



TÜBİTAK-2209-B SANAYİYE YÖNELİK LİSANS ARAŞTIRMA PROJELERİ DESTEĞİ PROGRAMI

Başvuru formunun Arial 9 yazı tipinde, her bir konu başlığı altında verilen açıklamalar göz önünde bulundurularak hazırlanması ve ekler hariç toplam 20 sayfayı geçmemesi beklenir (Alt sınır bulunmamaktadır). Bilimsel Değerlendirme araştırma önerisinin yenilikçi yönü, teknolojik değeri, yöntemi, yönetimi, sanayi odaklı çıktıları ve yaygın etkisi başlıkları üzerinden yapılacaktır.

ARAŞTIRMA ÖNERİSİ FORMU

2019

2. Dönem Başvurusu

2209/B SANAYİYE YÖNELİK LİSANS ARAŞTIRMA PROJELERİ DESTEĞİ PROGRAMI
ARAŞTIRMA ÖNERİSİ FORMU

A. GENEL BİLGİLER

Araştırma Önerisinin Başlığı: Kesintisiz Güç Kaynakları Akü Şarj Uygulamaları için Yüksek Verimli bir LLC Rezonanslı DA-DA Dönüştürücünün Tasarımı ve Akü Şarj-Deşarj Regresyon Modeli
Başvuru Sahibinin Adı Soyadı: Turhan Can Kargın
Akademik Danışmanın Adı Soyadı: Doç. Dr. Savaş ŞAHİN
Sanayi Danışmanın Adı Soyadı: Müh. Fırat Deveci
Araştırmanın Yürütüleceği Kurum/Kuruluşlar: İzmir Katip Çelebi Üniversitesi ve TESCOM A.Ş.

ÖZET

Türkçe özetin araştırma önerisinin (a) amacı, yenilikçi yönü ve teknolojik değeri, (b) yöntemi, (c) yönetimi ve (d) sanayi odaklı çıktıları ve yaygın etkisi hakkında bilgileri kapsamı beklenir. Her bir özet 450 kelime veya bir sayfa ile sınırlandırılmalıdır. Bu bölümün en son yazılması önerilir.

Günümüzde artan elektrik enerji talebinin karşılanması için elektrik enerjisinin verimli kullanılması ve yüksek verimli güç dönüşümü, güç dönüştürücülerinin tasarımında önemli ölçütler haline gelmiştir. Bu ölçütleri sağlamak için dönüştürücü güç devreleri için İndüktör-İndüktör-Kapasitör (LLC) rezonans ilingesi tabanlı devre tasarımı ve gerçekleştirilmesi amaçlanmaktadır. LLC rezonans ilingesi seçiminin nedenleri arasında optimum tasarım ile yüksek verim sağlanması, fiziksel olarak kısıtlı alanda yüksek güç oranı elde edilmesi, yumuşak anahtarlama nedeniyle elektromanyetik gürültünün azaltılması sayılabilir. Aynı zamanda, proje kapsamında elde edilen verilerden akü elektrik enerjisi tüketimi, akü durumu ve sıcaklık verilerinin analiz edilebileceği makine öğrenmesi algoritmaları ile regresyon modelleri türetilerek, değişen şartlar altında akünün şarj-deşarj modellerinin bulunması ikincil çıktı olarak planlanmaktadır. Önerilen proje çıktısında hedeflenen LLC rezonans tabanlı akü şarj devresinin tasarımı, üretimi ve akü şarj-deşarj kestirimi yapılması bu projenin yenilikçi yönünü oluşturmaktadır. Önerilen proje kapsamında teknolojik değer tasarlanacak LLC rezonans tabanlı elektronik devre ve şarj-deşarj regresyon modelleri ve gerçek sistem test aşamaları sonuçlarının karşılaştırılması ile sağlanacaktır.

Proje kapsamında izlenecek yöntemler sırasıyla; i) elektronik devre donanım tasarımı, ii) dönüştürücü güç sistemine entegrasyonu, iii) gerçekleştirilen LLC tabanlı dönüştürücü güç devresi sistemi testleri, iv) makine öğrenmesi ile elde edilecek akü şarj-deşarj regresyon modelleri olarak sıralanmıştır. Proje yönetimi için başvuru sahibi, akademik danışman ve sanayi danışmanı ile birlikte projenin yönteminde kullanılacak ilgili iş paketlerini eş güdümlü olarak götürmesi amaçlanmaktadır. Fiziksel alanda çalışmak için Tescom A.Ş. ve İzmir Katip Çelebi Üniversitesi Elektrik Elektronik Mühendisliği laboratuvarları kullanılacaktır. Tasarlanacak yüksek verimli LLC rezonans ilingeli DA-DA dönüştürücüde 48V-3.0A sınırlandırılmış akım ve gerilim sağlanarak, 48V-30Ah akü için şarj kapasitesi sağlanacaktır.

Projeyi talep eden Türk sanayisinin kesintisiz enerji ihtiyacından yola çıkarak “güç elektroniği” konusunda faaliyet gösteren TESCOM A.Ş. [1], önerilen projenin sanayi odaklı çıktısı hem kullanılan elektronik pasif devre elemanlarının boyutu küçüleceği hem de daha yüksek verimler elde edilebileceği ve akü şarj-deşarj modelleri ile akü davranış kestirimini görebileceği için ürettikleri kesintisiz güç kaynaklarının akü şarj ünitelerinde kullanmayı hedeflemektedir. Proje yaygın etkisi en az 1 ulusal/uluslararası bildiri ve/veya en az 1 makale olmak üzere planlanmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Enerji, Akü Şarjı, LLC Rezonanslı Dönüştürücü, Yüksek Verim, Optimum Tasarım, Makine Öğrenmesi

1. AMACI, YENİLİKÇİ YÖNÜ ve TEKNOLOJİK DEĞERİ

1.1. Projenin amacı

Bu bölümde doğrudan projenin amacına, somut hedeflerine ve Ar-Ge içeriğine odaklanılmalıdır. Önerilen proje konusunun çözülmesi gereken ya da önceden çalışılmış aydınlatılması gereken bir problem olup olmadığı, hangi eksikliği nasıl gidereceği veya hangi sorunlara çözüm getireceği açıklanmalıdır. Hazırlanan projenin ilgili olduğu temel teknolojik alanlarda uzman kişilere sunulacağı dikkate alınarak değerlendirmeye hiçbir katkı sağlamayacak genel konu ve tarihçe anlatımlarından kaçınılmalıdır.

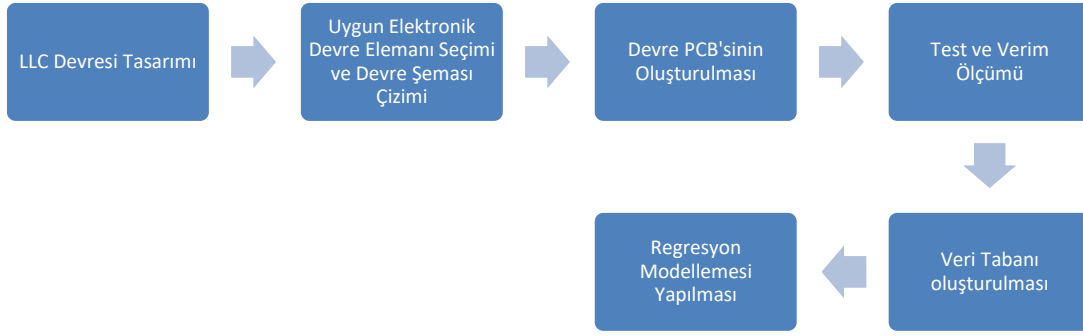
Bu proje ile;

- Yük ve giriş gerilimi değişimi karşısında dönüştürücü güç sisteminin kontrol frekansının sabit kalmasını LLC rezonans devresi ile sağlamak,
- Dönüştürücü güç sisteminin yüksek frekanslı bozucu etkilerden etkilenmemesini sağlamak,
- Değişken yük ve bozucu dış etkilere rağmen, yüksek çıkış gücü performansını sağlamak,
- Tasarlanacak LLC rezonans tabanlı dönüştürücü ile yüksek verim sağlamak,
- Makine öğrenmesi algoritmaları ile değişen çalışma koşulları ve şartları altında akünün şarj-deşarj modellerini bulmak,

amaçlanmaktadır.

Önerilen projede tasarlanacak pasif devre elemanlarından LLC rezonans ilingeli DA-DA dönüştürücü tasarımı ile kesintisiz güç kaynağı akü şarj devresinin sınırlandırılmış çıkış gerilim ve akım değerleri 48V-3.0A olarak sağlanacaktır. Bu çıkış değerleri ile 48V-30Ah akü için uygun şarj kapasitesi oluşturulacaktır. Bu tasarıma ek olarak, proje kapsamında akü şarj-deşarj işlemleri sırasında elde edilen verilerden, elektrik enerjisi miktarı, ve sıcaklık verileri kullanılarak, makine öğrenmesi algoritmaları ile regresyon modelleri türetilenektir. Böylece, değişen çalışma koşulları ve şartları altında akünün şarj-deşarj modellerinin bulunması ve tasarımın optimum hale getirilmesi hedeflenmektedir. Güç kaynaklarında sert anahtarlama yapılarının kullanılması verimliliği düşürdüğü gibi elektromanyetik bozulmalara da neden olması, fiziksel olarak dar alanda yüksek güç oranı elde edilmesinin zorluğu ve yumuşak anahtarlama nedeniyle elektromanyetik gürültünün fazlalığı gibi sorunlara çözüm üretmek ve yüksek verim elde etmek için bu tasarımda LLC rezonans ilingesi kullanılacaktır [2].

TESCOM A.Ş., Ar-Ge çalışmaları ile cihazlarını sürekli geliştirmekte olan kesintisiz güç kaynakları (UPS) üreten bir firmadır. UPS'ler elektrik sisteminde oluşan aksaklıklardan, kritik yük olarak adlandırılan elektrikli cihazları koruyan ayrı şebeke sistemine sahip elektronik cihazlardır [3]. Önerilen bu proje çıktısına talip olan TESCOM A.Ş. tasarımı yapılacak olan LLC rezonans dönüştürücü, üretimini yaptıkları UPS'lerin akü şarj ünitesinde kullanılacaktır. İlk örnek ürün ile daha küçük bir elektronik kart kullanılacağı için fiziksel alandan tasarruf ve akü şarj devresi için daha yüksek verim sağlayan bir kart tasarımı gerçekleştirilmiş olacaktır. Bunlara ek olarak, makine öğrenmesi tabanlı regresyon modelleri ile oluşturulacak akü şarj-deşarj modelleriyle akü davranışlarının kestirilmesi de hedeflenmektedir. Önerilen projede firma tarafından talep edilen işin aşamaları için Şekil 1'deki iş blok diyagramı kullanılacaktır.

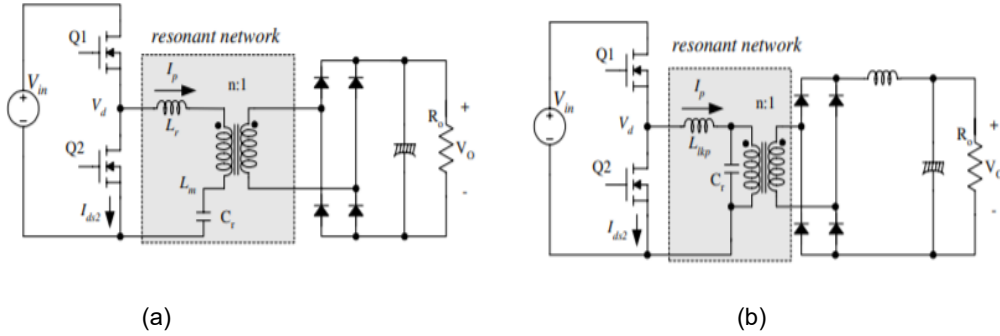


Şekil 1: Firma tarafından talep edilen işin blok diyagramı şeklinde gösterimi

1.2. Yenilikçi Yönü ve Teknolojik Değeri

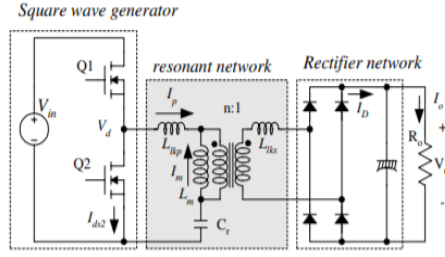
Bu bölümde, proje fikrinin ortaya çıkışından, hedeflenen ürünün veya sürecin özelliklerine kadar projenin endüstriyel Ar-Ge içeriği, teknoloji düzeyi ve yenilikçi yönü anlatılmalıdır. Proje çalışmaları ve çıktıları, varsa ulusal ya da uluslararası benzer ürün ya da sistemlerle karşılaştırılarak açıklanmalıdır. Projedeki yenilik unsurları ve proje çıktısının nitelikleri bakımından benzerlerinden farklı ve üstün olan yönleri somut verilerle ortaya konulmalıdır.

Firma ürettikleri kesintisiz güç kaynaklarının akü şarj ünitesinde yenilenebilir enerji birimlerinden elde edilen gücün büyük bir kısmını daha verimli kullanabilmek için bu proje fikrini ortaya çıkardı. Önerilen projede yapılacak optimum tasarım ile elde edilecek yüksek verim ve akü şarj-deşarj modelini gerçekleştirmeyi hedefleyen teknolojik yapıdadır. Güç dönüştürücü tasarımları ile ilgili bilimsel yazında, yüksek güç ve daha az fiziksel donanım alanı ihtiyacı üzerine yapılan çalışmaların anahtarlama frekansının artırılması yönünde çözümler sunduğu görülmektedir. Yüksek frekansta çalışan elektronik devrelerde pasif devre elemanlarının fiziksel boyutlarının azaltılması, cihazlarda kompakt tasarım ve mali açıdan tasarruf konusunda üstünlük sağlar. Ancak, yüksek frekansla çalışan güç devrelerinde anahtarlama işlemi sırasında oluşan kayıplar büyük sorun teşkil eder. Bu kayıpları azaltmak ve yüksek frekansta çalışmak için rezonans anahtarlama teknikleri geliştirilmiştir [4-5]. İki çeşit rezonans dönüştürücü (geleneksel seri rezonans ve geleneksel paralel rezonans dönüştürücü) tasarımı çözüm olarak sunulmuştur (Şekil 2).



Şekil 2: Elektronik devre şemaları (a) geleneksel seri rezonans dönüştürücü, ve (b) geleneksel paralel rezonans dönüştürücü.

Seri rezonanslı dönüştürücülerin hafif yüklerde regülasyonu yapılamaz veya anahtarlama frekansının çok yükseltilmesi ile mümkün olmaktadır. Paralel rezonanslı dönüştürücünün iletim kayıpları hafif yüklerde yüksektir ve yükten bağımsızdır [6]. Bunun gibi sınırlamalar içeren geleneksel rezonans dönüştürücülerin çözümü için LLC rezonans dönüştürücülerin tasarlanması önerilmiştir (Şekil 3). Bu sebeple, proje kapsamında firma ile önerilen ilinge yüksek frekansta çalışabilecek kesintisiz güç kaynağı akü şarj devre tasarımı yapılacaktır.



Şekil 3: Tipik bir yarım köprü LLC rezonans dönüştürücü devresi

Literatür taraması yapıldığında, LLC rezonans tabanlı, elektrikli araçlar için batarya şarj tasarımının benzetim çalışmaları gerçekleştirilmiştir, gerçek ortamda üretimi yapılmamıştır [7]. Proje kapsamında tasarlanacak ve üretilen LLC rezonans tabanlı DA-DA dönüştürücünün PCB tasarımının yapıp gerçek ortamda üretilmesi, kesintisiz güç kaynaklarının akü şarj ünitesinde kullanılması ve akü şarj-deşarj kestirimi yapılması projenin yenilikçi unsurunu oluşturmaktadır.

2. YÖNTEM

Proje hedeflerine ulaşmak için uygulanacak analitik/deneysel çözüm yöntemleri belirtilmelidir. Bu bölümde sunulan proje özelinde hangi teknik/bilimsel yaklaşımların ve bunlara ait aşamaların takip edileceği açıklanmalıdır. Araştırma önerisinde uygulanacak yöntem ve araştırma teknikleri (veri toplama araçları ve analiz yöntemleri dâhil) ilgili literatüre atıf yapılarak açıklanır. Yöntem ve tekniklerin çalışmada öngörülen amaç ve hedeflere ulaşmaya elverişli olduğu ortaya konulur. Araştırma önerisinde sunulan yöntemlerin iş paketleri ile ilişkilendirilmesi gerekir.

Projedeki iş paketlerinde uygulanacak yöntem, araştırma-geliştirme aşamaları aşağıdaki süreçleri kapsar;

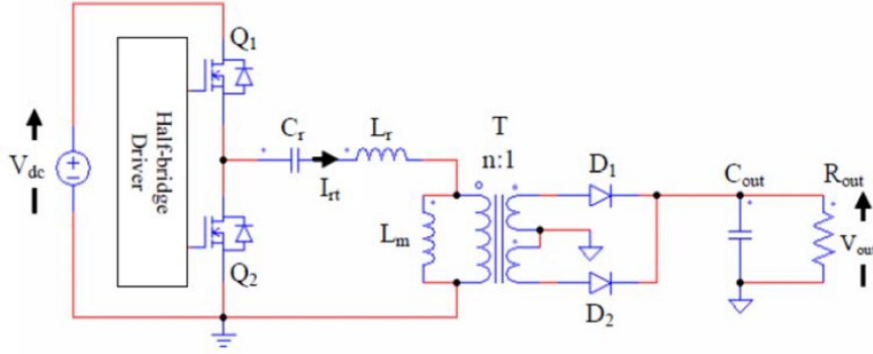
- Bilimsel yazın taraması yapılması,
- Gerekli kuramsal hesaplamaların yapılması,
- Sistemin, kullanılacak benzetim çalışması ortamında benzetim sonuçlarının incelenmesi ve teorik sonuçlar ile karşılaştırılması,
- Elektronik devrenin PCB tasarım programı kullanılarak tasarlanması, üretimi ve testinin yapılması,
- Gerçek ortamda elde edilen sonuçların teorik ve benzetim çalışmasında elde edilen sonuçlarla karşılaştırılması,
- Elde edilen verilerle veri tabanı oluşturup, makine öğrenmesi algoritmalarıyla akü şarj-deşarj regresyon modelinin oluşturulması.

Önerilen projede tasarlanacak donanım ve yazılım için kuramsal hesaplamalarla birlikte, benzetim çalışmaları, gerçek ortamda çalışması ve test aşamaları ile sonuçların karşılaştırılması ve makine öğrenmesi tabanlı uygun regresyon modelinin uygulanması aşamaları ile geliştirilecektir. Projede uygulanacak yöntem ve araştırma teknikleri ve bu yöntem ve tekniklerin projede öngörülen amaç ve hedeflere uygunluğu iş paketleri halinde aşağıda verilmiştir.

İP1. Bilimsel yazın, devre analizi ve benzetim çalışmaları

Proje kapsamında yapılması beklenen LLC rezonans tabanlı DA-DA dönüştürücünün gerekli kuramsal hesaplarla devre analizi gerçekleştirilecektir. Gelecek durumlarda fark edilebilecek bir hesaplama hatası olabileceği için Microsoft Excel programında hazırlanacak bir hesaplama tablosu ile hata çıkması durumunda kolayca değişiklik yapılacak ve hatanın daha kolay giderilmesi sağlanacaktır. Gerekli hesaplamalar yapıldıktan sonra benzetim çalışması ortamında devrenin kurulumu yapılacak ve hesaplanan değerler ile benzetim çalışması sonucunda elde edilen değerler karşılaştırılacaktır. Uyumlu sonuçlar çıkması halinde bir sonraki iş paketine geçilecektir. Benzetim

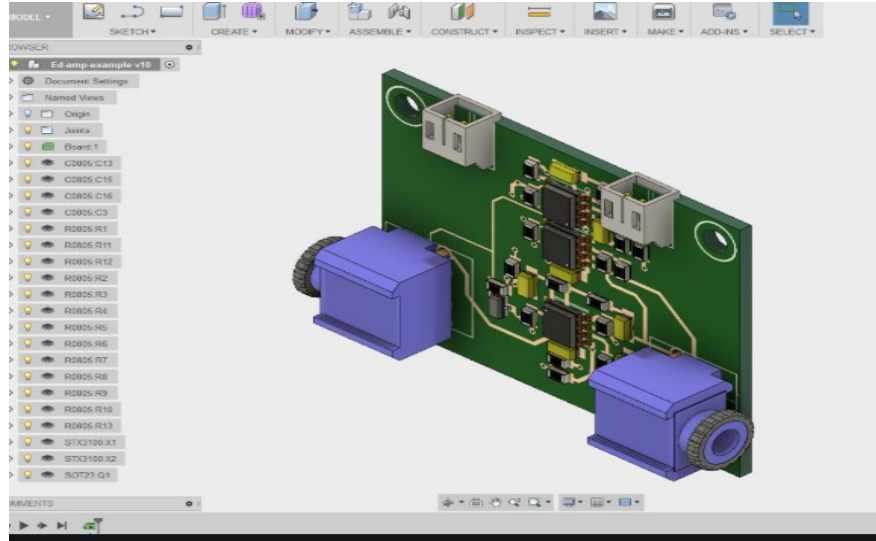
çalışması programı olarak güç elektroniği uygulamalarında kullanılan PowerSys firmasına ait PSIM programı kullanılacaktır (Şekil 4).



Şekil 4: PSIM programında çizilmiş örnek LLC rezonans tabanlı dönüştürücü devre şeması [8].

İP2. PCB tasarımı ve üretimi

Benzetim çalışması sonuç değerleri ve kuramsal hesapların uyumlu sonuçlanmasından sonra Autodesk firmasına ait olan Eagle yazılımı ile PCB tasarımı yapılacaktır (Şekil 5). PCB tasarımı yapıldıktan sonra PCB üretimi için TESCOM A.Ş. Ar-Ge ortamı kullanılacaktır. Bu iş paketinde bir sorun yaşanırsa alternatif olarak Proteus Ares ile PCB tasarımı yapılacaktır.



Şekil 5: Eagle programı kullanılarak PCB tasarımı yapılmış örnek bir devre [9].

İP3. Projenin birincil çıktısını oluşturan, tasarımı ve üretimi yapılacak LLC rezonans tabanlı dönüştürücünün donanım kısmı için kullanılacak elektronik parçaların tespiti ve alımı

Kullanılacak elektronik parçalar aşağıda verilmiştir:

• Transformör:

Transformörler, birincil sargısındaki elektrik gerilim ve/veya akımı elektromanyetik indüksiyonla ikincil sargısına ileten alternatif akım (AC) ve gerilim seviyesini frekansını değiştirmeden belirlenen oranda düşürmeye ve/veya yükseltmeyi sağlayan elektrik devre elemanıdır. Önerilen projede Würth Elektronik'in 760895451 numaralı transformörü kullanılması planlanmaktadır (Şekil 6).

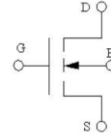
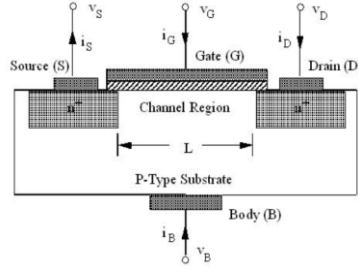


Properties		Value	Unit
Input voltage	U_i	360-400	V (DC)
Output voltage	U_0	48	V
Output current	I_0	3.1	A
Auxiliary voltage	U_{aux}	18.0	V
Switching frequency	f_{switch}	70-120	kHz

Şekil 6: Kullanılacak transformör ve uygulama özellikleri [10].

- **MOSFET:**

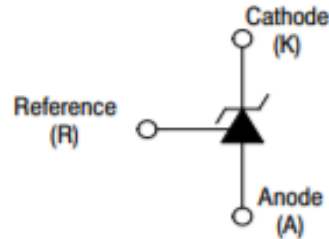
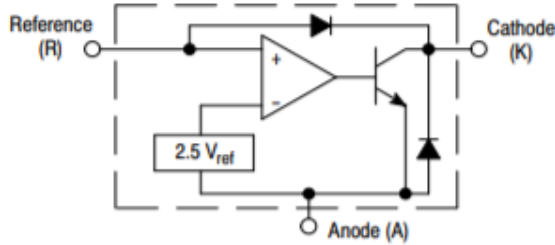
Güç elektroniğinde devre elemanlarından Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor (MOSFET) düşük iç dirençleri ve yüksek hızlarda anahtarlama yapabilme özellikleri nedeniyle kullanılır. MOSFET'in kapı terminali ile diğer iki terminal arasında çok ince bir metal oksit yalıtkan bölge bulunur. Arada yalıtım olması, kapının bir kondansatör gibi davranmasına yol açar. Kapı terminaline gerilim uygulandığında, bu kondansatör şarj olmaya başlar ve kapı ile diğer iki terminal arasında bir elektrik alan oluşur. Bu sayede kanal terminalinden kaynak terminaline doğru iletkenlik artar. Kapı gerilimi ile kanal-kaynak direnci kontrol edilir. Genel olarak MOSFETler gerilim kontrollü direnç elemanlarıdır. Yüksek güç kontrolü gerektiren uygulamalarda özel güç MOSFET çeşitleri kullanılır. Önerilen projede 500-600 V MOSFET çeşitleri kullanılacaktır (Şekil 7).



Şekil 7: Örnek bir MOSFET, iç yapısı ve sembolü [11-12].

- **TL431 tümleşik devre elemanı:**

İç yapısı işlemsel yükselteç, diyot, transistör ve 2.5 referans geriliminden oluşan TL431, referans gerilimi, artı uç ve eksi uç olmak üzere üç baccaktan oluşan entegre devre yapısına sahiptir. TL431 iki adet direnç ile çıkış gerilimini referans gerilimi ve 36 V gerilim arasında istenilen değere ayarlar [13]. Güç kaynağı devreleri istenen referans gerilim ve akım değerlerini sağlar. Bu sağlanacak akım ve/veya gerilim değeri için, TL431 devre elemanı kullanılacaktır (Şekil 8).



Şekil 8: TL431 iç yapısı ve sembolü [14].

- **TSM1011 tümleşik devre elemanı:**

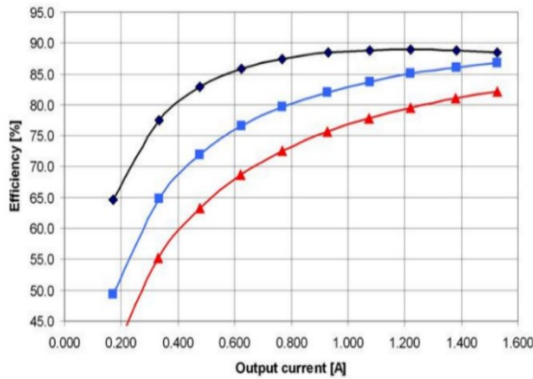
Adaptör ve akü şarj uygulamalarında kullanılan TSM1011 sabit gerilim ve sabit akım gerektiren güç kaynağı uygulamaları için çözüm oluşturur (Şekil 9). Sabit gerilim ve sabit akım kontrolü sağlayan bu tümleşik devre elemanı düşük gerilimle çalışır, az harici elektronik devre elemanına ihtiyaç duyar, 2 kV elektrostatik boşalma (ESD) koruma sağlar ve 2.545 V ayarlanmış çıkış gerilimine sahiptir.



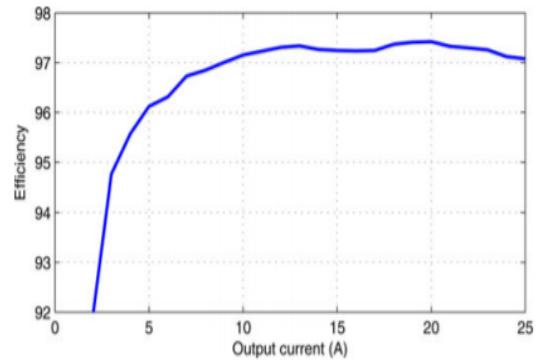
Şekil 9: TSM1001 görünümü ve entegre devre bacak bağlantıları [15].

İP 4. Benzetim çalışmalarının ve gerçek ortam sonuçlarının karşılaştırılması ve DA-DA dönüştürücünün UPS akü şarj ünitesine entegrasyonu

Elektronik parçaların, üretilmiş PCB'ye entegrasyonu yapıldıktan sonra dönüştürücünün testleri TESCOM A.Ş. Ar-Ge laboratuvarında gerçekleştirilecektir. Daha sonra üretimi yapılmış LLC rezonans tabanlı DA - DA dönüştürücünün kuramsal hesaplar sonucu elde edilen değerler, benzetim çalışmaları sonuçları ve gerçek ortamda elde edilen değerler karşılaştırılacaktır. Tescom A.Ş.'nin ürettiği kesintisiz güç kaynaklarında akü şarj ünitelerinde alçaltıcı-yükseltici dönüştürücülerin izoleli bir biçimi olan Flyback DA-DA dönüştürücüler kullanılmaktadır. Bu tip dönüştürücülerde düşük çıkış gerilimine sahip uygulamalarda verim %70-75 iken, yüksek çıkış gerilimine sahip uygulamalarda bu oran %80-85 civarındadır (Şekil 10a). Ancak, önerilen proje kapsamında yapılan bu karşılaştırmaların uyumlu sonuç vermesi durumunda tasarlanacak LLC rezonans DA - DA dönüştürücü ilingesi ile bu verimin %95-97 çıkarılması beklenmektedir (Şekil 10b). Böylelikle, uyumlu sonuçlar elde edilmesi halinde projenin birincil çıktısı başarıyla sonuçlanmış olacaktır ve UPS akü şarj ünitesine entegrasyonu gerçekleştirilecektir.



(a)



(b)

Şekil 10: Akü şarj devreleri için verim ve çıkış akımı grafikleri (a) Flyback [16], (b) LLC rezonans [17]

İP 5. Projenin ikincil çıktısını oluşturan, makine öğrenimi algoritmalarıyla regresyon modelleri türetilerek akü şarj-deşarj modelleri ile akü davranış kestirimi

- **Makine Öğrenmesi**

Makine öğrenmesi esas olarak 1959 yılında bilgisayar biliminin yapay zekada sayısal öğrenme ve model tanıma çalışmalarından geliştirilmiş bir alt dalıdır [18]. Deneyimlediği uygulamalar ile gelecekte, karşılaştığı bu önceden deneyimlemiş olduğu uygulamalara benzer ya da paralel olan yeni uygulamaları en az insan müdahalesi olacak şekilde kararlar alarak gerçekleştiren bir teknolojidir.

Regresyon ise iki veya daha fazla değişken arasındaki ilişkiye denir. Bu ilişkinin düzeyini, kapsamını ölçme işine de regresyon analizi denir. Parametreler arasındaki ilişkiyi fonksiyon olarak elde etmek gerekir. Parametreler birbirinden bağımlı veya bağımsız olabilir. Regresyon analizinde amaç, bağımsız değişkenlerden bağımlı değişkeni tanımlayabilen en iyi modelin oluşturulması veya bağımlı değişkenin hangi bağımsız değişkenlerden daha çok etkilendiğini tespit etmektir [19]. Temel doğrusal regresyon analiz yöntemleri, değişkenler arasındaki ilişkinin doğrusallığına göre incelenebilir;

- i. **Basit Doğrusal Regresyon Analizi (Tek Değişken)**

$Y = \alpha + \beta X + \epsilon$ şeklinde bir bağımlı ve bir de bağımsız değişken içeren bir modele basit doğrusal regresyon modeli denir. Burada Y; bağımlı değişken olup belli bir hataya sahip olduğu varsayılır. X; bağımsız değişkeni olup hatasız ölçüldüğü varsayılır. Denklemde X bağımsız değişkenine göre Y bağımlı değişkeninin değerini ϵ hatası ile belirleyecek α ve β katsayıları tahmin edilmektedir. Basit doğrusal regresyon analizindeki amaç, ϵ hatasını minimum seviyede tutacak şekilde α ve β katsayılarını belirlemektir [20].

- ii. **Çoklu Regresyon Analizi (Çoklu Değişken)**

Birden fazla açıklayıcı değişkenin yer aldığı regresyon modeline çoklu regresyon modeli denir. $Y = \alpha + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_K X_K + \epsilon_i$ eşitlikte bağımlı değişken Y; X_1, X_2, \dots, X_K tane bağımsız değişkene bağlıdır. Eşitlikte yer alan k bağımsız değişken sayısını, α sabit terimi ve β 'lar bağımsız değişkenlere ilişkin katsayıları göstermektedir [21].

Önerilen projede makine öğrenmesi algoritmaları ile uygun regresyon yöntemleri kullanılarak kesintisiz güç kaynaklarında kullanılan akülerin şarj-deşarj modellemesi akü davranış kestiriminin yapılması için Python veya Matlab kullanılacaktır. Uygun modellerin oluşturulması halinde projenin ikincil çıktısı da başarıyla sonuçlanmış olacaktır.

3 PROJE YÖNETİMİ

3.1 İş- Zaman Çizelgesi

Araştırma önerisinde yer alacak başlıca iş paketleri ve hedefleri, her bir iş paketinin hangi sürede gerçekleştirileceği, başarı ölçütü ve araştırmanın başarısına katkısı “İş-Zaman Çizelgesi” doldurularak verilir. Literatür taraması, sonuç raporu hazırlama aşamaları, araştırma sonuçlarının paylaşımı, makale yazımı ve malzeme alımı ayrı birer iş paketi olarak gösterilmemelidir.

Başarı ölçütü olarak her bir iş paketinin hangi kriterleri sağladığında başarılı sayılacağı açıklanır. Başarı ölçütleri izlenebilir ve ölçülebilir nitelikte olmalı, şekilde nicel veya nitel ölçütlerle (ifade, sayı, yüzde vb.) belirtilmelidir.

İŞ-ZAMAN ÇİZELGESİ (*)

No	İş Paketlerinin Adı ve Hedefleri	Kim(ler) Tarafından Gerçekleştirileceği	Zaman Aralığı (.-.. Ay)	Başarı Ölçütü ve Projenin Başarısına Katkısı
1	Devre analizi ve benzetim çalışmaları: Kuramsal hesaplarla devrenin analizinin yapılması.	1)Turhan Can Kargın 2)Doç. Dr. Savaş Şahin 3)Müh. Fırat Deveci	Kasım - Aralık - Ocak	%100 ve %20
2	Devre analizi ve benzetim çalışmaları: Benzetim çalışmalarının gerçekleştirilmesi	1)Turhan Can Kargın 2)Doç. Dr. Savaş Şahin 3)Müh. Fırat Deveci	Aralık - Ocak - Şubat	%100 ve %25
3	PCB tasarımı ve üretimi: Devrenin PCB tasarımı, baskısının tamamlanması ve testlerinin yapılması	1)Turhan Can Kargın 2)Doç. Dr. Savaş Şahin 3)Müh. Fırat Deveci	Şubat - Mart - Nisan	%100 ve %25
4	Makine öğrenimi algoritmalarıyla regresyon modelleri türetilerek akü şarj-deşarj modelleri ile akü davranış kestirimi: Makine öğrenmesi algoritmaları ve regresyon modellerinin incelenerek akü şarj-deşarj modelleri ile akü davranış kestirimi için uygun olan modelin tespiti ve uygulanması	1)Turhan Can Kargın 2)Doç. Dr. Savaş Şahin 3)Müh. Fırat Deveci	Mart - Nisan - Mayıs - Haziran	%100 ve %30

(*) Çizelgedeki satırlar ve sütunlar gerektiği kadar genişletilebilir ve çoğaltılabilir.

2209/B SANAYİYE YÖNELİK LİSANS ARAŞTIRMA PROJELERİ DESTEĞİ PROGRAMI
ARAŞTIRMA ÖNERİSİ FORMU

3.2 Risk Yönetimi

Araştırmanın başarısını olumsuz yönde etkileyebilecek riskler ve bu risklerle karşılaşıldığında araştırmanın başarıyla yürütülmesini sağlamak için alınacak tedbirler (B Planı) ilgili iş paketleri belirtilerek ana hatlarıyla aşağıdaki Risk Yönetimi Tablosu'nda ifade edilir. B planlarının uygulanması araştırmanın temel hedeflerinden sapmaya yol açmamalıdır.

RİSK YÖNETİMİ TABLOSU*

No	En Büyük Riskler	Risk Yönetimi (B Planı)
1	Gerekli hesaplamalarda hata çıkması ile gelecek tüm durumların etkilenmesi.	Microsoft Excel'de hazırlanacak bir hesaplama tablosu ile hata çıkması durumunda kolayca değişiklik yapılacak ve hatanın giderilmesi sağlanacaktır.
2	PCB tasarımında sorun çıkması.	Alternatif bir programla tasarım tekrar denenecektir.
3	Makine öğrenimi için kullanılan regresyon modelinde düşük başarı yüzdesi elde edilmesi.	Daha yüksek başarı elde etmek için yeni modellerin araştırılması ve uygulanması.

(*) Tablodaki satırlar gerektiği kadar genişletilebilir ve çoğaltılabilir.

3.3. Araştırma Olanakları

Bu bölümde projenin yürütüleceği kurum ve kuruluşlarda bulunan ve projede kullanılacak olan altyapı/ekipman (laboratuvar, araç, makine-teçhizat vb.) olanakları belirtilir.

ARAŞTIRMA OLANAKLARI TABLOSU (*)

Altyapı/Ekipmanın Bulunduğu Kuruluş	Kuruluşta Bulunan Altyapı/Ekipman Türü, Modeli (Laboratuvar, Araç, Makine-Teçhizat vb.)	Projede Kullanım Amacı
İzmir Katip Çelebi Üniversitesi	Laboratuvar, Bilgisayar	Projede kurulacak olan benzetim çalışmaları, devre tasarımları ve yazılım için kullanılacak.
Tescom A.Ş.	Test araçları, ölçüm cihazları(osiloskop, multimetre), Ar-Ge laboratuvarı	Projenin kurulacağı fiziki mekân. Elektronik devrenin gerilim ve akım değerlerinin gerekli ölçümleri gerçekleştirilecek. Gerekli testler gerçekleştirilecek.

(*) Tablodaki satırlar gerektiği kadar genişletilebilir ve çoğaltılabilir.

4. SANAYİ ODAKLI ÇIKTILARI ve YAYGIN ETKİ

Bu bölümde önerilen çalışma başarıyla gerçekleştirildiği takdirde araştırmadan elde edilmesi öngörülen ve beklenen yaygın etkilerin neler olabileceği, diğer bir ifadeyle yapılan araştırmadan ne gibi çıktı, sonuç ve etkilerin elde edileceği açıklanmalıdır. Proje çıktılarının varsa sanayi odaklı ticari başarı potansiyeli ve ekonomik gelir tahminini içeren ekonomik öngörüler belirtilebilir. Proje çalışmalarının doğrudan ekonomik getirileri dışındaki varsa diğer potansiyel ulusal kazanımlar (ulusal bilgi birikimi ve teknolojik gelişime katkı, yeni uygulama ve Ar-Ge projeleri başlatma, üniversite-sanayi işbirliğini sağlama/geliştirme potansiyeli, patent alma ve lisans satışı beklentisi, yeni iş alanı oluşturma ve yeni istihdam sağlama potansiyeli, sektör içi işbirlikleri ve bilgi aktarımı sağlama potansiyeli, projenin ve çıktılarının sosyo-kültürel hayata olumlu etkileri, eğitim, sağlık, bölgeler arası gelişmişlik farkını azaltma gibi konularda iyileştirme sağlama potansiyeli, çevreye ve canlılara olumlu etkileri vb.) açıklanabilir.

Bu projede akü şarj uygulamalarında yüksek verim elde etmek için LLC rezonanslı DA-DA dönüştürücü tasarımı yapılacaktır. Elde edilecek tasarım yaklaşımı ile 48 V sabit çıkış gerilimi ve 3.0 A sabit akım çıkış parametreleriyle çalışan bir prototip ile 48 V – 30 Ah akünün şarjı yapılacaktır. Aynı zamanda, proje kapsamında elde edilen verilerden elektrik enerjisi tüketimi, akü durumu ve sıcaklık verilerinin analiz edilebileceği makine öğrenmesi algoritmaları ile regresyon modelleri türetilerek, değişen şartlar altında akü şarj-deşarj modellemesi yapılması hedeflenecektir. Çıktısı TESCOM A.Ş.'ye teslim edilecek olan projenin başarıya ulaşması durumunda TESCOM A.Ş. kendi üretiminde bulunan kesintisiz güç kaynaklarının akü şarj ünitesi katında daha yüksek verimli bir şarj cihazı kullanabilir durumda olacaktır. Ar-Ge merkezinde ilk defa yapılan bu proje ile hem önceden yapılmış ürünlerin

2209/B SANAYİYE YÖNELİK LİSANS ARAŞTIRMA PROJELERİ DESTEĞİ PROGRAMI ARAŞTIRMA ÖNERİSİ FORMU

iyileştirilmesi yapılabilir hem de bundan sonra yapılacak cihazlara eklenecek bu yeni özellikler ile cihazlar piyasada da iyi bir konuma sahip olabilir. Geliştirilebilir olan bu tasarım geliştirilmesi için TESCOM A.Ş.'nin ARGE projelerine ön hazırlık olacaktır. Önerilen çalışma başarıyla gerçekleştirildiği takdirde araştırmadan elde edilmesi öngörülen ve beklenen yaygın etkisi en az 1 ulusal/uluslararası bildiri ve/veya en az 1 makale olmak üzere planlanmaktadır.

5. BELİRTMEK İSTEDİĞİNİZ DİĞER KONULAR

Sadece araştırma önerisinin değerlendirilmesine katkı sağlayabilecek bilgi/veri (grafik, tablo, vb.) eklenebilir.

6. EKLER

EK-1: Kaynaklar

- [1] Firma Hakkında Bilgi
<http://www.tescom-ups.com/TR/firma.html>
- [2] OLED TV İçin Yarım Köprü LLC Rezonans Dönüştürücü Güvenilirlik Analizi
<http://www.mmfdergi.gazi.edu.tr/article/view/5000214622>
- [3] Kesintisiz Güç Kaynakları Hakkında Bilgi
<http://www.tescom-ups.com/TR/kesintisiz-guc-kaynaklari.html>
- [4] Design Considerations for an LLC Resonant Converter Hangseok Choi Fairchild Semiconductor 82-3, Dodang-dong, Wonmi-gu Bucheon-si, Gyeonggi-do, Korea
- [5] Y. G. Kang, A. K. Upadhyay, D. L. Stephens, "Analysis and design of a half-bridge parallel resonant converter operating above resonance," IEEE Transactions on Industry Applications
- [6] Steigerwald L. R., "A comparison of half bridge resonant converter topologies" IEEE Trans. on Power Electronics, 3 (2), 174-182, 1988.
- [7] Elektrikli araç yerleşik batarya şarj uygulamaları için yüksek verimli bir LLC rezonanslı DC-DC dönüştürücü tasarım yaklaşımı
<http://pajes.pau.edu.tr/jvi.asp?pdire=pajes&plng=tur&un=PAJES-56198>
- [8] PSIM programında çizilmiş örnek LLC tabanlı rezonans dönüştürücü devre şeması resmi
<http://www.mmfdergi.gazi.edu.tr/article/view/5000214622>
- [9] Eagle yazılımı kullanılarak PCB tasarımı yapılmış örnek bir devre
<https://www.autodesk.com/products/eagle/blog/whats-new-autodesk-eagle-8-3/>
- [10] Kullanılacak transformatör ve uygulama özellikleri
<https://www.digikey.com/product-detail/en/wurth-electronics-inc/760895451/732-5064-ND/4692726>
- [11] MOSFET iç yapısı ve sembolü
http://people.seas.harvard.edu/~jones/es154/lectures/lecture_3/darmstadt/sld002.htm
- [12] Örnek MOSFET
<https://www.mouser.com.tr/new/on-semiconductor/on-semi-superfet-3/>
- [13] TL431 özellikleri
<http://www.ti.com/lit/ds/symlink/tl431.pdf>
- [14] TL431 iç yapısı ve sembolü
<https://www.onsemi.com/pub/Collateral/TL431-D.PDF>

[15] TSM1001 özellikleri, görünümü ve entegre devre bacak bağlantıları
<https://www.st.com/resource/en/datasheet/tsm1011.pdf>

[16] Flyback Verim Grafiği
<https://www.powersystemsdesign.com/articles/highly-efficient-flyback/22/4233>

[17] Yu R., Ho G. K. Y., Pong B. M. H., Ling B. W. K., and Lam J., Computer-aided Design and Optimization of High-efficiency LLC Series Resonant Converter, IEEE Transactions on Power Electronics, 27 (7), 3243–3256,

[18] Makine Öğrenmesi Hakkında Bilgi
<https://www.endustri40.com/makine-ogrenimi-nedir/>

[19] Çoklu Doğrusal Bağlantı Durumunda Ridge ve Temel Bileşenler Regresyon Analiz Yöntemlerinin Kullanımı
<https://dergipark.org.tr/tr/pub/ataunizfd/issue/3012/41824>

[20] REGRESYON ANALİZİ
<http://w3.balikesir.edu.tr/~bsentuna/wp-content/uploads/2013/03/Regresyon-Analizi.pdf>

[21] TÜRKİYE'DE İŞSİZLİK ORANININ TEMEL BİLEŞENLİ REGRESYON ANALİZİ İLE BELİRLENMESİ
<https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/289122>