

TEKNOFEST

HAVACILIK, UZAY VE TEKNOLOJİ FESTİVALİ

ÇEVRE VE ENERJİ TEKNOLOJİLERİ YARIŞMASI

PROJE DETAY RAPORU

PROJE ADI: Yenilikçi Milli Pil Teknolojisi

TAKIM ADI: AL-Tech

TAKIM ID: T3-21080-162

TAKIM SEVİYESİ: Üniversite

DANIŞMAN ADI: -



1. Proje Özeti (Proje Tanımı)

Lityum-iyon piller yaklaşık 30 yıldan beri enerji ihtiyacımızın büyük bir kısmını karşılamaktadır. Hali hazırda kullanılan teknolojik aletlerde ve elektrikli araçlarda Lityum-iyon pil teknolojisi kullanılmaktadır. Bu teknoloji, elektrikli araç sanayisinde gerek ağırlık gerekse de menzil konusunda ciddi dezavantajlara sahiptir. Üstelik bu pil teknolojisinin üretim maliyeti de son derece yüksektir. Ayrıca Türkiye, Lityum rezervi açısından son derece fakir bir ülkedir. Bizim geliştirmeyi planladığımız pil teknolojisi ülkemizde de yeterli rezervi bulunan Alüminyum tabanlı bir teknolojidir. Ülkemizde yaklaşık olarak 422 milyon ton Alüminyum rezervi bulunmaktadır. Bu projeye amacımız, Türkiye Cumhuriyeti'nin enerji bakımından dışa bağımlılığını azaltarak, yeni bir pil teknolojisiyle hali hazırda üretimi planlanan yerli elektrikli aracın bataryasını geliştirerek ülkemizin elektrikli otomobil pazarındaki dünya market payını arttırmaktır. Ayrıca diğer amacımız, bu teknolojiyle yurt dışına katma değeri yüksek verimli ve çevreci piller ihraç etmek ve bu yolla ülkemize ciddi miktarda döviz girişi sağlamaktır.

2. Problem/Sorun:

Gelişen dünya teknolojisinde, gün geçtikçe taşınabilir cihazların çalışabilmesi için bataryaya ihtiyaç duyulmaktadır. Bu bağlamda yükseltgenme ve indirgenme tepkimelerini temel alan piller geliştirilmeye devam edilmektedir.

Lityum tabanlı piller kısa sürede şarj edilebilir olmaları, hafıza etkisinin (istenilen anda şarj edilmesi) olmaması gibi avantajlar sayesinde büyük kullanım elde etmişlerdir. Ancak gelişen teknolojiyle, lityum tabanlı piller üreticilerin ve kullanıcıların istekleri karşısında yetersiz kalmaktadırlar. Bu sorunları sıralamak gerekirse:

- Tam dolu tipik bir dizüstü bilgisayar pili, geri dönüşü olmayacak şekilde her yıl kapasitesinin %20 sini kaybetmektedir. Bu kapasite kaybı ürünün üretim tarihinden itibaren başlar ve pil hiç kullanılsa bile devam eder.
- Lityum iyon pil %40 dolu olarak depolanırsa/saklanırsa pil kapasitesindeki kayıp değerleri düşer. Bu değerler %40 dolu pilde 0 °C derecede %2'ye, 25 °C derecede %4'e, 40 °C derecede ise %15'e düşer.
- Lityum tabanlı piller geçmişteki muadillerine göre uzun ömürlü değillerdir.
- Lityum tabanlı piller hatalı kullanımlarda, tehlikeli olabilirler. Dünyada birçok insan pillerin yanlış kullanımı kaynaklı yaralanmaktadırlar.
- Lityum tabanlı pillerin kullanımı için bir koruma devresi gerekmektedir. Hali hazırda elde edilmesi zor olan Lityumun maliyetini çok daha arttırmaktadır.
- Ülkemizde ekonomik değere sahip lityum kaynağı bulunmamaktadır. Bu durumdan dolayı ülkemiz pil konusunda tamamen dışa bağımlı bir ülke olmak zorunda kalmıştır.

Diğer taşıtlara nazaran daha çevreci olan elektrikli araçlar hayatımıza girmeye başlamışlardır. Birçok araç seri üretime geçmiş bulunmaktadır. Bu araçların batarya sistemlerinin temelini lityum oluşturmaktadır. Elektrikli aracın yol alabileceği menzili doğrudan batarya etkilemektedir. Lityum tabanlı bataryalarda menzil yaklaşık olarak 500

kilometre seviyelerine çıkabilmiştir. Ancak bu menzil seviyesi üreticilerin ve kullanıcıların isteğine hitap etmemektedir. Ayrıca lityum tabanlı pillerin ağırlığı ve hacmi de menzile etki etmektedir. Elektrikli araç teknolojisinin temel amaçlarından biri ise bu hacmi ve ağırlığı azaltarak yol alınabilecek menzili arttırmaktır.

Bu bağlamda ise, lityum tabanlı pillerin yerini alabilecek yeni pil teknolojileri üzerine çalışılmaya başlanmıştır. Alüminyum tabanlı piller de bunlardan bir tanesidir. Ancak Alüminyum ile beraber kullanılan katotların verimsiz olmasından dolayı Alüminyum pil teknolojisi yaygınlaşmamıştır. Buna rağmen alüminyum tabanlı pillerin kullanıcıların ihtiyaçlarını karşılayabilecek bir düzeye gelmesi beklenmektedir.

Son olarak ülkemizde üretilmesi planlanan Yerli Elektrikli Araç projesinin de batarya sisteminin lityum tabanlı olması beklenmektedir. Bu bağlamda ülkemizden batarya ve lityum açısından büyük bir döviz çıkışı olacaktır.

3. Çözüm

Bizim bu sorunların çözümü için önerdiğimiz teknoloji, lityum tabanlı batarya teknolojilerinin bırakılıp, ülkemizde de son derece bol miktarda bulunan Alüminyum tabanlı batarya teknolojilerine geçiş yapmaktır. Eğer ülkemizde Alüminyum tabanlı pil teknolojiler gelişmeye devam ederse, ilk etapta elektrikli araç bataryaları için büyük bir problem olan menzil konusuna gerçekçi bir çözüm getirilebilir. Ayrıca Alüminyum tabanlı bataryalar bükülebilir olduğundan dolayı elektrikli aracın kütlesi de bundan dolayı azalacaktır.

Bizim gerçekleştirmeyi planladığımız çözüm ise, Alüminyum tabanlı batarya teknolojisinin yanında dünyada ve ülkemizde son derece yaygın olan Selenyum adlı elementi kullanmaktır.

Bu bağlamda alüminyum tabanlı diğer pillerin ortak sorunları olan, yeniden şarj edilememesi ve özgül enerjisinin güce çevirilememesi gibi problemler ortadan kalkacaktır.

Şema 3.1: Pil teknolojisinin ana hatları

Yukarıda gösterilen şema, üretmeyi planladığımız pil teknolojisinin ana hatlarını göstermektedir. Bu pil teknolojisinin üretilmesi için gereken elzem birkaç madde vardır:

Alüminyum, pilimizde anot görevi görecektir. Katot görevini ise Selenyum üstlenecektir.

Selenyumu tepkimeye hazırlamak için CMK-3 (mesoporous carbon) maddesi kullanılması planlanmaktadır. Ayrıca yardımcı madde olan PTFE (politetrafloroetilen) kullanılacaktır. Yapılan araştırmalar sonucu 1 mol Alüminyum anotuyla yapılan tepkime sonucunda 1.80 eV enerji çıkabileceği öngörülmüştür.

Projenin deney aşamasından sonra endüstriyel kullanıma uygun, güvenli bir prototipinin üretilmesinden sonra elektrikli araçlarda alüminyum pilin kullanımı için optimizasyonu yapılacaktır. Alüminyum pilin yanma gibi bir sorunu olmaması dolayısıyla, aracın farklı yerlerine de yerleştirilmesi mümkündür.

4. Yöntem

Alüminyum - Selenyum tabanlı bir bataryanın üretimi diğer Alüminyum tabanlı bataryaların üretimine benzerdir. Bu bataryanın hazırlanışı için elzem maddeler olan, Alüminyum, Selenyum, CMK-3 ve PTFE hazır bulunacaktır. Alüminyum ve Selenyum madenleri saf olarak hazır bir şekilde alınacaktır.

CMK - 3 Karbon yurt dışında belirli dozlarda satılmaktadır. Ancak SBA - 15 (mezopor silika) üzerinden kolayca laboratuvar ortamında sentezlenebilir.

PTFE (Polietilen Tetraflorür) bilinen adıyla teflonun ülkemizde tedarigi son derece basittir. Selenyum, maden olarak katot görevi göremeyeceğinden dolayı CMK- 3 Karbon ile 1-1 oranında tepkimeye sokularak Se@CMK3 üretilecektir.

Al-Se pilinin katotunun tam anlamıyla üretilmesi için aşağıdaki karışım oranı izlenecektir:

%80 oranında Se@CMK3

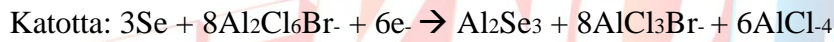
%10 oranında PTFE (Teflon)

%10 oranında ise Karbon

Bu karışım 100 °C derecede birkaç saat sentezlenmesi bekletildikten sonra katot olarak kullanılabilir.

Al₂Cl₆Br- bileşiği laboratuvarında sentezlenerek anot görevinde kullanılacaktır.

Beklenen pilin boşalma tepkimesi şu şekildedir:



Pilin dolma tepkimesi ise tersidir.



5. Yenilikçi (İnovatif) Yönü

Elektrikli araç bataryalarında birçok pil teknolojisi denenmiş olup, halen lityum tabanlı teknoloji kullanılmaktadır. Tablo 5.1'de görüldüğü üzere alüminyum- hava tabanlı pil, elektrikli araç bataryalarında en yüksek özgül enerji ve enerji yoğunluğuna sahiptir. Ancak yeniden şarj edilebilir durumda değildirler. Bizim geliştirmeyi planladığımız Alüminyum selenyum tabanlı pil, literatür araştırmalarından aldığımız verilere göre Alüminyum-hava piline göre daha yüksek özgül enerji ve enerji yoğunluğuna sahip olması beklenmektedir. Ayrıca Al-Se pili yeniden şarj edilebilir olduğundan dolayı elektrikli araç bataryalarına kolayca entegre edilebilecektir.

Tablo 5.1: Elektrikli Araçlarda Kullanılan Pil Teknolojileri ve Özellikleri

Alüminyum tabanlı pillerin sadece elektrikli araç batarya tarzlarında değil, diğer tarz bataryalarda da kapasitesinin yaklaşık olarak lityum tabanlı bataryalara göre 5 kat daha fazla

olduğu kanıtlanmıştır. Bu bağlamda projenin ikinci etabında üretilecek bataryaların kapasitesi şu ana nazaran çok daha yüksek olacaktır.

Grafik Karşılaştırması 5.2: Alüminyum ve Lityum tabanlı bataryaların kapasiteleri

Alüminyum tabanlı pillerin bükülebilir olduğu kanıtlanmıştır. Yapılacak ar-ge çalışmalarıyla elektrikli aracın içerisinde bulunan batarya hacimsel ve kütleli olarak düşeceği öngörülmektedir. Sadece bu etken bile, elektrikli araçların en büyük problemi olan menzil probleminde çözüm getirebilir.

Hali hazırda kullanılan bataryalarda kullanılan Lityumun yer kabuğundan çıkarılması zorlu bir süreçtir. Lityum dünyada Alüminyum kadar bulunmamaktadır. Ayrıca ülkemizde kayda değer lityum rezervi bulunmamaktadır. Alüminyum rezervi ise ülkemizde son derece yeterlidir.

Elektrikli araçların pazar payı gün geçtikçe yükselmektedir. Forbes'e göre, 2019 yılında dünyada 100 milyon adet otomobil satılmıştır ve 20 yıl içerisinde bunların en az %40'ının elektrikli araç olması öngörülmektedir. Elektrikli araç batarya pazarının 20 yıl içerisinde yaklaşık olarak 240 milyar avroya yükseleceği tahmin edilmektedir. Hali hazırda geliştirilmesi süren Yerli Elektrikli Araç projesine yeni nesil ve milli teknolojiler entegre edildiği zaman üretilmesi planlanan aracımız dünya marketinde söz sahibi olabilir. 2019 yılında 6 milyar 494 milyon dolar dış açık veren ülkemiz için yurda döviz girişi için umut vaat etmektedir.

6. Uygulanabilirlik

Geliştirilmesi planlanan pil teknolojisi alüminyum tabanlıdır. Hali hazırda kullanılan diğer pil teknolojilerine göre (Lityum, Nikel vb.) doğada bulunma yüzdesi çok daha fazladır. Ayrıca ülkemizde yeterince Alüminyum rezervi bulunmaktadır. Bu pil teknolojisinin geliştirilmesi konusunda ülkemiz sanayisi bakımından son derece yeterlidir. Son olarak alüminyumun maliyeti, lityum ve diğer elementlere göre daha ucuzdur. Katot olarak kullanılması planlanan Selenyum da pahalı bir madde değildir. Selenyum dünyada Altın, Gümüş, Bakır gibi elementlerle yakın bir oranda bulunmaktadır.

Ayrıca, projede kullanılması elzem olan CMK-3, PTFE gibi materyallerin hepsi ülkemizde çok kolay ve maliyeti düşük bir şekilde temin edilebilmektedir. Sonuç olarak projenin malzeme konusunda uygulanabilirliğinde bir sorun gözükmemektedir. Ancak projenin uygulanabilmesi ve geliştirilebilmesi için laboratuvar ortamında deneyler yapılması gerekmektedir. Ülkemizde bulunan üniversite laboratuvarları bu ilk aşama deneyleri için yeterlidir.

7. Tahmini Maliyet ve Proje Zaman Planlaması

Projemizin ön bütçesi yaklaşık olarak 8.000 Türk Lirasıdır. İlk etapta yapılması planlananlar, Alüminyum - Selenyum pilinin oluşturulmasına yöneliktir. Bu pil minimal düzeylerde oluşturulacaktır ve bu pilden gerekli deney sonuçlarının alınması planlanmaktadır. Bütçenin büyük bir kısmı pilin anot ve katotunu üretebilmek için CMK-3,

PTFE ve gibi maddelerin temini için olacaktır. Diğer kısmı ise maddelerin sentezlenme aşamasında uygun şartların oluşturulması ve laboratuvar malzemelerdir.

Üretim ve deneylerin yapılması coronavirus dolayısıyla yaz dönemine sarkmıştır. Bundan dolayı yapılacak harcamaların büyük bir çoğunluğu yaz döneminde yapılacaktır.

Son olarak, Alüminyum - Selenyum tabanlı bir pil teknolojisi üzerine yapılan çalışmalar bir hayli az olduğundan dolayı, farklı çalışmaların tahmini maliyetleri hakkında verimli bilgiler bulunmamaktadır. Ancak elektrikli araç üreticilerinin yıllık cirosunun yaklaşık %3'ünü batarya teknolojilerinin araştırılması ve geliştirilmesine yönelik çalışmalar yaptığı bilinmektedir.

Çizelge 7.1: İş- Zaman Çizelgesi

8. Proje Fikrinin Hedef Kitlesi (Kullanıcılar):

Geliştirilmesi planlanan pil teknolojisinin ana hedef kitlesi tüm pil üreticileridir. Proje yeterli kadar geliştirilirse bu pil teknolojisi genel amaçlarda da kullanılabilir.

İlk etapta geliştirdiğimiz pil teknolojisi gün geçtikçe daha da yaygın kullanılan elektrikli araçlara yönelik olacaktır. Bu bağlamda Türkiye'nin üzerinde çalıştığı bir proje olan Yerli Elektrikli araçta kullanılabilir. Sonrasında ise, dünyadaki tüm elektrikli araç üreticilerine bu pil teknolojisi ihraç edilebilir. İkinci etap ise yüksek batarya gereksinimine ihtiyaç duyan teknolojik aletlere olacaktır. Bu bağlamda, bu pil teknolojisi dizüstü bilgisayarlar ve cep telefonlarına entegre edilecektir.

9. Riskler

Tablo 9.1: Olasılık – Etki Matrisi

Tablo 9.2: Malzeme Listesi

Yukarıdaki tabloda gözüktüğü üzere projemizin risklerinin genelinin etkisi ve olasılığı düşüktür. Beklenen risklerden biri olan coronavirus pandemisinin devam etmesi proje üzerinde etkisi en çok olan risktir. Pandeminin devamı halinde iş-zaman paketleri aksayabilir. Ancak normalleşme sürecinin başlamasıyla pandemisinin devam etme olasılığı düşük gözükmemektedir.

Yaşanması muhtemel olan risklerden etkisi orta olanlar ise pilde oluşabilecek sorunlar ve madde zehirlenmesidir. Pilde yaşanacak herhangi bir sorun, sorunun büyüklüğüne göre iş-zaman paketimizi aksatabilir. Bu bağlamda B planımız ilk etapta tek bir pilin üretilmesi değil iki adet pilin üretilmesi olacaktır. Madde zehirlenmesi ise, zehirlenen bireyin çalışmasını 2-3 gün etkileyebilecek düzeydedir.

Yaşanması muhtemel olan risklerden etkisi az olanlar, yardımcı maddelerin sentezlenmesi ve pil köprüsünde kontaminasyon gözlenmesidir. B planında yardımcı maddelerin yurt dışından ihraç edilmesi planlanmaktadır. Pil köprüsünün kontaminasyonu ise deneylerin sonuçları hakkında hatalı veriler sunabilir. Fakat bu değişikliklerin, deneyin genel işleyişinde bir sorun teşkil etmeyeceği öngörülmektedir. Aynı zamanda 2 farklı pilin üretilmesi bu sorunu tespitini kolaylaştıracaktır.

10. Proje Ekibi

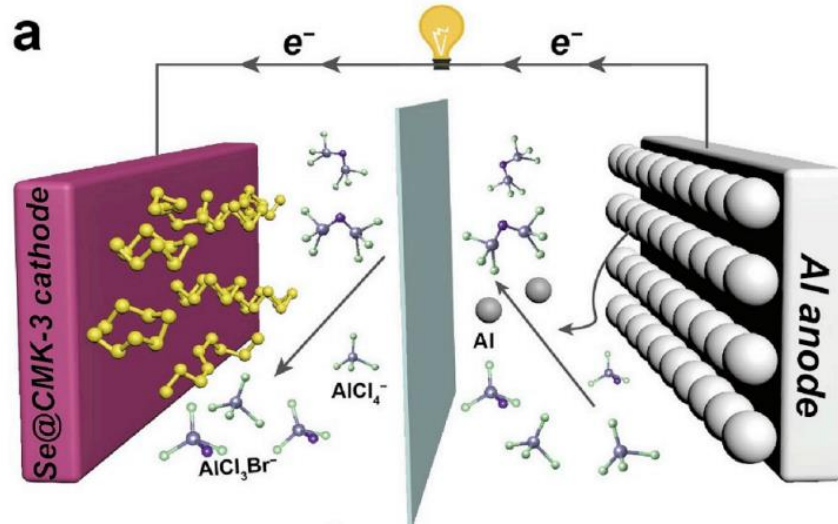
Takım Lideri: Alpay Ferit SELE

Adı Soyadı	Projedeki Görevi	Okul	Projeyle veya problemle ilgili tecrübesi
Alpay Ferit SELE	Proje ve Takım Koordinatörü	Çankaya Üniversitesi Endüstri Mühendisliği 1.Sınıf	Lityum pillerin verimleri hk. çalışmalar
Abdullah Tunç BÜYÜKSAN	Model üretim ve deney sorumlusu	Türk Hava Kurumu Üniversitesi Endüstri Mühendisliği 1.Sınıf	-
Deniz DOĞAN	Proje raporu yazımı sorumlusu	Türk Hava Kurumu Üniversitesi Havacılık Yönetimi 1.Sınıf	-
Hasan KODAL	Uygulanabilirlik problemlerinin çözümü	Hacettepe Üniversitesi Elektrik Elektronik Mühendisliği 1.Sınıf	Elektrikli araç batarya teknolojileri hk. çalışmalar
Oğuzhan ERDOĞAN	Deney üzerindeki çalışmaların değerlendirilmesi	Konya Teknik Üniversitesi Bilgisayar Mühendisliği 2.Sınıf	Elektrikli araç batarya teknolojileri hk. çalışmalar
Bora AYDIN	Modelin verimsel üretimi	Ankara Üniversitesi Bilgisayar Mühendisliği 2.Sınıf	Lityum pillerin verimleri hk. çalışmalar
Üveys Siyami KILIÇ	Maliyet ve risk hesaplamaları	Ankara Üniversitesi Bilgisayar Mühendisliği 1.Sınıf	Enerji çalışmaya katılım
Yağmur ŞİMŞEK	Deney sistemi tasarımı	Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi – Odyoloji 1.Sınıf	Enerji çalışmaya katılım

11. Kaynaklar

- 1) Sayın, Abdullah, (2012), Elektrikli taşıt araçlarında kullanılan lityum-iyon bataryaların modellenmesi ve benzetimi, Çevrimiçi ön yayın, Yüksek Lisans Tezi, Tezyok
- 2) Gao, B.; Sinha, S.; Fleming, L.; Zhou, O. (2001). "Alloy Formation in Nanostructured Silicon". *Advanced Materials*. 13 (11): 816–819. doi:10.1002/1521-4095(200106)13:11<816::AID-ADMA816>3.0.CO;2-P.
- 3) Liu, Shiqi, Zhang Xu, (2019), An advanced high energy-efficiency aluminum battery, ScienceAlert, Çevrimiçi ön yayın, <https://doi.org/10.1016/j.nanoen.2019.104159>
- 4) Türkiye’de bulunan Lityum ve Alüminyum rezervleri, mta.gov.tr
- 5) Synthesis of CMK-3, <https://knepublishing.com/index.php/KnELife/article/view/4151/8535>
- 6) Batarya teknolojisine yatırımların stratejik önemi, webrazzi.com/2018/04/15/batarya-teknolojisine-yatirimlarin-stratejik-onemi/
- 7) Lityum ve alüminyum piller, https://en.wikipedia.org/wiki/Aluminium%E2%80%93air_battery

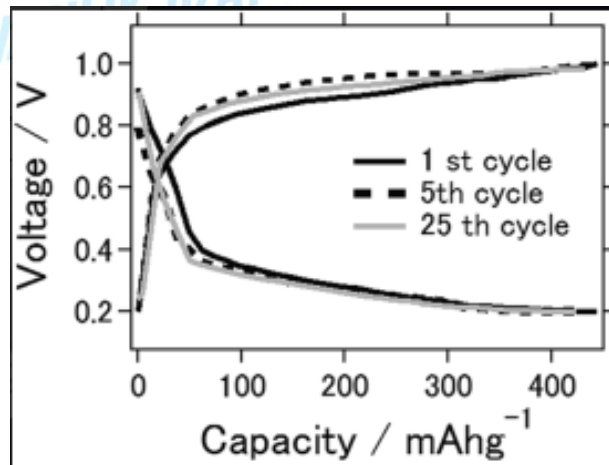
12. Ekler



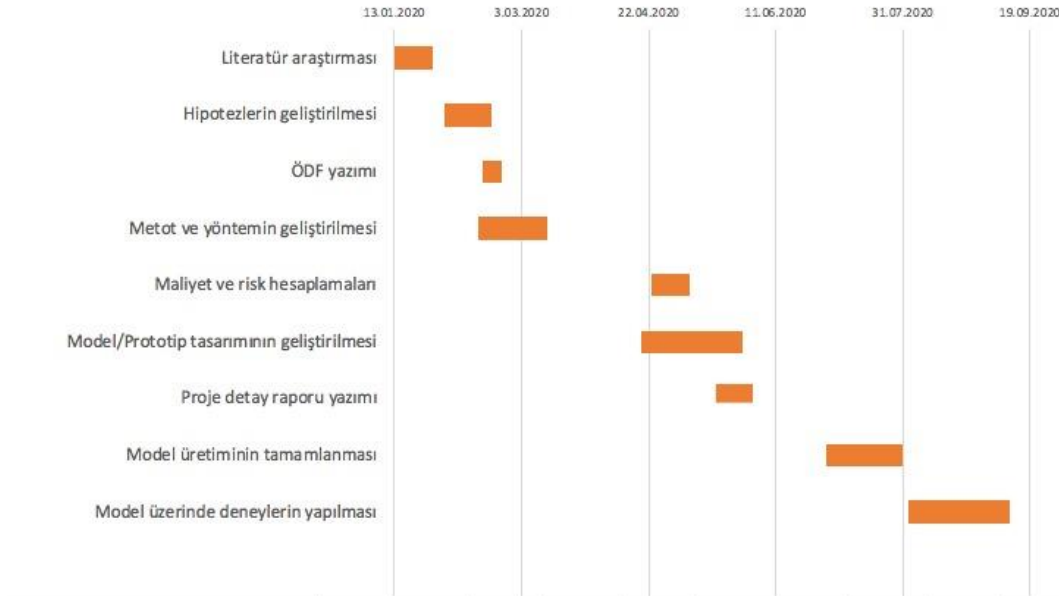
Şema 3.1: Pil teknolojisinin ana hatları

Tip	Özgül enerji (Wh/kg)	Enerji yoğunluğu (Wh/L)	Özgül güç (W/kg)	Çevrim ömrü (çevrim sayısı)	Maliyet (\$/kWh)
VRLA	30-45	60-90	200-300	400-600	150
Ni-Cd	40-60	80-110	150-350	600-1200	300
Ni-Zn	60-65	120-130	150-300	300	100-300
NiMH	60-70	130-170	150-300	600-1200	200-350
Zn-hava	230	269	105	-	90-120
Al-hava	190-250	190-200	7-16	-	-
Na-S	100	150	200	800	250-450
Na-NiCl ₂	86	149	150	1000	230-350
Li-polimer	155	220	315	600	-
Li-iyon	90-130	140-200	250-450	800-1200	>200

Tablo 5.1: Elektrikli Araçlarda Kullanılan Pil Teknolojileri ve Özellikleri



Grafik Karşılaştırması 5.2: Alüminyum ve Lityum tabanlı bataryaların kapasiteleri



Çizelge 7.1: İş- Zaman Çizelgesi

Olasılık

Yüksek	Pil köprüsünün kontaminasyonu	X	X
Orta		Pilde oluşabilecek sorunlar	
Düşük	Yardımcı maddelerin sentezlenememesi	Madde zehirlenmesi	Coronavirüs pandemisin devam etmesi
	Düşük	Orta	Yüksek

Etki

Tablo 9.1: Olasılık – Etki Matrisi

Malzeme Kalemi	Fiyat	Kullanım yeri ve ek bilgiler
Alüminyum ve Selenyum	2.000 Türk Lirası	Anot ve katot olarak pil içerisinde
SBA 15, CMK-3 ve Teflon, Se@CNT nanowire, kullanılacak farklı elementler	3.000 Türk Lirası	Anot ve katotun kaplanması ve diğer .Pil köprüsü olarak (Sentezlenecektir)
Laboratuvar Giderleri	2.000 Türk Lirası	Laboratuvar ortamın oluşturulması
Beklenmeyen giderler	1.000 Türk Lirası	

*Detaylı malzeme listesi istenilmesi durumunda ek olarak gönderilebilir.

Tablo 9.2: Malzeme Listesi