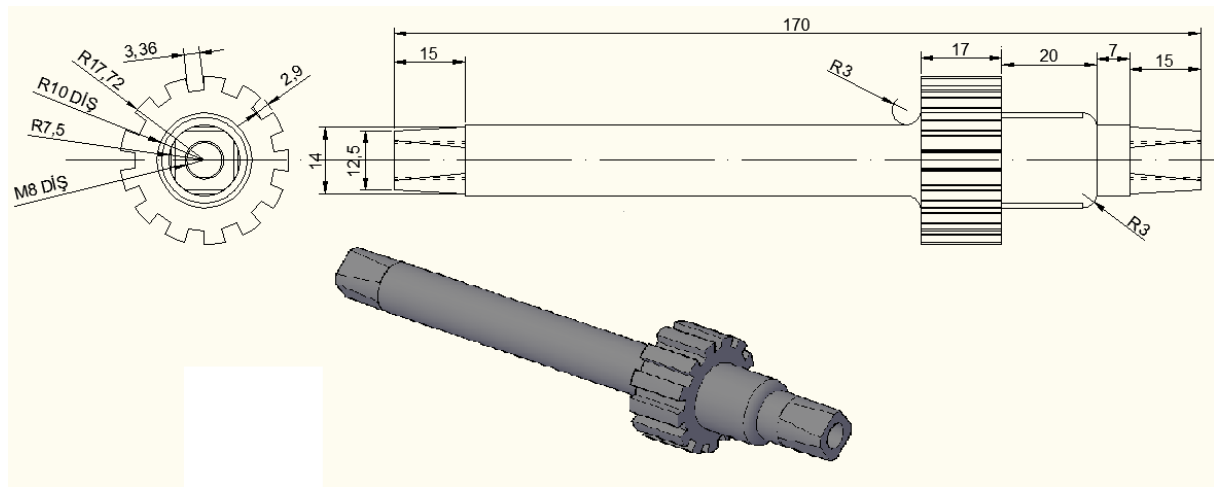
a. Tork Aktarma ve Dişli grupları

Düzenekler aşağıdaki gibidir;



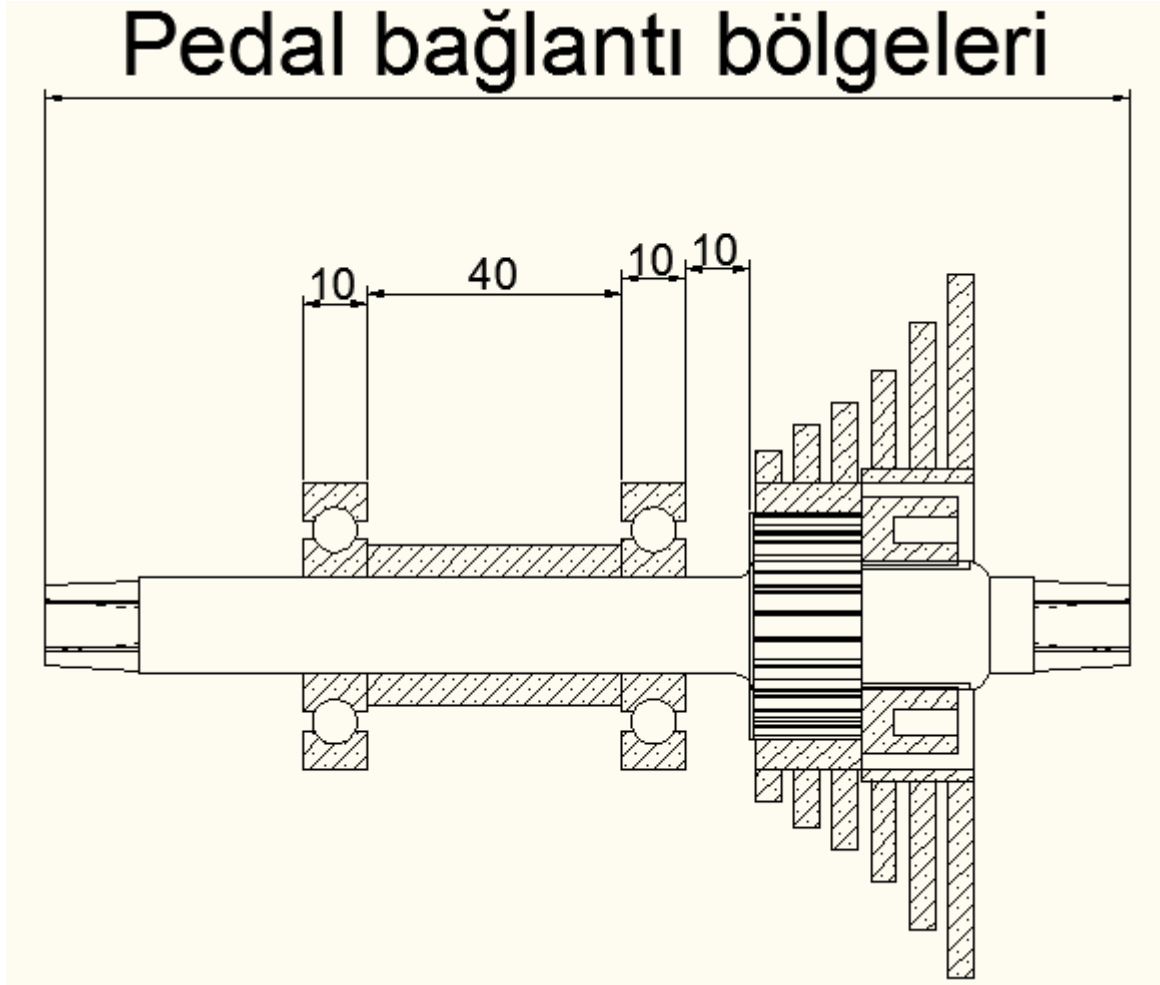
Şekil 1 :TAHRİK MOTORUNDAN ARKA TEKERLEĞE TORK AKTARIM MEKANİZMASI

Burada tork'u arka tekerleğe aktarırken pedalların motor ile beraber dönmesini ve de kullanıcının pedal çevirirken tahrik motorunu gereksiz yere döndürerek fazladan yük altına girmesini engellemek için dişlilerin merkezine tek yönlü rulman yerleştirilmiştir. Pedal dişlisinde pedallar, motor dişlisinde ise motorun redüktör çıkış mili bu tek yönlü rulmanların iç göbeğine takılı durumdadır. Gösterilen yönler tek yönlü rulmanın göbeğinin rulman özelliği gösterdiği yönlerdir. Bu yönler incelendiğinde pedallar çevrilirken motor dişlisi dönsede motorun mili dönmemektedir, bununla birlikte motor mili dönerken pedallar isteğe bağlı durumdadır. İstendiği taktirde pedal çevirerek motora destek olabilir böylece dik yokuşlarda ortaya çıkan motor için tork yetersizliği veya hız yetersizliği gibi durumları aşabilirken, genel kullanımda motor çalışırken pedalları kullanıcı ayaklarını dinlendirmek için kullanır. Bu sistemde en büyük imalat gerektiren parça, pedal dişlisini pedallara ve bisikletin gövdesine sabitlemeye yarayan pedalların merkez mili dir. Bu parçanın orijinali, tek yönlü rulman taşımayan orijinal ön dişlilerinin monte edilebileceği kadar kısa bir boy ile imal edilmiştir bu sebeple işimize yaramamaktadır. Bu parça orijinal ön dişlileriyle beraber söküp yerine merkezinde tek yönlü rulmanı olan 6'lı dişlinin monte edilebileceği yeni bir mil yapılrırsa , şekildeki sistemin kurulumu mümkün olur.



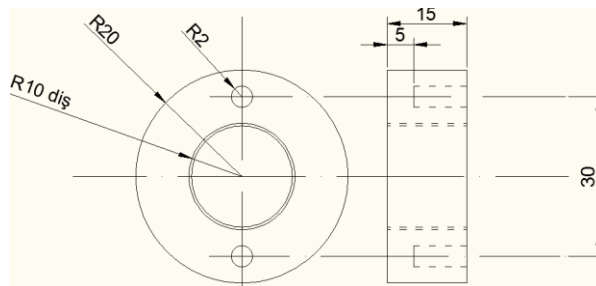
Şekil 2 : İMAL EDİLECEK PEDAL GÖBEK MİLİ

Bu milin uç kısımları konik dikdörtgen şeklindedir, merkezinde ise M8 iç diş delik vardır. Bu kısımlar pedalların monte edilebilmesi ve sıkıştırılması için önemlidir. Bu mil torna ve freze tezgahları kullanılarak imal edilmiştir. Bu milin Montajı ise şu şekilde gerçekleştirilmelidir;

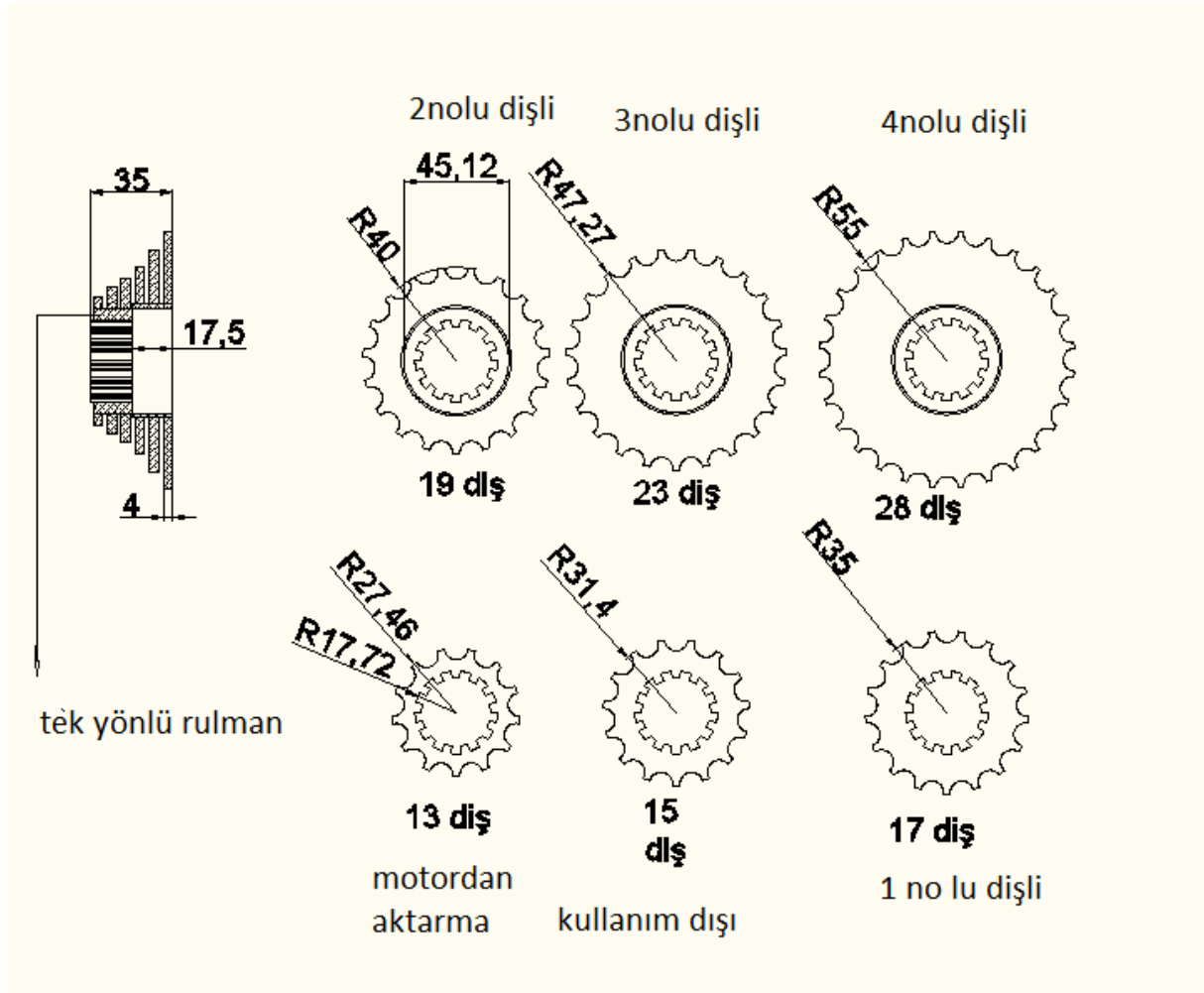


Şekil 3 : Pedal Göbek Bağlantıları

Burada gösterildiği gibi Merkez Deligi 15mm, dış çapı 30mm olan 2 adet rulman arasına rulmanların bisiklet gövdesi içerisindeki boru gibi boş olan montaj bölgesinde mil üzerinde hareket etmesini engellemek için bir adet boru şeklinde parça takılır. Bu parçanın iç çapı 15mm, dış çapı ise <30mm olan herhangi bir boru olabilir. Dişli mil üzerindeki freze kanallarına sıkı geçirilir. Her ihtimale karşı dişlinin çıkmasını önlemek ve yeteri kadar sıkıştırabilmek için bir adet özel olarak somun kullanılır. Bu somunu sıkabilmek için somuna uyumlu anahtar yapmak gerekebilir. Somun da yerine takıldığında pedalları montaj yuvalarına oturtturup birer M8 cıvata ile sıkamak gerekir. Burada kullanılan dişli özel imalat değildir, aslında bisikletin arka dişlisidir sadece ters çevirilip monte edilmiştir. Bu sebeple montajı orijinal arka dişlinin montajından farklıdır, dişlide arka tekere monte edilebilsin diye üzerine açılmış orijinal dişlerini kullanamamaktayız, bunun için yeni imal ettiğimiz milin üzerinde frezede işlenmiş kanallar bulunmaktadır.

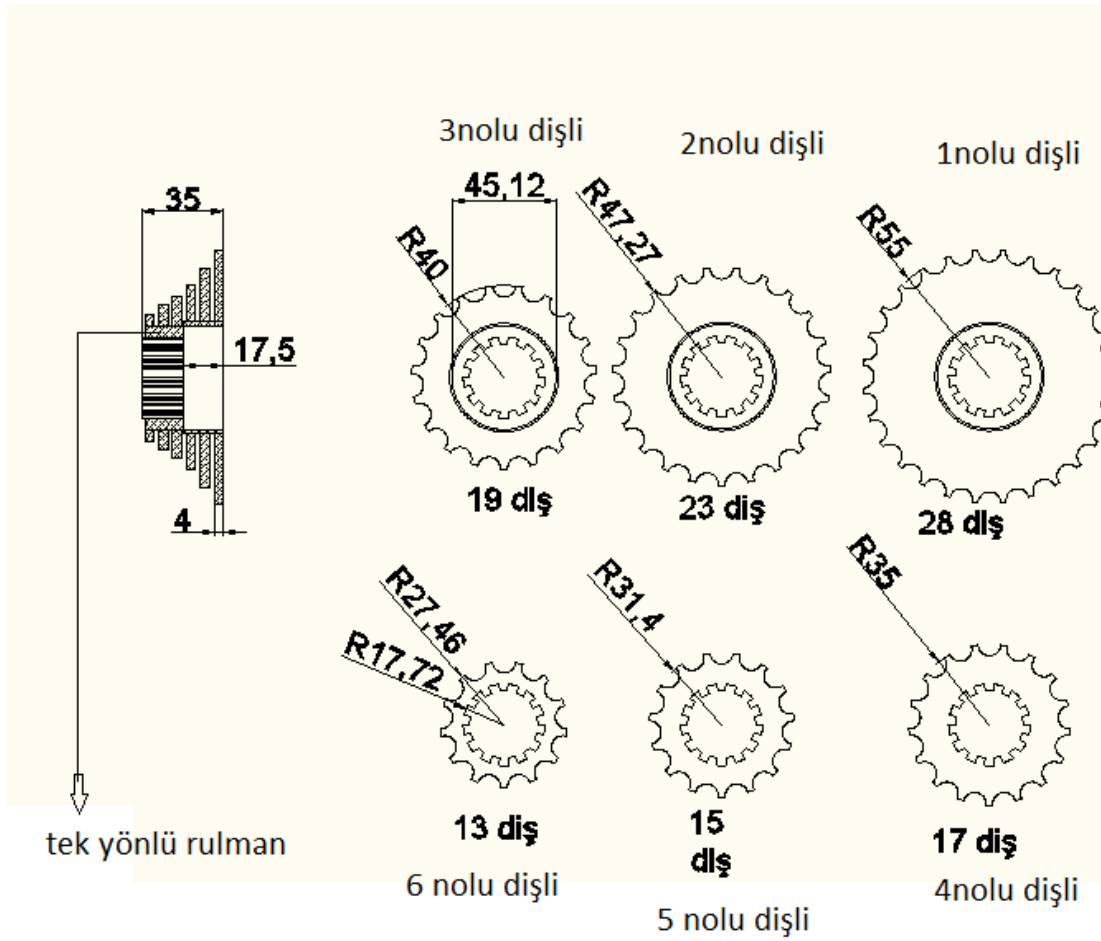


Şekil 4 : dişli arkasından sıkılacak somun



Şekil 5 : Ön dişli grubu

Burada da görüldüğü gibi en küçük dişli motordan zincir aracılığı ile tork aktarmakta kullanılır. Dişliler birbirine orijinal imalatında kaynaklıdır ve merkezinde ise tek yönlü rulman bulunmaktadır. Bu dişli grubunda motor aktarma dişlisinin hemen üzerindeki dişli kullanım dışıdır. Bunun sebebi pedal dişlisinden arka tekerleğe giden zincir ile motordan gelen zincirin birbirine sürtünmesi sonucu zincirlerin zarar görmesini ve daha kötüsü kullanıcının zarar görmesini engellemek içindir. Bu dişli üzerine zincirin gelmemesi durumu pedal tarafındaki vites mekanizması üzerindeki L işaretli vidanın sıkılması ile ayarlanabilir, aynı şekilde H vidası aracılığıyla vitesin 4 no lu dişlinin ötesine geçmemesi de ayarlanabilir. Sistemin 18 vites bir bisiklet üzerine kurulduğu düşünülünce bu dişli grubu ile bisiklet $6 \times 4 = 24$ vites çıkarılmaktadır. Çünkü arka dişli grubunda 6 dişli bulunmaktadır.



Şekil 6 : Arka dişli grubu

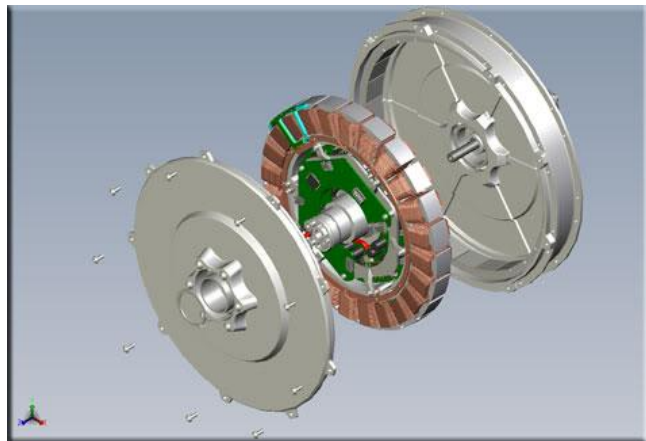
b. Şarj sistemi ve Akü

Şekil 6’de de görüldüğü gibi arka dişli grubu aslında pedal dişli grubunun aynısıdır. Bu dişli grubu üzerinde ise sadece arka tekerleğe eklenecek olan HUB motordan sonra oluşan ölçü farklarını gidermek için, arka vites mekanizması üzerindeki H ve L vidaları ile ayar yapılmalıdır. Arka Tekerleğin göbeğine monte edilecek olan hub motor, bir fırçasız motordur. Sürücü devresi elinizde olduğu zaman tahrik motoru olarak kullanılabilir, fırçasız motorlar bir sensör sayesinde belirlenen frekansla çalışırlar, 3 adet bağlantı ucu vardır, dinamo olarak kullanıldığında 3 faz elektrik üretirler. Bu üretilen 3 faz elektriği 3 faz köprü diyot aracılığı ile doğru akıma çevirebilir ve akü şarj etmede kullanılabilir.

BTN
Let's go back to nature



Resim 1 : HUB Motor



Resim 2 : HUB Motorun Yapısı

Bu motor, bisikletler için özel üretilmiştir, bu motoru arka cantın göbeğine monte edilir, bisiklet dişlisini monte edebilmek için üzerine diş açılmıştır. Dişli doğrudan buraya monte edilir. Bu sistemde kullanılan HUB motor 300W gücünde, 36 Volt gerilim ile çalışan ve 26 inch bisiklet cantıyla motor olarak kullanıldığında 36km/h maksimum hıza ulaşabilen bir motordur, şarj amaçlı dinamo olarak kullanıldığında maksimum çıkış gücünü elektrik enerjisi olarak vermektedir. Bu sistemde Tahrik motoru olarak 216 W gücünde 2200devir/dak yüksek torklu 12V DC motor kullanılmıştır. Redüktör çıkışı 120 devir/dak dır. Bu sayede tekerleğe ulaşan tork değeri yeterlidir. Akü ise bu motoru 1 saat rahat çalıştırabilecek güçte olacak şekilde seçilmiştir. 12V 18 A değeri olan bir Akü kullanılmış olup bu aküyü darbelerle karşı korumak için sac plakadan bükülerek Akü Kutusu yapılmıştır. Böylece akünün düşme ve çarpma durumlarında darbeye karşı mukavemeti artmıştır.

Buraya kadar anlatılan sistemlerin bisiklet üzerine uygulanmış hallerini yakından inceleyelim ;



Resim 3 : Tahrik Motoru, Aktarma sistemi ve HUB Motor'un montajlı görüntüsü

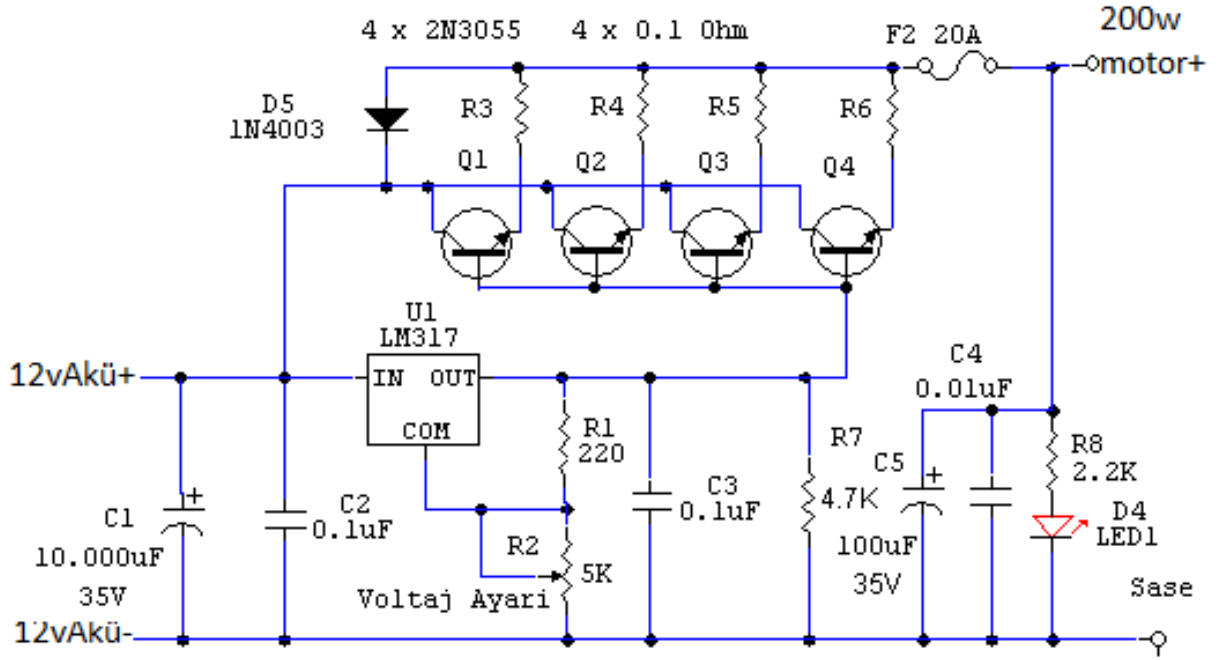
Bu resimde de görüldüğü üzere tahrik motoru bisikletin dengesini korumak için ön tekerleğe yakın monte edilmiştir. Ayrıca tahrik motorunun montajı sırasında, kendi kendine uyguladığı kuvvetten dolayı bisiklet gövdesi etrafında dönme yönünde bağlantıların deforme olmasını engellemek için bisikletin arka süspansiyonlarına doğru uzanan bir bağlantı ayağı yapılmıştır. Bu bağlantı ayağı motorun üzerindeki bağlama noktalarına göre yapılmıştır ve hemen her motorda farklı parça imal etmek gerektirir. Burada Tahrik motoru üzerinde kullanılan dişli 75 mm çapa sahip olup merkezinde tek yönlü rulman bulundurulur ve 18 dişlidir.



Resim 4: Tork Aktarma mekanizması

c. Tahrik Motoru Hız Kontrolü ve Şarj Kontrol Ünitesi

Tahrik motoru için hız kontrol ünitesi kullanmak şarttır. Aksi halde motoru Aküye direk bağlarsınız ve motor size aniden 120 d/d lik redüktör çıkışı verecektir, birde bu gücü maksimum gücünde vereceğinden kullanıcının dengesini kaybetmesi olasıdır. DC motorun dönme hızını kontrol etmek için lm317t entegresi kullanılarak yapılabilen bir regülatör devresi yeterlidir. Tabiki bu devrede lm317t entegresi tek başına yeterli gücü karşılayamaz, yanacaktır, bunu önlemek için 2N3055 kod numaraları tanesi 5 A akıma dayanabilen 4 adet transistor kullanacağız. Bu sistemde kullanacağımız lm317t devresi ;



Şekil 7: sürücü devresi

Devrenin çıkış gerilimi aşağıdaki formül ile belirlenir.

$$V_{OUT} = 1.25V \left(1 + \frac{R2}{R1}\right)$$

Bu devrede çıkan gerilimin potansiyometredeki ayarın değiştirilmesi ile değişmesi sonucu motorun hızı değişir.

Bu devreye Aküden 12 V giriş olduğuna devreden 12V çıkış alamazsınız. Bunun sebebi devrenin verimidir. Lm317t entegresi üzerinde verimden kaynaklı 1.5v gerilim düşmesi olur, ayrıca paralel bağlı transistör grubu da 0.5 V luk bir gerilim düşmesi yapacaktır. Transistörün veriminden kaynaklı bir düşüştür. Dolayısıyla 12 V bir kaynaktan gelen gerilimle motorun hızını 0V-10V arasında rahatlıkla değiştirebiliriz. Bu da Maksimum Hızının %83.3 üne tekabül eder. Burada kaybettiğimiz hız miktarını geri kazanmak için motoru aküye direk bağlantı ile sürücü devresi arasında seçim yapacak bir switch button kullanılır. Bu tuş tırmanma ve Hız modülü olarak da kullanılabilir.

Şarj için kullandığımız hub motor ise, değişen devirlerde farklı gerilimler verecektir. Sonuçta elektrik motorlarının çalışma hızını gerilimlerini değiştirerek ayarlanabiliyor, bu da aynı zamanda farklı hızlarda çalışan aynı tip dinamonun farklı gerilimler üreteceği demektir. Ayrıca bütün dinamolar AC elektrik üretir bunu DC akıma çevirmek için köprü diyot kullanılır. Burada kullanılan HUB motor 3 faz AC ürettiğine göre, 3 faz köprü diyot kullanılmalıdır. Yalnız kullanılacak diyot en azından dinamonun değerlerindeki bir elektrik akımını karşılayacak güçte olmalıdır. Bu değerler ; $V_{dinamo} \times 1.41 = \text{köprü diyottan çıkışında elde edilecek gerilim}$,

$$P(\text{dinamo}) / V(\text{dinamo}) = A(\text{dinamo}) \text{ değerlerinden yüksek olmalıdır.}$$

Buna göre bu sistemde kullanılacak köprü diyot 50V gerilime ve 8.33 A akıma dayanabilen bir Köprü diyot olmalıdır. Bu sistemde 80V gerilime dayanabilen 20A akıma dayanabilen bir köprü diyot kullanılmıştır.

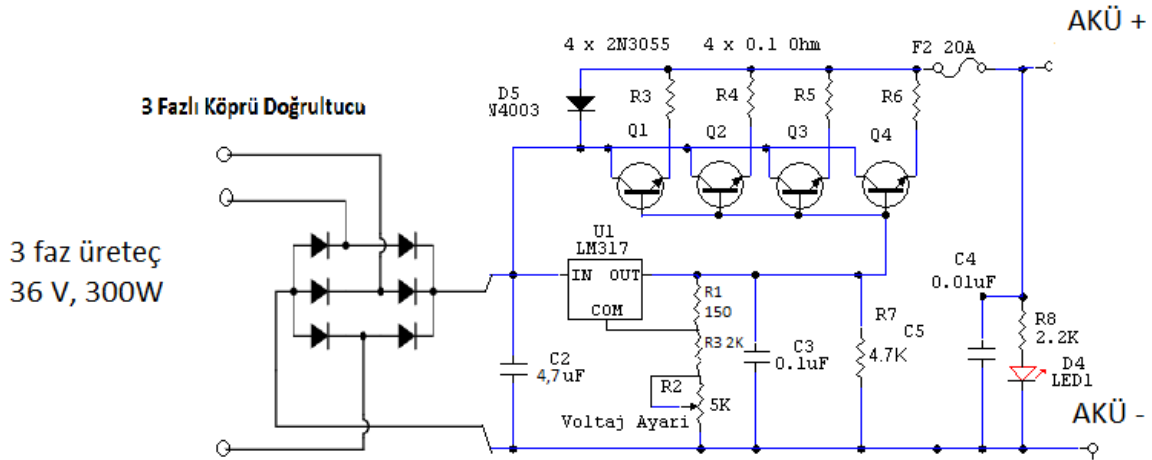
Aküyü şarj edebilmek için sadece köprü diyot kullanmamız yeterli değildir, bu şekilde üretilen elektrik akımı halen dalgalı olacaktır bu sebeple köprü diyotun çıkış uçları arasına yüksek değerlikli bir tüp kondansatör koymak gerekir. Bu şekilde oluşan devreye İNVETER devresi denir. Bu devreyi kullanmaya rağmen devrenin çıkış enerjisi kullanılabilir değildir. Halen daha hız değiştiğinde gerilimdeki değişimler devasa olmaktadır bu durum ise aküye zarar verecektir. Ancak inverter ile DC yapılmış bir elektrik akımını regülasyon devresinden geçirirsek bu bize kabul edilebilir bir aralıkta çıkış gerilimi verecektir, tabii ki çıkış gerilimimizin düşmesiyle çıkış akımımız artacaktır sonuçta elektriksel güç formülü;

$$P = I \times V$$

Olduğundan biz akümüzü şarj edecek değerlikte gerilimi elde ederken elimize geçen şarj akımı değerini de yükseltmiş oluyoruz. Bu aslında oldukça iyi bir şeydir.

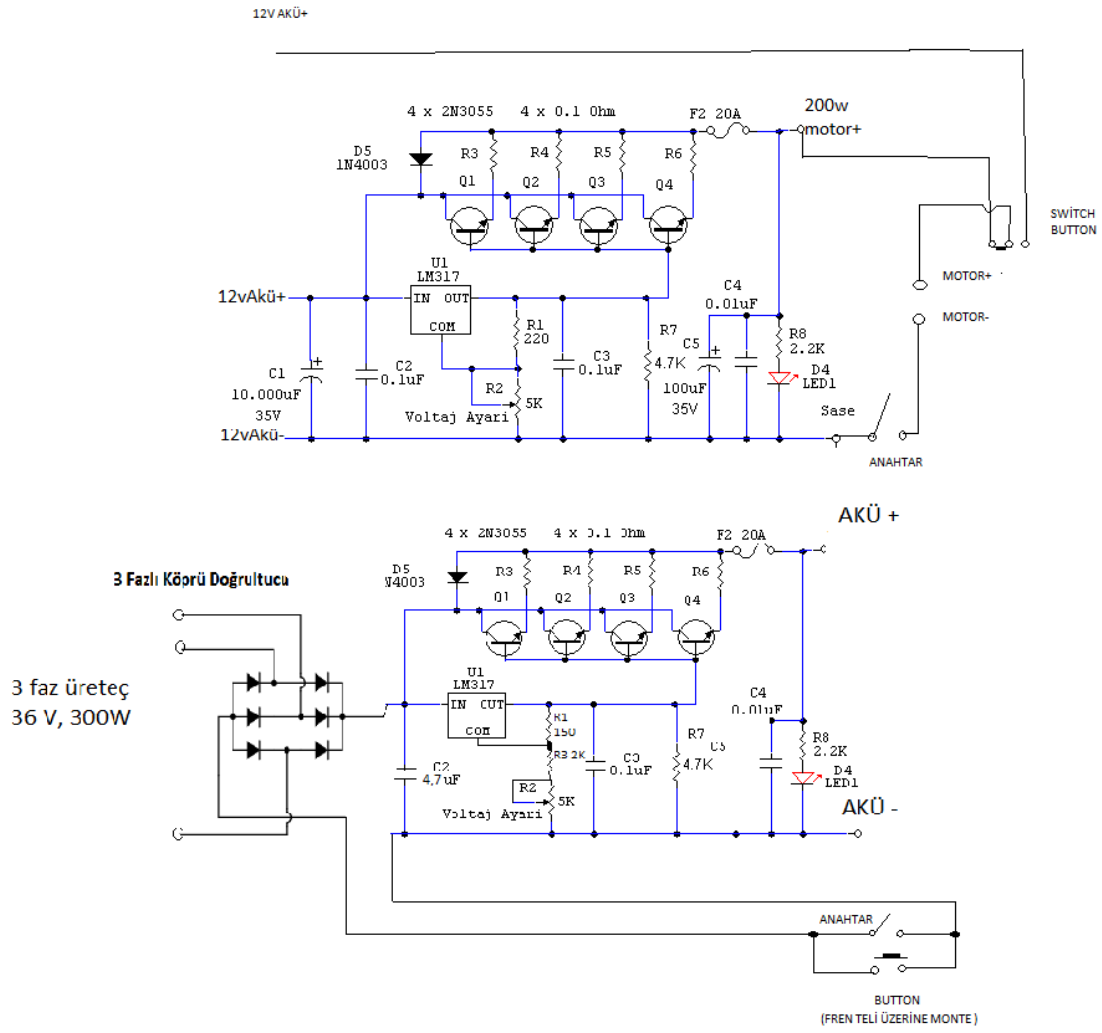
d. Şarj Olayı

Aküler çıkış geriliminin min %10 fazlası bir gerilimle şarj edilirler, tam doluluğa ulaşması için %15 fazla gerilim uygulanması gerekir. Bunun sebebi Akünün Halihazırda içinde bulundurduğu gerilimi yenebilmektir. Nede olsa bitmiş dediğimiz Akü bile aslında gerilim vermeye devam eder. Bir akünün şarj durumu binlerce ince kolon tarafından havada tutulan bir yük olarak düşünülebilir. Akünün şarjı tükendikçe bu kolonlar yükün altından alınmaya başlar böylece diğer kolonlara binen yük artar, bu akü bütün kolonların kırılmasına sebep olacak duruma kadar gerilim vermeye devam eder ancak bu çizgiyi geçtiğinde akü hiç gerilim veremez, kullanılamaz hale gelmiş demektir. Akünün şarj süresini belirleyen şey ise şarj akımıdır. Şarj akımı ne kadar yüksekse akü okadar hızlı şarj olur ancak , kolon benzetmesinde olduğu gibi bu seferde çok akım verilirse çok fazla kolon sisteme aynı anda dahil edilmiş demektir bu durumu sistem kaldırmazsa akü patlayabilir.Şarj akımını akünün akım değerinden fazla tutmamak en sağlıklıdır. Bu da bu sistemde 18 A dır.elektronik devrenin verimini 0.9 kabul edersek $300W / 15V = 20A \gg 20A \times 0.9 = 18 A$ çıkacaktır. Bu verilere göre şarj devresi;



Şekil 8 : İnverterli Regüle şarj kontrol devresi

Ve şimdiye kadar anlatılan verilere göre frene basıldığında şarja geçen pedalla şarjı mümkün olan, sürücü ve regülatör ile kontrol edilen, tırmanma ve hız modülü bulunan sistemin birleşik devresi;



Şekil 9: komple sistemin elektronik devresi

Bu sistemde imalatın bitmiş haline dair görseller;



Resim 5 :Elektronik devrelerle Montajlı sistem



Resim 6 : Motor ve Konsol bağlantıları



Resim7 :Kumanda Konsolu4

e. Fren ile şarj Mekanizması

Bu sistemde fren kolunu sıkığımızda fren telinin ileri hareketiyle, fren teli üzerindeki engel butona basıyor ve şarj mekanizması devreye giriyor.



Resim 8 : Fren sıkılı değilken ki butonun durumu



Resim 9: Fren sıkılı olduğunda butonun durumu

f. Hız Ölçüm ve Kontrol Mekanizması

Hız ölçüm işlemi, tekerleğin üzerine yerleştirilen bir mıknatıs sayesinde, mıknatıs ölçüm cihazının önünden geçmesi sonucu, tekerleğin tur sayısını tekerleğin cant+lastik şeklinde toplam çapı ile çevre hesabı yaparak hızımızı belirleyen bir sistem kullanılmıştır. Bu sistemde cant çapı 26 inch, lastiğin kalınlığı 2inch olup 28 inch tekerlek çapı bulunarak çevre hesaplanmış ve saniyede atılan tur sayısına göre hız belirlenmiştir. Bu sistem ayrıca yapılan maksimum hızı ve ortalama hız gibi değerleri de kaydetmekte, istenildiği takdirde kullanıcıya göstermektedir.



Resim 10 : Hız ölçüm Mekanizması

4. Performans Verileri ve Hesap Formülleri

a. Formüller

Tork = F(kuvvet) x d(yarıçap)

P(Güç) = w(açısal hız) x T(Tork)

w = 2 x pi x f(frekans)

Tahrik Motoru= 216 W, 2200 d/dk, redüktör çıkışı 120 d/dk,

pedal dişlisine aktarırken $18\text{diş} / 13\text{diş} = \text{Dişli Oranı}=1,385$

pedal dişlisi maksimum devri $=120\text{ d/d} \times 1.385 = 166.2\text{ d/dk}$

pedal dişlisindeki maksimum tork $T= 12,4\text{ Nm}$

Test Sürücüsü 70kg ağırlığında olup sistemler bisiklete 10kg fazladan ağırlık olmuştur.

Menzili hangi hızda olursa olsun motordan maksimum güç alındığında ortalama 1saattir.

Düşük hızlarda düz yolda gidildiği takdirde bu süre 2 saate kadar uzayabilmektedir.

Şarj yapmaksızın sistemin maksimum hızında menzili 40 km dir.

Buna göre her vitesde elde edilen Max tork, Max Hız, Max Verim(Düz yol için)

VİTES	ÖN DİŞLİ	ARKA DİŞLİ	HESAPLANAN HIZ	HESAPLANAN TORK	ÖLÇÜLEN HIZ	ÖLÇÜLEN TORK	VERİM	DİŞLİ Oranı
1	1	1	13,5km/h	20,429Nm	12,7km/h	19,2Nm	%94	0,607
2	1	2	16,45km/h	16,779Nm	15,5km/h	15,7Nm	%94	0,739
3	1	3	19,92km/h	13,855Nm	18,7km/h	12,8Nm	%93	0,895
4	1	4	22,26km/h	12,4Nm	20,7km/h	11,5Nm	%93	1
5	1	5	25,16km/h	10,973Nm	23,4km/h	10,2Nm	%93	1,13
6	1	6	29,17km/h	9,46Nm	26,8km/h	8,7Nm	%92	1,31
7	2	1	15,1km/h	18,289Nm	14,2km/h	17,2Nm	%94	0,678
8	2	2	18,392km/h	15,012Nm	17,2km/h	14,1Nm	%94	0,826
9	2	3	22,26km/h	12,4Nm	20,7km/h	11,5Nm	%93	1
10	2	4	25,95km/h	11,1Nm	24,1km/h	10,32Nm	%93	1,117
11	2	5	28,06km/h	9,84Nm	25,8km/h	9Nm	%92	1,26
12	2	6	32,54km/h	8,49Nm	29,6km/h	7,7Nm	%91	1,46
13	3	1	18,3km/h	15,1Nm	17km/h	14Nm	%93	0,821
14	3	2	22,26km/h	12,4Nm	20,7km/h	11,5Nm	%93	1
15	3	3	26,8km/h	10,247Nm	24,6km/h	9,4Nm	%92	1,21
16	3	4	30,12km/h	9,185Nm	27,4km/h	8,35Nm	%91	1,35
17	3	5	34,14km/h	8,1Nm	30,6km/h	7,2Nm	%90	1,53
18	3	6	39,396km/h	7Nm	34,6km/h	6,2Nm	%88	1,769
19	4	1	22,26km/h	12,4Nm	20,7km/h	11,5Nm	%93	1
20	4	2	27,1km/h	10,19Nm	25km/h	9,4Nm	%92	1,217
21	4	3	32,81km/h	8,41Nm	30km/h	7,7Nm	%90	1,473

22	4	4	36,67km/h	7,52Nm	32,6km/h	6,8Nm	%89	1,647
23	4	5	41,56km/h	6,64Nm	36,1km/h	6Nm	%87	1,867
24	4	6	47,96km/h	5,75Nm	40,2km/h	5Nm	%84	2,153

b.Şarj Oranları ve Formülleri

Şarj dinamosu her 1 km/h hız başına 1,41 V elektrik üretmektedir ancak maksimum çıkış gücü 300W = 36km/h de elde edilmektedir. Şarj kontrol devresi, şarj dinamosunun ürettiği değişken gerilimi regüle ederek şarj gerilimi olan 14 V a sabitlemektedir, bu da elimize geçen şarj akımının artmasına ve akünün daha kısa sürede şarj olmasına olanak sağlar. Aynı zamanda dinamonun gerilim çıkışı, onun ne kadar güç ürettiği ile doğru orantılıdır.

Bu verilere göre şarj oranını veren formül;

Yokuşu inerken üretilen güç / yokuşu çıkarken harcanan güç = şarj oranı

$((\text{Dinamonun gerilim çıkışı}/36V) \times 300W \text{ güç} \times ((\text{iniş süresi})/(\text{çıkış süresi})) \times 0,9 \text{ sistem verimi})/(\text{motorun harcadığı güç}) = \text{şarj oranı}$

$((\text{iniş hızı}/36) \times 300w \times (\text{iniş süresi} / \text{çıkış süresi oranı}) \times 0,9 \text{ sistem verimi})/(216W) = \text{şarj oranı}$

Şeklindedir. Burada

Yokuş Açısı(derece)	İniş hızı	Çıkış hızı	Harcanan	Şarj edilen	Oran
14	30km/h	10km/h	216t	83t	%34,5
12	26km/h	13,4km/h	216t	111,58t	%46
10	23km/h	15km/h	216t	126,5t	%52,7
18(sınır)	36km/h	7km/h	216t	58,2t	%24,3

>18 derecenin üzerindeki yokuşlarda iniş hızı 40km/h hızın çok üzerine çıkmaktadır. Bu hızlar şarj için zararlı olacak kadar yüksek gerilim üretir, motorun tırmanma sınırının üzerinde olduğu için bu yokuşlarda şarj oranı hesaplamak mümkün değildir.

4. Kaynaklar

<http://www.robotiksistem.com/>

<http://makinemuhendisligi.net/forum/index.php>

<http://www.elektrikport.com/>

_____ The Author _____



Bilal Bahadır Alban *Karabük Üniversitesi Mekatronik Mühendisliği Bölümünde öğrencidir. Ankara Abdullah Mürşide Anadolu Lisesi'nde lise eğitimini tamamlamıştır. Öğrenimine hala devam etmektedir*



İbrahim Cayiroğlu *is an insructor in Mechatronic Engineering at Karabuk University, Turkey. He received his B.Sc. in Mechanical Engineering from Istanbul Technical University in 1991. He received his M.Sc. and Ph.D. in Computer Aided Design and Manufacturing from Kirikkale University, in 1996 and 2002, respectively. His research interests include CAD-CAM, Software and Mechatronic Systems.*