

## Dağıtım Şirketleri AR-GE Projesi Sonuç Raporu

### A. Proje Kimlik Bilgileri:

|                                     |                                                                                                                                                          |
|-------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ARGE Proje Kabul #                  | 28.09.2016 tarihli 42435421-120.05.05-47116 sayılı EPDK yazısı                                                                                           |
| Başvuru Sahibi:                     | Trakya Elektrik Dağıtım A.Ş.                                                                                                                             |
| Başvuru Sahibinin Adresi:           | 100. Yıl Mah. Barbaros Cad. No:24/1 (A blok) Süleymanpaşa TEKİRDAĞ                                                                                       |
| Proje Adı:                          | Ses Sinyallerinin Dinlenmesi Ve Analiz Edilmesine Dayalı Arızalı Dağıtım Şebekesi Elemanlarının Tespit Edilmesine Yönelik Yöntem Ve Cihaz Geliştirilmesi |
| Proje Bölgesi:                      | Trakya Elektrik Dağıtım A.Ş.                                                                                                                             |
| Proje Süresi:                       | 16 Ay + 5 Ay (Süre Uzatımı)                                                                                                                              |
| Proje Sorumlusu:                    | Necip Erman Atilla                                                                                                                                       |
| Proje Sorumlusu İletişim Bilgileri: | erman.atilla@tredas.com.tr                                                                                                                               |
| Bildirim Yükümlülük No:             | 693478                                                                                                                                                   |

### B. Proje Sonuç Değerlendirme Özeti:

Elektrik dağıtım şebekesindeki bulunan ve önem arz eden transformatörler, izolatörler ve hücre içi (pano) ekipmanları gibi şebeke ekipmanlarında kısmi deşarj kaynaklı ortaya çıkan arızaları önceden tespit etmek ve akabinde gerekli görülen önleyici bakım uygulamalarını yapmak, dağıtım firmaları için oldukça önem arz etmektedir. Kısaca elektriksel kısmi deşarj; iki aktif iletken arasındaki izolasyon (dielektrik) malzemesinin yapısında meydana gelen boşluklar yüzünden kısmi şekilde bozulmasıdır. Dielektrik malzemenin böyle bir deformeye uğraması da ekipmanlarda arızalara neden olacaktır. Proje kapsamında geliştirilecek kısmi deşarj tespitine dayalı arıza tespit cihazı ile arızaların önceden tespiti sağlanacak olup, alınacak önlemler ve yapılacak bakımlar ile hem tüketiciye sağlanan kesintisiz enerji süresi artırılmış olacak hem de gerek arıza gerekse arıza sonrası yapılacak bakımlar yüzünden ortaya çıkacak maddi kayıplar azaltılmış olacaktır. Bu proje kapsamında, üzerinde bulunan yönlü mikrofon düzeneği ve içerisinde yüklü DSP (dijital sinyal işleme) yöntemleri sayesinde şebeke cihazlarının normal ya da anormal çalışma durumlarını kısmi deşarj tespiti ile belirleyecek ve kullanıcıyı uyarabilecek bir ses analiz ve arıza tespit cihazının geliştirilmesi amaçlanmıştır.

Bu proje kapsamında TREDAS'ın işletim bölgesindeki mevcut kullanılan dağıtım trafosu ile açık ve kapalı hücrelerde ekipmanların kendilerinde ve dahili bağlantı noktalarında oluşacak kısmi deşarj kaynaklı arızaların önlenmesi için bu ekipmanlar üzerinde gerek ürünün geliştirilmesi aşamasında gerekse sonrasında işlevselliğinin kanıtlanması amacıyla ile testler yapılmıştır. Bu hususta geliştirilen ürünün doğruluğunun teyidi için referans olarak alınan cihazla da sahadaki aynı yerlerdeki ekipmanlardan aynı zamanlarda ölçümler alınmıştır. İki cihaz karşılaştırıldığında, özellikle kısmi deşarj (PD) gözlenen ekipmanlardan elde edilen verilerin birbirine oldukça yakın olduğu ve bu nedenle proje kapsamında geliştirilen cihazın beklenildiği gibi çalıştığı sonucuna varılmıştır.

Geliştirilen ve son revizeleri yapılan kısmi deşarj arıza tespit cihazı ile saha ölçümlerinde herhangi bir problemle karşılaşılma- mış olsa da laboratuvar koşullarında kısmi deşarj karakteristiğine sahip 40kHz frekansında PD karakteristiği gösteren bir gürültü ile test edildiğinde sinyalin cihaz tarafından kısmi deşarj mı yoksa gürültü mü olduğu konusunda tespitinde net sonuçlara varılmamıştır. Bu durum oldukça spesifik ve sahada görülmesi zor olan bir durum olsa da cihazın bu konu da eksikliği bulunmaktadır. Bu durum haricinde cihazın ve aksesuarlarının doğru ve hassas bir şekilde çalışmakta olduğu gözlemlenmiştir. Geliştirilen yerli arıza tespit cihazının kullanıcılarına uyarı verdiği ekipman üzerinde yapılacak incelemeler sayesinde şebeke ekipmanlarının arıza durumuna geçmeden tespit edilmesi ve gerekli bakım-onarım işlemlerinin yapılmasına olanak sağlanacaktır. Böylece müşteriye sağlanan kesintisiz enerji süresinde artış sağlaması ve önleyici bakımlar sayesinde işletme maliyetleri azalması hedeflenmektedir.

## C. Proje Sonuç Değerlendirmesi:

### C.1. Proje İş Planı ve Zaman Takvimi

Proje önerisinde verilen iş planı ve zaman takvimine projede belli iş paketlerinde gecikmeler ve sapmalar olmuştur. Meydana gelen bu gecikmeler ışığında projenin toplam süresinde uzatımı gidilmiştir. Bu gecikmelerin nedenleri ilgili iş paketlerinde detaylı olarak açıklanmıştır. EPDK ya sunulan proje teklif formundaki iş planı ve zaman takvimi ile alınan proje uzatma süresine istinaden gerçekleşen nihai iş planı ve zaman takvimi ise aşağıda sırasıyla Tablo 1 ve Tablo 2’de verilmiştir.

**Tablo 1. Projenin Orijinal İş Planı Ve Zaman Takvimi (EPDK Proje Teklif Formundaki)**

| Proje İsmi   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Ses Sinyallerinin Dinlenmesi Ve Analiz Edilmesine Dayalı Arızalı Dağıtım Şebekesi Elemanlarının Tespit Edilmesine Yönelik Yöntem Ve Cihaz Geliştirilmesi |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |        |        |        |        |        |
|--------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| İş Paketleri |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 1. AY                                                                                                                                                    | 2. AY | 3. AY | 4. AY | 5. AY | 6. AY | 7. AY | 8. AY | 9. AY | 10. AY | 11. AY | 12. AY | 13. AY | 14. AY | 15. AY | 16. AY |
| 1            | Edaş şebekesine bağlı olan ve ilerde entegrasyonu düşünülen sistemlerin incelenmesi ve anormal çalışma durumlarının belirlenmesi, şebeke elemanları haritasının oluşturulması.                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                          |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |        |        |        |        |        |
| 2            | Üretici firmalarla görüşülerek şebeke elemanları haritasındaki birimler ile ilgili arıza kayıtları, tipleri, normal ve anormal çalışma karakteristiklerine ulaşılması.                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                          |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |        |        |        |        |        |
| 3            | Ses analizi konusunda piyasada bulunan cihazların tedarik edilerek incelenmesi, test edilmesi ve söz konusu cihazlar ile normal ya da anormal çalışan şebeke elemanlarının ses analizlerinin gerçekleştirilmesi ve ortaya çıkan sonuçlar ile şebeke elemanları haritasının ses sinyal karakteristik bilgilerini içerir şekilde genişletilmesi. |                                                                                                                                                          |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |        |        |        |        |        |
| 4            | Yerli ses analizörü ve arıza bulma cihazı donanım ve yazılım tasarımı, algoritma geliştirme, prototip üretimi ve laboratuvar testleri.                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                          |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |        |        |        |        |        |
| 5            | Kapsamlı saha testleri ile geliştirilen ses analizörü ve arıza bulma cihazının revizyon çalışmalarının gerçekleştirilmesi.                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                          |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |        |        |        |        |        |
| 6            | Şebeke elemanları arıza potansiyeli, geliştirilecek ses analiz ve arıza bulma cihazı ile arıza belirleme konularında edaş personeline eğitim verilmesi.                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                          |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |        |        |        |        |        |
| 7            | Proje sonunda elde edilen tüm veriler değerlendirilerek edaş ın işletme sahasının tamamında yeni geliştirilecek yöntem ve ekipman kullanılmasının fayda maliyet çalışmasının yapılması ve bir yol haritasının hazırlanması.                                                                                                                    |                                                                                                                                                          |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |        |        |        |        |        |
| 8            | Final Raporu                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                          |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |        |        |        |        |        |

**Tablo 2. Süre Artışına Bağlı Gerçekleşen Zaman Takvimi**

| Proje İsmi                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Ses Sinyallerinin Dinlenmesi ve Analiz Edilmesine Dayalı Arzalı Dağıtım Şebeke Elemanlarının Tespit Edilmesine Yönelik Yöntem ve Cihaz Geliştirilmesi |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 1. Ay                                                                                                                                                 | 2. Ay | 3. Ay | 4. Ay | 5. Ay | 6. Ay | 7. Ay | 8. Ay | 9. Ay | 10. Ay | 11. Ay | 12. Ay | 13. Ay | 14. Ay | 15. Ay | 16. Ay | 17. Ay | 18. Ay | 19. Ay | 20. Ay | 21. Ay |
| İş Paketleri                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                       |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| Edaş Şebekesine bağlı bulunan ve ileride entegrasyonu düşünülen sistemlerin incelenmesi ve anormal çalışma durumlarının belirlenmesi, şebeke ekipmanları haritasının oluşturulması ve kapsamlı literatür araştırması                                                                                                                           |                                                                                                                                                       |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                       |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                       |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| Ses analizi konusunda piyasada bulunan cihazların tedarik edilerek incelenmesi, test edilmesi ve söz konusu cihazlar ile normal ya da anormal çalışan şebeke ekipmanlarının ses analizlerinin gerçekleştirilmesi ve ortaya çıkan sonuçlar ile şebeke elemanları haritasının ses sinyal karakteristik bilgilerini içerir şekilde genişletilmesi |                                                                                                                                                       |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                       |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| Yerli ses analizörü ve arıza bulma cihazı donanım ve yazılım tasarımı, algoritma geliştirme prototip üretimi ve laboratuvar testleri.                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                       |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| 4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                       |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| Kapsamlı saha testleri ile geliştirilen ses analizörü ve arıza bulma cihazının revizyon çalışmalarının gerçekleştirilmesi                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                       |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| 5                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                       |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| Şebeke ekipmanları arıza potansiyeli, geliştirilecek ses analiz ve arıza bulma cihazı ile arıza belirlenme konularında Edaş personeline eğitim verilmesi                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                       |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| 6                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                       |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| Proje sonunda elde edilen tüm verilerin değerlendirilerek Edaş'ın işletme sahasının tamamında yeni geliştirilecek yöntem ve ekipmanın kullanılmasını fayda maliyet çalışmasının yapılması ve bir yol haritasının hazırlanması                                                                                                                  |                                                                                                                                                       |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| 7                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                       |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| Final Raporu                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                       |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |

## C.2. İş Paketleri

Aşağıda projedeki iş paketlerin bilgileri gerçekleşme durumlarına göre sunulmuştur. Ayrıca EPDK'ya sunulan ilk proje öneri raporuna göre sapmalar ve değişiklikler varsa bunlar da ilgili iş paketinde açıklanmıştır.

### C.2.1 İş Paketi-1

Kısmi deşarj oluşumu, tespiti ve elektrik dağıtımda kullanılan taşınılabilir kısmi deşarj tespit cihazları ile ilgili kapsamlı literatür araştırması yapılmış ve elde edilen veriler Literatür Raporu adlı çıktı içerisinde anlatılmıştır. Bununla beraber ses sinyallerinin analiz edilmesine yönelik yöntem ve referans olarak alınacak cihaza (UltraTev) karar verilmiştir.

### C.2.2 İş Paketi-2

Bu iş paketinde geliştirilecek olan yerli ses analizör ve arıza bulma cihazında (kısmi deşarj tespit cihazı) ses kayıtlarının alınmasında kullanılacak olan piezo mikrofon ve ses kayıt cihazının geliştirilmesi yapılmıştır. Bu cihaz geliştirme işlemi ilk proje öneri formunda bulunmamasına rağmen, ses sinyallerinin analizine bağlı geliştirilecek arıza tespit cihazında hem ses sinyallerinin iletilmesi ile ilgili sonradan bir sorunla karşılaşılması hem de kısmi deşarj bulunmayan sorunsuz ekipmanlardan referans ses sinyallerinin alınabilmesi adına eklenmiştir. Geliştirilecek ses kayıt cihazın üretimi ve saha testleri bu iş paketi içerisinde başarılı bir şekilde sonuçlanmıştır.

### C.2.3 İş Paketi-3

Bu iş paketi daha önce karar verilen referans cihazı UltraTEV Plus<sup>2</sup> Kit 3'ün tedariki ve geliştirilen ses kayıt cihazı ile beraber UltraTev'in sahada ve trafo üretici firmasında ölçüm işlemlerini kapsamaktadır. Proje teklif formundaki iş paketleri ve zaman takvimi göz önüne alındığında bu iş paketinde sapmalar olmuştur. Gecikmeler cihaz tedarikinin beklenenden uzun sürmesi ile hava koşullarının, saha personellerin ve özellikle üretici firmanın uygunluğunun değişiklik göstermesi nedeniyle meydana gelmiştir. Bu sapmalar olmasına rağmen İş Paketi 3 diğer iş paketleri gibi başarılı ve sorunsuz bir şekilde tamamlanmıştır.

### C.2.4 İş Paketi-4

2. ve 3. İş paketlerinde meydana gelen gecikmeler, İş Paketi 4'ün 2 ay geç başlamasına neden olmuştur. Buna ek olarak, projenin yürütülmesinde paralel şekilde sürdürülmesi gereken iş paketleri sayısında artış meydana gelmiştir. İş Paketi 2'de proje kapsamına ilave olarak geliştirilen ses kayıt cihazı vasıtasıyla ivme kazanılmış ve bu iş paketinin planlanan sürede bitirilmesi mümkün olmuştur. Bu iş paketinde; geliştirilecek olan cihazın yazılımsal ve donanımsal işlemleri tamamlanıp alfa prototipi üretilmiştir.

### C.2.5 İş Paketi-5

Alfa prototipin üretimi tamamlanmış olmasına rağmen diğer fazlardaki gecikmeler ve bu gecikmelere bağlı olarak birkaç iş paketinin paralel şekilde yürütülmeye çalışılması; cihaz revize işlemlerin, saha testlerinin ve beta prototip üretiminin bulunduğu İş Paketi 5'teki görevlerin ilk planlanan zaman takvimine göre beklenenden daha uzun sürmesine neden olmuştur. Bununla beraber Alfa prototip üretiminin zamanında tamamlanması amacıyla artan iş yükü de bu duruma eklenince proje uzatması olmadan normal durumda 10. ayda başlanması beklenen 5. İş Paketi 13. ayda başlayabilmiştir. Fakat proje uzatımı ile bu iş paketi de başarılı bir şekilde tamamlanmıştır. Bu iş paketinde cihazın arıza tespiti için yapılan ses analizleri yazılımı revize edilerek güncellenmiştir. Yazılımsal güncellemelere ek olarak profesyonel üretim bir parabolik reflektör ile kontak probu geliştirilmiş ve cihazın batarya, şarj ve mikrofon sistemi gibi parçalarında iyileştirmeler yapılmıştır. Bu iyileştirmeler sonrası yapılan laboratuvar ve saha testleri ile cihazın işlevselliği kanıtlanmıştır.

### C.2.6 İş Paketi-6

İş Paketi 6'da EDAŞ personeline kısmi deşarjın oluşumu, nedenleri ve cihazın oluşan bu kısmi deşarjı nasıl tespit ettiğine dair teorik ve uygulamalı bir eğitim verilmiştir. Bu eğitimin haricinde son revizeleri tamamlanan cihazın sahada nasıl kullanılması gerektiği ve verdiği uyarıların anlamı ilgili de eğitim yapılmış ve cihazın kullanıcı kılavuzu hazırlanmıştır.

### C.2.7 İş Paketi-7

Projenin kullanılması ile elde edilecek kazanımlar ve geliştirilen yerli cihazın maliyetlerini içeren bir doküman hazırlanmıştır. Referans olarak alınan yurt dışı menşeli cihaza kıyasla proje kapsamında geliştirilen ve oldukça benzer değerler gösteren yerli üretim kısmi deşarj cihazının daha uygun fiyata imal edilebileceği anlaşılmıştır. Bu da projenin oldukça başarılı bir şekilde gerçekleştirildiğinin başka bir kanıtı olarak kabul edilmiştir.

### C.2.8 İş Paketi-8

Proje kapsamında yapılan tüm işleri, karşılan sorunları ve geliştirilen cihazın tüm özelliklerinin görselleriyle yer aldığı bir kapanış raporu hazırlanmış ve proje kapanış toplantısı yapılarak proje bitirilmiştir.

### C.3 Kaynak Kullanımı ve Bütçe Gerçekleşmeleri

Proje teklif formunda belirtilen her bir bütçe kalemi için öngörülen harcamalar ile proje kapsamında gerçekleştirilen harcamalar arasında herhangi bir fark, sapma ya da değişiklik bulunmamaktadır.

### D. Projeden Elde Edilen Katma Değer:

Elektrik dağıtım sektöründe ve diğer sektörlerde kullanılabilecek ses analizine dayalı uzaktan arıza tespiti metodu ve gerekli ekipmanın geliştirilmesi sayesinde sektörlerde yer alan firmaların arıza bulma kabiliyetlerinin artırılmasına yönelik katma değer sağlayabilecektir. Proje kapsamında geliştirilecek olan DSP (dijital sinyal işleme) tabanlı algoritmalar, elektrik dağıtım sektörüne teknik kalitenin iyileştirilmesi alanında da kullanılabilecek teknik bir “know-how” birikimi kazandıracaktır. Bununla beraber önemli bir yurtdışı teknolojinin yerleştirilmesi ve elektrik dağıtım sisteminde tam uyumlu şekilde kullanılmaya başlanması ülkemiz teknolojik seviyesine ve ülke ekonomimize katkı sağlayacaktır. Proje sonucunda elde edilecek diğer önemli çıktılar ise geliştirilen cihaz ile şebekedeki arızaların oluşmadan önce tespit edilerek giderilmesi ile teknik- ticari kalitenin artırılması ve tedarik sürekliliğinin iyileştirilmesidir. Ayrıca yine yapılacak tespit ve onarımlar sayesinde şebekenin ve şebeke üzerindeki aksiyonların iş sağlığı ve güvenliği açısından iyileştirilmesi sağlanacaktır. Böylece çalışanların yaralanma ya da can kaybı riskleri azaltılacaktır. Yine arıza tespitine ve durum bazlı önleyici bakımların yapılması sayesinde ise mevcut ekipmanların yenilenme ve bakım ihtiyacına yönelik yatırım miktarının azalması ile elektrik dağıtım sektörüne ve ülkemiz ekonomisine katma değer sağlaması beklenmektedir. Ayrıca bu yerleştirilmiş arıza tespit cihazının yaygınlaştırılması adına sonraki adımlarda gerek sahadaki farklı güçteki ve gerilim seviyesindeki ekipmanlardan gerekse aynı ekipmanın farklı yüklenmelerinde cihaz ile ölçümler alınıp, oluşturulan veri seti ışığında yazılımsal iyileştirmeler yapılabilecektir. Böylece hem yerli hem de yurtdışı muadillerine göre daha ekonomik bir şekilde profesyonel bir cihaz üretilmiş olacaktır.

### E. Projede Yaşanılan Sorunlarla Karşılaşılan Riskler ve Bunlardan Elde Edilen Deneyimler:

#### E.1. Cihazdaki Elektriksel Devre Kaynaklı Sorunlar:

Kısmi deşarjın neden olduğu ultrasonik ses sinyallerini saptamak projede geliştirilecek cihazın ilk temel girdisidir. Fakat ilk prototipin geliştirilme aşamasında transdüserlerin (mikrofonlar) alınan sinyalinin çok küçük olduğu gözlemlenmiştir. Transdüserler tarafından alınan sinyalin mikro amper seviyelerinde olması ve gürültünün de buna eklenmesi nedeniyle, ultrasonik ses sinyalinin mikroişlemci tarafından istenildiği gibi algılanması için sinyal seviyesinin büyütülmesi gerekmektedir. Bunun için iki aşamalı yükseltme işlemi yapan iki yükselteç devresi tasarımı bilgisayar ortamında yapılmıştır. Fakat simülasyonlardan elektronik devreye geçilince tasarlanan yükselteç düzeneğinin beklenildiği gibi çalışmadığı anlaşılmıştır. Bunun nedeninin gerçek ortamda tüm elektronik devre ekipmanlarının bir toleransı olduğu gerçeği yüzünden oluştuğu anlaşılmıştır. Böylece tasarım, devre ekipmanlarının en kötü tolerans değerleri dikkate alınarak her koşulda düzgün çalışabilecek şekilde revize edilmiştir. Bununla beraber sinyal yükseltme işlemine bağlı olarak elektronik ya da dijital cihazlarda görülen ve gürültü olarak da adlandırabilecek parazit salınımlar (Parasitic oscillations) ortaya çıkmıştır. Bu parazitleri ortadan kaldırmak için bypass kapasitörler ve kontrol döngüsü devreleri değiştirilmiştir. Böylece kısmi deşarj tespitinde karşılaşılabilecek ve proje için risk oluşturabilecek en temel sorunlar ortadan kaldırılmıştır.

### E.2. Gürültülerin Engellenmesi:

Tasarlanan cihaz, benzer cihazlar gibi dış ortamda bulunan birçok kaynaktan gürültü alabilmektedir. Bu nedenle, istenilen frekans haricinde oluşan ses sinyallerinin (gürültü) ortadan kaldırılabilmesi amacıyla cihazın elektronik devresinde yükselteç hariç birkaç kademeli filtreleme de ihtiyaç duyulmaktadır. Geliştirilen cihazda kısmi deşarj tespiti için 40 kHz frekansı ve %10 değişim dikkate alındığı için band genişliği oldukça dar olmuştur. 36 kHz ile 44 kHz band genişliğine sahip bir filtrelemenin yapılması daha önce bahsettiğimiz gibi devre ekipmanları tolerans gösterdiğinden oldukça çok zor olmuştur. Fakat bu sorun da bilgisayar ve laboratuvar altında yapılan çalışmalar ile beta prototipinde çözülüp, cihazın ölçümlerde olası gürültüleri kısmi deşarj olarak algılamasının önüne geçilmiştir.

### E.3. Cihaz Aksesuarlarının Saha Koşullarına Uygun Revizesi:

Geliştirilen kısmi deşarj ile arıza tespiti yapan yerli cihazın aksesuarları ilk prototip üretimi (alfa prototip) sonrası revizeye gidilmiştir. Burada alfa prototip referans alınan cihaz ile karşılaştırıldığında yeteri kadar hassaslıkta ve doğrulukta çalışmadığı gözlemlenmiştir. Bu nedenle cihazda kullanılan mikrofon sayısı ve tipi değiştirilerek iyileştirilmiştir. Böylece projenin beklenen kalitenin altında sonuçlanmasına neden olabilecek bir sorun ortadan kaldırılmıştır. Bunun haricinde kapalı ortamlarda (ses dalgalarının çıkabileceği boşluk olmayan olmayan) ses sinyallerinin tespitinin istenildiği düzeyde yapılamadığı anlaşılmış bu sorunu çözmek adına kontak probu olarak adlandırılan yeni bir aksesuar geliştirilmiştir. Bununla beraber alfa prototipte parabolik reflektörün opak olarak üretilmesi ölçüm yapılan ekipmanının yerinin tam olarak anlaşılmamasına neden olmuştur. Bu nedenle daha profesyonel ve hedef alınabilmesi için lazeri olan saydam bir reflektör ile değiştirilmiştir. Böylece geliştirilen cihazın hassaslığı ve doğruluğu artırılmış ve proje başındaki konan hedeflere ulaşılmıştır.

### F. Proje Kazanımlarının Diğer Dağıtım Şirketleri ile Paylaşılmasına Yönelik Öneriler:

Proje sonucunda elde edilen katma değerlerin diğer dağıtım şirketleri ile paylaşılabilmesi için yapılacak öneriler aşağıda verilmiştir:

- Proje sonuç raporunun diğer dağıtım şirketleri ile paylaşılması,
- EPDK yetkililerine düzenlenecek bir toplantıda proje ile ilgili sunum yapılması,