

T.C.
KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
MAKİNA MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ

CEP TELEFONLARI İÇİN ŞARJ VE DEŞARJ SÜREÇLERİNİN ISIL YÖNETİMİ
TASARIMI

BİTİRME PROJESİ

Ahmet KADAKAL
Berkan GÜLER
Selim SİNANOĞLU

HAZİRAN 2021
TRABZON

T.C.
KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
MAKİNA MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ

CEP TELEFONLARI İÇİN ŞARJ VE DEŞARJ SÜREÇLERİNİN ISIL YÖNETİMİ
TASARIMI

Ahmet KADAKAL
Berkan GÜLER
Selim SİNANOĞLU

Jüri Üyeleri

Danışmanlar: Prof. Dr. Mehmet Emin ARICI

Üye :

Üye :

Bölüm Başkanı: Prof. Dr. Burhan ÇUHADAROĞLU

HAZİRAN 2021
TRABZON

ÖNSÖZ

Bu tasarım projesinde cep telefonları için şarj ve deşarj süreçlerinin ısı yönetimi tasarımı ve bataryaların çevresel etki değerlendirmeleri dönemlere ayırarak incelenmek istenmiştir.

Öncelikle tasarım sürecinde isteklerimizi göz önünde bulundurup bize yardımcı olan tasarım danışmanınız Prof. Dr. Mehmet Emin ARICI' ya ve tüm eğitim hayatımız boyunca bizden maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen her zaman yanımızda olan sevgili ailelerimize sonuz teşekkürlerimizi sunarız.

Tez çalışmamız boyunca referanslar bölümünde belirttiğimiz, makale, kitap ve diğer çalışmaların yazarları değerli bilim adamlarına da saygılarımızı sunarız.

Ahmet KADAKAL

Berkan GÜLER

Selim SİNANOĞLU

TRABZON 2021

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ	III
İÇİNDEKİLER	IV
ÖZET	V
SUMMARY	VI
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	VII
TABLOLAR DİZİNİ	VIII
SEMBOLLER DİZİNİ.....	IX
1. GENEL BİLGİLER	1
1.1. Giriş.....	1
1.1.1. Telefon Bataryaları Hakkında Genel Bilgiler	2
1.1.2. Atık Bataryaların Yarattığı Sorunlar ve Geri Dönüşümü	3
1.1.3. Bataryalarda Isınma Problemi ve Batarya Ömrü	4
1.2. Literatür Taraması.....	6
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR	7
2.1. Kılıf Üretimi.....	7
2.2. Kasa Üretimi	7
3. BULGULAR.....	8
3.1. Kılıf Tasarımı İçin Isı Transferinin İncelenmesi.....	8
3.2. Kasa Tasarımı İçin Isı Transferinin İncelenmesi	9
3.3. Eğik Kanallarda Isı Transferinin İncelenmesi.....	11
4. TARTIŞMA	14
5. SONUÇLAR.....	15
6. ÖNERİLER.....	16
7. KAYNAKLAR	17
8. EKLER.....	19
ÖZGEÇMİŞ	21

ÖZET

CEP TELEFONLARI İÇİN ŞARJ VE DEŞARJ SÜREÇLERİNİN ISIL YÖNETİMİ TASARIMI

Taşınım ile ısı transferi, herhangi bir yüzey ve bu yüzey üzerinde hareket eden akışkan arasındaki enerji aktarımını ifade eder. Taşınım ile ısı transferi doğal taşınım ve zorlanmış taşınım olmak üzere iki şekilde gerçekleşir. Doğal taşınımda akış, akışkan içindeki sıcaklık değişimlerinin neden olduğu yoğunluk farklarından kaynaklanan kaldırma kuvvetleri ile ilişkilidir. Doğal taşınımın temel dayanak noktası, ısınan akışkanın daha yukarı (yüzeye) çıkmaya yatkın hale gelmesi, yani yükselmesi ve daha soğuk akışkanın aşağı (dibe) hareket etmesidir.

Cep telefonlarının kullanım ve dolun süreçlerinde normalin üzerinde seyreden sıcaklıklardan faydalanılarak doğal taşınım ile ısı transferi ele alınmıştır. Bu kapsamda ABS (Akrilonitril bütadien stiren) filamentinden üretilmesi planlanan kılıf ve kasa tasarımları teorik hesaplamalar ile incelenmiştir. Bunun yanında atık bataryaların yarattığı sorunlar, geri dönüşümü süreçleri, diğer çevresel faktörler ile ilgili bilgiler sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Doğal Taşınım, Batarya

SUMMARY

THERMAL MANAGEMENT DESIGN OF PROGRESS OF CHARGE AND DISCHARGE FOR MOBILE PHONES

Heat transfer by convection refers to energy transfer which occurs between any surface and fluid moving on that surface. Heat transfer (thermal transfer) by convection happens in two ways: natural convection and forced convection. In natural convection, flow is related to buoyancy forces which is caused by density differences, brought about the temperature changes in the fluid. Mainstay of natural convection is that heated fluid tends to rise to the surface when cooler fluid moves down.

Using the data which is overheat in the usage and charging processes of mobile phones, heat transfer by convection is discussed. In this context, the phone case and case designs planned to be produced from ABS (acrylonitrile butadiene styrene) filament were examined with theoretical calculations. In addition, information on the problems caused by waste batteries, recycling processes, and other environmental factors were presented.

Keywords: Natural Convection, Battery

ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1.1. Lityum-İyon Reaksiyonu	2
Şekil 1.2. Pil Gücü ve Sıcaklığı	4
Şekil 3.1. Paralel Plakalar Arasında Doğal Taşınım	10
Şekil 3.2. Dikey ve Eğik Kanalları için Nu-S Grafiği	13
Şekil 8.1. Kılıf Tasarımı.....	20
Şekil 8.2. Kılıf Tasarımı.....	20

TABLULAR DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 1.1. Pil Türleri ve Ortalama Ömür Süreleri	5
Tablo 1.2. Lityum-iyonun Çeşitli Sıcaklıklarda Depolanma Süresi	5
Tablo 3.1. Farklı S Değerlerinde Nusselt Sayısı	11
Tablo 3.2. Farklı S Değerlerinde Nusselt Sayısı	12

SEMBOLLER DİZİNİ

α	: Isı Yayılma Katsayısı [m^2 / s]
β	: Hacimsel Isıl Genleşme Katsayısı [K^{-1}]
g	: Yer Çekimi İvmesi [m / s^2]
h	: Isı Taşınım Katsayısı [$W / m^2 K$]
k	: Isı İletim Katsayısı [W / mK]
L	: Uzunluk [m]
n	: Kanat Sayısı
Nu	: Nusselt Sayısı
Pr	: Prandtl Sayısı
Ra	: Rayleigh Sayısı
S	: Levhalar Arası Mesafe [m]
T	: Sıcaklık [$^{\circ}C$]
t	: Kanar kalınlığı [m]
ν	: Kinematik Viskosite [m^2 / s]

1. AMAÇ VE KAPSAM

Bataryalar şarj ve deşarj sırasında ısınır ve sıcaklıkları öngörülen limitin üzerine çıkar. Konu ile ilgili teknik dokümanlarda bu durumun batarya ömrünü kısalttığı rapor edilmektedir. Atık bataryalar bir taraftan çevre sorununa neden olurken diğer taraftan da, yenisine gereksinim olacağı için, bir maliyet de söz konusudur. Tasarımın amacı, çevreyi zararlı atıklardan korumaya ve batarya ömrünü uzatarak kullanım masraflarını azaltmaya yönelik olarak şarj ve deşarj süreçlerinde batarya sıcaklığını önerilen sınırın altına tutacak şekilde bir ısı uzaklaştırıcı geliştirmektir. Çalışma, telefonun dolun (şarj) sırasında açığa çıkan ısının atılması için bir kasa ve kullanım (deşarj) sırasında açığa çıkan ısının atılması için bir kılıf tasarımı aşamalarını kapsayacaktır.

1.1. Giriş

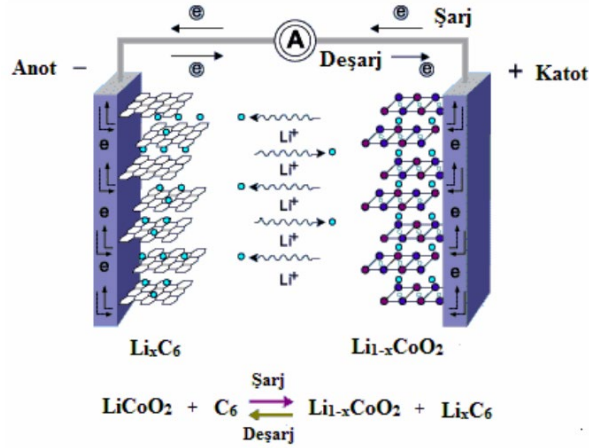
Teknolojik gelişmeler ve günümüz ihtiyaçları göz önünde bulundurulduğunda elektrik enerjisi depolaması birçok sektör için önem taşımaya başlamıştır. Telekomünikasyon cihazları, kesintisiz güç kaynakları, elektronik test cihazları, ATM, tekerlekli iskemleler ve satış makinaları, kontrol cihazları, iletişim cihazları, bilgisayarlar, telefon santralleri, elektronik yazar kasalar, oyuncaklar, alarm sistemleri, yangın ve güvenlik sistemleri, tıbbi cihazlar, televizyonlar, TV ve video kaydedicileri, jeofizik cihazları, mikro üretken tabanlı büro makineleri, denizcilik ekipmanları, elektronik teraziler, taşınabilir TV gibi çok geniş bir yelpazeyi kapsayan alanlarda depolama görevini bataryalar üstlenmiştir. Ancak bu gelişmelere paralel olarak bataryalar, bünyelerindeki aktif maddelerin kaybı ve istenmeyen kimyasal veya fiziksel değişimlerin sonucunda ömürlerini tüketirler.

Batarya ömrünün kısılmasına sebep olan en önemli etken sıcaklıktır. Batarya performansının hava koşullarına doğrudan bağlı olması sebebiyle, batarya sistemlerinin çalışma sıcaklığı 40°C'nin altında tutulmaya gayret edilmiştir. Bu kapsamda artan maliyetler ve atık bataryaların çevreye verdiği zararlar dikkate alınarak şarj ve deşarj süreçlerinde batarya sıcaklığını önerilen sınırın altına tutacak şekilde bir ısı uzaklaştırıcı tasarımı teorik olarak ele alınacaktır.

1.1.1. Telefon Bataryaları Hakkında Genel Bilgiler

Kimyasal enerjiyi bünyesinde depolayan ve depoladığı enerjiyi elektrik enerjisine dönüştürebilen cihazlardır. Bu dönüşüm tek yönlü ise doldurulamaz (primer) pil, dönüşüm her iki yönde olabiliyorsa, yani elektrik enerjisi tekrar kimyasal enerjiye çevrilebiliyorsa doldurulabilir (secondar) pil ismini alır. Telefon bataryalarında genellikle doldurulabilir lityum iyon piller tercih edilir.[1] Yüksek enerji yoğunluğu nedeniyle lityum iyon ve lityum iyon polimer pillere olan talep giderek artmaktadır. Şarjlı pil sistemleri arasında lityum iyon pilleri ağırlık ve hacim esasına göre en yüksek enerji yoğunluklarına sahip olan sistemdir. Örneğin bu enerji yoğunluğu standart NiCd pillerine nazaran 2 mislidir. Ayrıca lityum iyon pillerinin mevcut enerji kapasitelerini ileride daha da arttırmak mümkün görülmektedir.[2]

Lityum iyonları dolma-boşalma tepkimesi sırasında sürekli olarak anot-katot arasında gidip gelmektedir. Şarj esnasında katot aktif maddenin kristal örgüsünün uygun boşluklarına yerleşmiş olan lityum iyonları anoda göç ederken, deşarj esnasında ise bu olayın tam tersi durum meydana gelmektedir. Hem boşalma hem de dolma sırasında dış devreden lityum iyon geçişini karşılayacak miktarda akım geçer.[3]



Şekil 1.1. (Lityum-İyon Reaksiyonu)

Uzun ömürlü, geniş çalışma sıcaklık aralığı, çabuk şarj olabilme kabiliyeti, yüksek enerji verimi gibi avantajlarının yanında yüksek sıcaklıklarda bozunması, aşırı şarj sonucu kapasite kaybı ve maliyeti gibi dezavantajları bulunmaktadır.[4]

1.1.2. Atık Bataryaların Yarattığı Sorunlar ve Geri Dönüşümü

Kullanım ömrünü tamamlamış, son tüketim tarihi gelmiş veya uğramış olduğu fiziksel hasar sonucu kullanılmayacak duruma gelmiş pillere “Atık Pil” denir. Atık pillerin içerisindeki çeşitli kimyasal maddeler vahşi çöp depolama alanlarından sulama sularına ve toprağa karışarak çevre kirliliği yaratabilir. Hem bu nedenle hem de atık pillerin geri kazanımı yoluyla doğal kaynakların verimli kullanımını artırmak için geri dönüşün esastır.

Şarj edilebilen türdeki nikel-kadmiyum (Ni-Cd) pilleri insan sağlığını olumsuz yönde etkileyebilen kadmiyum maddesini barındırırlar. Pillerdeki kadmiyum oranı kullanılan teknolojiye göre %15-25 dolaylarında değişir. Ni-Cd pillerinde kadmiyum maddesi miktarının teknik olarak düşürülmesi mümkün olmadığından bu piller yerine Ni-Mh pil türü geliştirilmiş ve Ni-Cd pillerinin kullanım yerleri şimdilik tıbbi cihazlar, acil aydınlatma/alarm sistemleri, uzay araçları ve askeri amaçlı cihazlarla sınırlandırılmıştır. Bu sınırlamanın 2012 yılından itibaren daha da daralacağı ve zaman içerisinde bahis konusu pillerin pazar payı azalmıştır. Şu anda AB ülkelerinde pillerin bünyesinde bulunmasına izin verilen kadmiyum miktarı en fazla %0,002’ dir.

Taşınabilir pil ve bataryalar bünyelerinde herhangi bir radyoaktif madde içermezler. Diğer taraftan taşınabilir piller ve çeşitli türlerdeki akümülatörler çinko, demir, manganez, nikel, kurşun, kadmiyum, kobalt ve nadir toprak elementlerini yüksek oranlarda içerirler. Belirtilmesi gereken önemli bir husus Avrupa Birliğine bağlı ülkelerde metal sanayinin %80 den fazla oranlarda maden filizleri, maden alaşımları veya birincil metallerin ithalatında bağımlı olmasıdır. Yapılan incelemeler piller içerdikleri metaller bakımından maden filizleri ve alaşımlarından sonra en yüksek miktarlarda metal bulunduran kaynaklar olduğunu göstermiştir. Ayrıca metallerin atık pillerden geri kazanılma maliyetlerinin (özellikle enerji tüketimi açısından) bu metallerin maden filizleri ve alaşımlarından çıkartılma maliyetlerinden çok daha düşük olduğu belirlenmiştir.[5]

Taşınabilir türdeki atık pillerin geri dönüştürülmesinin 3 temel hedefi vardır. Bunlar:

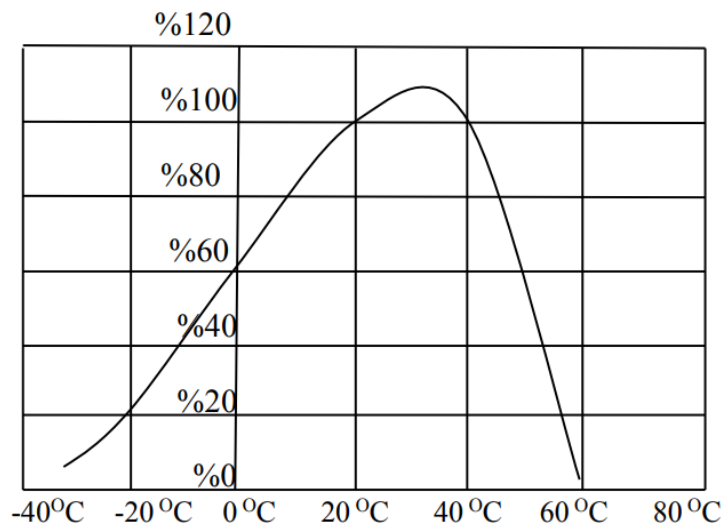
- Alıcı ortamları atık pillerden kaynaklanabilecek zararlı emisyonlardan korumak,
- Ağır metallerin toprağa veya suya karışmasını önlemek
- Pillerin bünyesindeki bazı değerli metalleri geri dönüştürerek ekonomik kazanç yaratmaktır.

Taşınabilir türdeki atık pillerin geri dönüşümünden çinko ve çinko bileşikleri, manganez birleşikleri, ferromangan, ferronikel, nikel, kadmiyum ve kadmiyum birleşikleri, lityum, gümüş, kobalt ve büyük kapasiteli birkaç tesiste de az miktarlarda nadir toprak elementleri geri dönüştürülmektedir. Çinko-karbon ve alkali pillerde mevcut cıva miktarının son derece azaltılması sonucunda, cıva ve cıva birleşiklerinin geri dönüşümü önemini kaybetmiştir.[6]

1.1.3. Bataryalarda Isınma Problemi ve Batarya Ömrü

Pil termal yönetimi ile ilgili çoğu bilimsel çalışma, lityum-iyon pillerin yüksek sıcaklıklarda sahip olduğu sorunlar ile ilgilidir. Lityum-iyon piller üzerindeki bu çalışmaların sonuçları hem performansın hem de enerji depolamanın -10°C 'ye kadar düşük sıcaklıklarda önemli ölçüde azaldığını bulmuştur. Başka bir çalışmada, lityum iyon pillerin enerji depolamada oldukça verimli olduğu, ancak performanslarının -30°C 'de gözle görülür şekilde azaldığı kaydedildi. Ayrıca, düşük sıcaklıklarda şarj etmek çok zor olmasına rağmen, boşaltmanın normal şekilde gerçekleştirilebileceği bulunmuştur.[7]

Şekil 1'de lityum-iyon pillerin gücünün yüksek ve düşük sıcaklıklarda en kötü değerlere ulaştığı görülmektedir. Ek olarak, lityum-iyon pillerinin 20°C ile 40°C aralığında maksimum güce ulaştığı gözlemlenmiştir.



Şekil 1.2. (Pil Gücü ve Sıcaklığı) [8]

Avrupa’da pil ve bataryaların ömürlerinin hesaplanması konusunda birçok çalışma yapılmış ve çeşitli sonuçlar elde edilmiştir. MÖBIUS tarafından yaptırılan 6 ülkeden (Romanya, İspanya, Almanya, Belçika ve Hollanda) gelen ve toplam 150.000 adet çeşitli türdeki pil numuneleri ile pillerin ömür süresinin (LIFESPAN) hesaplanmasına yönelik yapılan çalışma kapsamında aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir:[9]

Tablo 1.1. (Pil Türleri ve Ortalama Ömür Süreleri)

Pil Türleri	Ortalama Ömür Süresi (Yıl)
Alkali Mangan	4,2
Çinko Karbon	4,2
Lityum Şarj Edilebilir	6,4
Nikel Kadmiyum	12,5
Nikel Metal Hidrit	7,3
Şarj Edilemeyen Lityum	6,1
Ortalama Süre	6,8

Pil ömrünün kısılmasına sebep olan en önemli etken sıcaklıktır. Pil bünyesindeki gerilim ve sıcaklık farklılıkları kimyasal reaksiyonları etkileyen en önemli faktörlerdir. Sıcaklık arttıkça kimyasal reaksiyonların hızı da artar. Bu nedenle sıcaklık artışı pil performansını arttırıcı bir neden olarak görülse de istenmeyen reaksiyonların da artması sonucunda pil ömründe kayıplar ortaya çıkar.

Tablo 1.2. (Lityum-iyonun çeşitli sıcaklıklarda bir yıl süreyle depolanması durumunda tahmini geri kazanılabilir kapasite.)[10]

Sıcaklık	% 40 şarj	% 100 şarj
0 ° C	% 98 (1 yıl sonra)	% 94 (1 yıl sonra)
25 ° C	% 96 (1 yıl sonra)	% 80 (1 yıl sonra)
40 ° C	% 85 (1 yıl sonra)	% 65 (1 yıl sonra)
60 ° C	% 75 (1 yıl sonra)	% 60 (3 ay sonra)

1.2.Literatür Taraması

Sıcaklığın bataryalar üzerindeki olumsuz etkiyi giderebilmek için literatürde birçok farklı çalışma mevcuttur.

Birçok araştırmacı, sıvı soğutmanın hava soğutmasına kıyasla neredeyse en umut verici soğutma yöntemlerinden biri olduğunu kanıtlamıştır. Zhao tarafından tek katmanlı 18650 tipi lityum iyon pil sisteminin mikro kanal sıvı soğuk ve ısı modeli geliştirilmiştir.[11]

Jarrett ve Kim, kanal genişliğini ve konumunu ayarlayarak kıvrım şeklindeki kanal soğuk plaka tasarımının geometrisini optimize etmek için matematiksel algoritmaların kullanımını tartıştılar ve daha sonra farklı sınır koşullarının optimizasyon üzerindeki etkisi analiz edilmiştir.[12]

Mahamud ve Park lityum-iyon bataryalarının soğutulmasında basit hava soğutma cihazlarını tercih etmişlerdir. Ucuz, küçük ve bakımı kolay olan bu yöntem üzerinde kapsamlı bir şekilde çalışılmıştır.[13]

Zolot ve arkadaşları Honda Insight ve Toyota Prius'taki pil paketlerinin termal davranışlarını hava soğutması kullanarak değerlendirdi. Bir hava soğutma sistemi, 55 ° C sınırının altındaki maksimum sıcaklığı kontrol edebilen standart döngüleri sırasında HEVs sistemi üzerinde iyi bir performans sergilerken sıcaklık farkı tüm deney boyunca 5 ° C 'den fazla değildi. Bu rağmen maksimum sıcaklık istenilen seviyede değildi. [14] [15] [16]

Chacko ve arkadaşları dolaylı sıvı soğutma pil takımının performansını değerlendirdi ve aktif dolaylı sıvı soğutma/ısıtmanın pil termal yönetimini sağlamak için en umut verici araçlardan biri olacağı sonucuna varmıştır.[17]

Kim ve arkadaşları kanat soğutma sistemini inceledi ve sıvı kullanımına kıyasla kanat uçlarından ısıyı çıkarmak için hava kullanmanın avantajlarını tartışmıştır.[18]

2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

2.1. Kılıf Üretimi

Bu kapsamda 3D yazıcı kullanılarak ABS (Akrilonitril bütadien stiren) filamentinden kılıf üretilmiştir. Teorik hesaplamalar sonucunda Solidworks programı üzerinden tasarımı yapılan kılıf, doğal taşınımı sağlaması için hava kanallarına sahiptir.

2.2. Kasa Üretimi

Şarj ve deşarj süresince telefonun yatayla θ açısı yapacak şekilde tasarlanan bir kasa üretilmiştir. Teorik hesaplamalar neticesinde ulaşılan sonuçlara göre Solidworks programı üzerinden tasarımı gerçekleştirilmiştir.

3. BULGULAR

3.1. Kılıf Tasarımı İçin Isı Transferinin İncelenmesi

Elektronik soğutmada çeşitli şekillerde kanatlı yüzeyler kullanılır. Kanatların tasarımında en önemli parametrelerden biri kanatçık aralığıdır. Kanat aralığının (S), yüzey genişliğinin (L), yüzey uzunluğunun (W) olduğu bir tasarımda optimum kanat aralığının hesabı Rohsenow ve Bar-Cohen tarafından ilişkilendirilmiştir.[19]

$$S_{opt} = 2.714 \frac{L}{Ra^{1/4}}$$

Buradaki (L), Ra sayısındaki karakteristik uzunluktur. Optimum kanat aralığı için ısı transferi hesabı yapılabilir.

$$h = 1.31 \frac{k}{S_{opt}}$$

W = 0.16 m, L = 0.07m, t=0.001m, T_s = 40°C , T_∞ = 25°C için hesaplamalar.

$$T_f = \frac{(T_{\infty} + T_s)}{2} = 305.5K$$

Mevcut sıcaklıkta havanın termofiziksel özellikleri için;

$$k = 0.026526 \text{ W/mK} , \nu = 1.6271 \times 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s} , \text{Pr} = 0.71332$$

$$\beta = 1 / T_f = 3.2733 \times 10^{-3} \text{ 1/K}$$

$$Ra_L = \frac{g \cdot \beta \cdot (T_s - T_\infty) \cdot L^3}{\nu^2} Pr = 4.534 \times 10^4$$

$$S_{opt} = 2.714 \frac{L}{Ra^{1/4}} = 0.013m = 13mm$$

Kanat sayısı (n) ve optimum kanat aralığı için ısı transfer katsayısı;

$$n = \frac{W}{S + t} \approx 11 \text{ kanat}$$

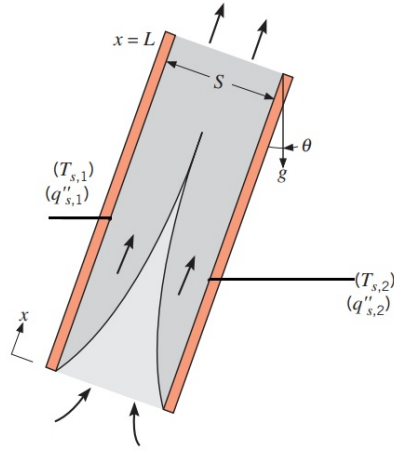
$$h = 1.31 \frac{k}{S_{opt}} = 2.673 \frac{W}{mK}$$

Doğal taşınım ile ısı transfer hızı;

$$\dot{\theta} = h(2nLH)(T_s - T_\infty) = 0.308 W$$

3.2. Kasa Tasarımı İçin Isı Transferinin İncelenmesi

Uzunluğu (L), levhalar arası mesafenin (S) olduğu bir tasarımda, ısı üretilen bir blok ile adyabatik blok arasındaki doğal taşınım irdelenecektir. Bar-Cohen ve Rohsenow tarafından elde edilen farklı yüzey ısı koşullarına için C₁ ve C₂ sabitlerine sahip formalizasyon kullanılacaktır.



Şekil 3.1. (Paralel Plakalar Arasında Doğal Taşınım)

$$\overline{Nu}_s = \left[\frac{C_1}{(Ra_s S/L)^2} + \frac{C_2}{(Ra_s S/L)^{1/2}} \right]^{-1/2}$$

L = 0.16m , S = 0.05m T_s = 45°C , T_∞ = 25°C için hesaplamalar.

$$T_f = \frac{(T_\infty + T_s)}{2} = 308K$$

Mevcut sıcaklıkta havanın termofiziksel özellikleri için;

$$v = 1.6507 \times 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s} , \alpha = 2.3154 \times 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s} , \beta = 1 / T_f = 3.2467 \times 10^{-3} \text{ 1/K}$$

$$Ra_s = \frac{g \cdot \beta \cdot (T_s - T_\infty) \cdot S^3}{va} = 2.08 \times 10^5$$

Yüzey koşulları için gerekli olan C₁ = 144 , C₂ = 2.87 için Nusselt Sayısı;

$$\overline{Nu}_s = \left[\frac{144}{(Ra_s S/L)^2} + \frac{2.87}{(Ra_s S/L)^{1/2}} \right]^{-1/2} = 9.425$$

Olarak bulunmuştur. Tablo 3.1. de farklı S değerlerine ait Nusselt sayıları verilmiştir.

Tablo 3.1.(Farklı S Değerlerinde Nusselt Sayısı)

S [m]	\overline{Nu}_s
0.04	7.540
0.05	9.425
0.06	11.314
0.07	13.200
0.08	15.086
0.09	16.972
0.10	18.857

3.3. Eğik Kanallarda Isı Transferinin İncelenmesi

Eğimli kanallar için su içerisinde Azevedo ve Sparrow tarafından deneyler yapılmıştır. İzotermal levhalar, izotermal yalıtkanlar için $0 \leq \theta \leq 45^\circ$ ve izole levha için $Ra_s (S / L) > 200$ koşulları kabul edilmiştir. Üç boyutlu ikincil akışkanlar alt tabakada gözlemlense de sıcak iken tüm deneysel koşullar için veriler \mp %10 dahilinde ilişkilendirilmiştir. Akışkan özellikleri ise $T = (T_s + T_\infty) / 2$ olarak değerlendirilmiştir.[20]

$$\overline{Nu}_s = 0.645[Ra_s(S/L)]^{1/4}$$

L = 0.16m , S = 0.05m $T_s = 45^\circ\text{C}$, $T_\infty = 25^\circ\text{C}$ için hesaplamalar.

$$T_f = \frac{(T_\infty + T_s)}{2} = 308K$$

Mevcut sıcaklıkta havanın termofiziksel özellikleri için;

$$v = 1.6507 \times 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s} , \alpha = 2.3154 \times 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s} , \beta = 1 / T_f = 3.2467 \times 10^{-3} \text{ 1/K}$$

$$Ra_s = \frac{g \cdot \beta \cdot (T_s - T_\infty) \cdot S^3}{v \alpha} = 2.08 \times 10^5$$

Belirtilen S ve L değerleri için Nusselt Sayısı;

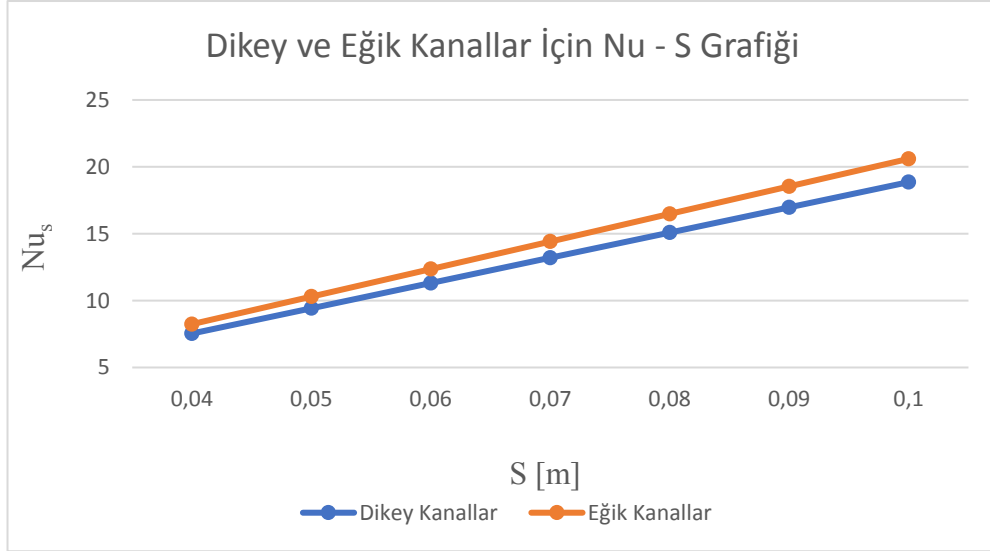
$$\overline{Nu}_s = 0.645 [Ra_s (S/L)]^{1/4} = 10.299$$

Olarak bulunmuştur. Tablo 3.2. de farklı S değerlerine ait Nusselt sayıları verilmiştir.

Tablo 3.2. (Farklı S Değerlerinde Nusselt Sayısı)

S [m]	\overline{Nu}_s
0.04	8.239
0.05	10.298
0.06	12.359
0.07	14.419
0.08	16.479
0.09	18.539
0.10	20.599

Dikey ve Eğik kanalların grafik üzerinde karşılaştırılması;



Şekil 3.2. (Dikey ve Eğik Kanalları için Nu-S Grafiği)

4. TARTIŞMA

Covid-19 sebebi ile gerekli deneysel çalışmalar yapılamadığından, doğal taşınım teorik olarak ele alınmıştır. Yapılan mühendislik hesaplamaları sonucunda normal kılıflarla kıyaslandığında, hava kanallarına sahip olan kılıf üzerinde daha fazla ısı transferi gerçekleŐmiŐtir. Literatürde daha çok zorlanmış taşınım üzerinden yapılan çalışmalar olsa da doğal taşınım ile ısı transferinin mümkün olabileceği görölmüŐtür.

5. SONUÇLAR

- 1) Eğik kanallarda Nusselt sayısı dikey kanallara göre daha fazladır.
- 2) Literatürde hava ve sıvı soğutma olarak bataryaların ısıl yönetim sistemi üzerinde çalışıldığı görülmüştür.
- 3) Günümüzde bataryalara olan talebin giderek arttığını ve bununla birlikte ısıl yönetimin önemi anlaşılmıştır.
- 4) Batarya ve pillerin çevreye olan zararlarına değinilmiş ve neler yapılması konusunda çalışmalar sunulmuştur.
- 5) Mühendislik hesaplamalarına göre tasarım çalışmaları yapılmıştır.
- 6) Analizler sonucu çıkan veriler, grafik ve tablolar yardımı ile karşılaştırılmıştır.
- 7) Bataryaların optimum çalışma sıcaklığı vurgulandı ve fazla sıcaklığın bataryalar üzerindeki olumsuz etkileri anlaşılmıştır.
- 8) Gelecekte bataryaların neden olacağı maliyetler vurgulanmıştır.
- 9) Tasarım süreci boyunca ekip çalışması ve görev dağılımı alanlarında deneyim sahibi olunmuştur.

6. ÖNERİLER

Bataryalar için en önemli madenlerden biri olan lityum, dünya üzerinde eşitsiz biçimde dağılmış olması metalin çıkarılmasından, işlenmesine ve endüstride kullanılmasına kadar geçen süreçlerde taşınmasını zorunlu kılıyor ve çevreye daha çok zarar veriyor. Bu sebeple her geçen gün bataryaların ısı yönetimi daha da önem kazanıyor. Özellikle elektrikli araçların yaygınlaşmaya başlaması ile bataryaların aşırı ısınma ve aşırı soğuma durumlarını önlemek, bataryayı istenilen sıcaklık değerinde sabit tutmak için yüzler ar-ge çalışması yapılmaktadır. Literatürde görüldüğü üzere doğal taşınım, zorlanmış taşınım kadar verimli olmasa da maliyet açısından değerlendirildiğinde oldukça cazip hale gelmektedir. Gelecekte bataryaların çevresel etkisi göz önüne alındığında, ısı süreçlerinin yönetimi konusunda yapılacak çalışmalara destek verilmesi önerilmektedir.

7. KAYNAKLAR

1. Besenhard, J.O. Hanbook of Battery Materials, WOLEY-VCH: New York, 1999.
2. Tarascon, J. M. and Armand, M., Issues and Challenges Facing Rechargeable Lithium Batteries, Nature, 414, 359-367, 2001.
3. Wakihara, M., Recent Developments in Lithium Battery, Mat. Sci. Eng. A., R33, 109-134, 2001.
4. Linden, D. and Reddy, T.B., 2002. Handbook of Batteries, Third Eddition, McGraw-Hill, Bölüm 22 ve 35.
5. <https://tap.org.tr/pil-atik-pil/sss/atik-pillerin-cevreye-etkileri/>
6. <https://tap.org.tr/pil-atik-pil/sss/atik-pillerin-bertaraf-ve-geri-donusumu/>
7. Jansen A.N., Dees D.W., Abraham D.P., Amine K., Henriksen G.L. (2007). Low-temperature study of lithium-ion cells using a Li y Sn micro-reference electrode. Journal of Power Sources. 174:373–379. doi: 10.1016/j.jpowsour.
8. Matthe R., Turner L., Mettlach H. (2011). VOLTEC Battery System for Electric Vehicle with Extended Range. SAE Int. J. Engines. 4(1):1944-1962.
9. <https://tap.org.tr/pil-atik-pil/sss/pil-ve-bataryalarin-omurleri/>
10. https://batteryuniversity.com/index.php/learn/article/how_to_prolong_lithium_based_batteries
11. Jarrett, A.; Kim, I. Y. Design optimization of electric vehicle battery cooling plates for thermal performance. J. Power Sources 2011, 196, 10359–10368.
12. Jarrett, A.; Kim, I. Y. Influence of operating conditions on the optimum design of electric vehicle battery cooling plates. J. Power Sources 2014, 245, 644–655.
13. (Jung et al., 2002; Mahamud and Park, 2011; Nelson et al., 2002; Wu et al., 2002; Zolot et al., 2002; Rao and Wang, 2011).
14. M. Zolot, A. A. Pesaran, M. Mihalic, Thermal evaluation of toyota prius battery pack, Tech. rep., SAE Technical Paper (2002).
15. M. D. Zolot, K. Kelly, M. Keyser, M. Mihalic, A. Pesaran, A. Hieronymus, Thermal evaluation of the honda insight battery pack, in: INTERSOCIETY ENERGY CONVERSION ENGINEERING CONFERENCE, Vol. 2, SAE, 2001, pp. 923–928.

16. K. Kelly, M. Mihalic, M. Zolot, Battery usage and thermal performance of the toyota prius and honda insight during chassis dynamometer testing, in: Battery Conference on Applications and Advances, 2002. The Seventeenth Annual, IEEE, 2002, pp. 247–252.
17. S. Chacko, S. Charmer, Lithium-ion pack thermal modeling and evaluation of indirect liquid cooling for electric vehicle battery thermal management, in: I. o. M. Engineers (Ed.), Innovations in Fuel Economy and Sustainable Road Transport, Woodhead Publishing, 2011, pp. 13–21.
18. Yeow, H. Teng, M. Thelliez, E. Tan, Comparative study on thermal behavior of lithium-ion battery systems with indirect air cooling and indirect liquid cooling, in: ASME/ISCIE 2012 International Symposium on Flexible Automation, American Society of Mechanical Engineers, 2012, pp. 585–591.
19. Bar-Cohen, A., and W. M. Rohsenow, J. Heat Transfer, 106, 116, 1984
20. Azevedo, L. F. A., and E. M. Sparrow, J. Heat Transfer, 107, 893, 1985.
21. https://www.engineersedge.com/3D_Printing/abs_plastic_filament_engineering_information_14211.htm

8. EKLER

Ek-1: ABS Filamentinin Mühendislik Özellikleri [21]

Property	ABS (Acrylonitrile Butadiene Styrene)
Density ρ (Mg/m ³)	1.00 - 1.22
Young's Modulus E (GPa)	1.12 - 2.87
Elongation at break (%)	3 - 75
Melting (softening) Temperature (°C)	88 - 128
Glass Transition Temperature (°C)	100
Yield Stress σ_y (MPa)	18.5 - 51
Tensile Strength σ_{ts} (MPa)	25 - 50
Ultimate Tensile Strength (MPa)	33 - 110
Fracture Toughness (Plane strain) (MPa√m)	1.19 - 4.3
Thermal expansion ($\mu\text{m}/\text{mK}$)	83 - 95
Strength to weight ratio (kNm/ kg)	31 - 80
Shear modulus (GPa)	3180-

Ek-2: Yapılan Çalışmalar



Şekil 8.1. (Kılıf Tasarımı)



Şekil 8.2. (Kılıf Tasarımı)

ÖZGEÇMİŞ

Ahmet Kadakal, 06.11.1997 tarihinde Trabzon'da doğdu. Lise öğrenimini Kanuni Anadolu Lisesi'nde tamamladı. Şu anda Karadeniz Teknik Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümünde lisans öğrenimini sürdürmektedir. İyi derecede İngilizce bilmektedir.

Berkan Güler, 20.06.1998 tarihinde Hatay'da doğdu. Lise öğrenimini Şemsettin Mursaloğlu Anadolu Lisesi'nde tamamladı. Şu an Karadeniz Teknik Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümünde lisans öğrenimini sürdürmektedir. İyi derecede İngilizce bilmektedir.

Selim Sinanoğlu, 07.08.1997 tarihinde Eskişehir'de doğdu. Lise öğrenimini Yavuz Sultan Selim Anadolu Lisesi'nde tamamladı. Şu an Karadeniz Teknik Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümünde lisans öğrenimini sürdürmektedir. İyi derecede İngilizce bilmektedir.