



UYARI: Proje örnekleri; bütünlük arzeden ideal bir proje anlamına gelmemekle birlikte, araştırmacılara proje yazımında yardımcı olmak ve fikir vermek amacı ile daha önce TÜBİTAK'a sunulan çeşitli projelerin Özet/Abstract, Amaç ve Hedefler, Konu, Kapsam ve Literatür Özeti, Özgün Değer, Yöntem, Proje Yönetimi, Ekip ve Araştırma Olanakları ile Yaygın Etki bölümlerinden alıntılar yapılarak oluşturulmuştur.

1001 – BİLİMSEL VE TEKNOLOJİK ARAŞTIRMA PROJELERİNİ DESTEKLEME PROGRAMI

Başvurunun bilimsel değerlendirmeye alınabilmesi için, Arial 9 yazı tipinde hazırlanması ve toplamda 20 sayfayı geçmemesi gerekmektedir. (EK-1 ve EK-2 hariç) (*)

Araştırma proje önerisi değerlendirme formuna

http://www.tubitak.gov.tr/tubitak_content_files/ARDEB/destek_prog/danisman_panelist/DA_Panelist_Proje_Onerisi_Degerlendirme_Formu.doc
adresinden ulaşabilirsiniz.

1. PROJE ÖZETİ

Proje başlığı, özeti ve anahtar kelimeler Türkçe ve İngilizce yazılmalıdır. **Proje özetleri birer sayfayı geçmemelidir.** Özet (summary) projenin soyut bir tanıtımı değil, ana hatları ile önerilen projenin:

- Amacı,
- Konunun kısa bir tanıtımı, neden bu konunun seçildiği ve özgün değeri,
- Kuramsal yaklaşım ve kullanılacak yöntemin ana hatları,
- Ulaşılmak istenen hedefler ve beklenen çıktılar bilimsel, teknolojik ve sosyo-ekonomik ne tür katkılarda bulunabileceği hususlarında ayrı paragraflar halinde kısa ve net cümlelerle bilgi verici nitelikte olmalıdır. Anahtar Kelimeler ve İngilizce karşılıkları (keywords) uluslararası literatüre uygun bir şekilde seçilerek özet sayfasının sonundaki ilgili bölümde ayrıca belirtilmelidir.

Proje Başlığı : xxx

Proje Özeti

Yaklaşık iki yüzyıllık bir geçmişi olan üç boyutlu görüntüleme teknikleri günümüzde ekran üreticilerinin yoğun olarak çalıştıkları bir konu haline gelmiştir. Hali hazırda yerli ve yabancı birçok tüketici elektroniği firması pazara çeşitli ürünler sunmuştur. Ancak ürünlerin genelinde gözlük kullanımı söz konusudur. Günümüzde ilgili çevreler tarafından son kullanıcıya rahatlık ve kullanımda kolaylık sağlama amacıyla gözlüksüz üç boyutlu görüntüleme düzeneklerinin geliştirilmesi düşünülmektedir.

Bu projede önerilen sistem mimarileri sayesinde gözlük gerektirmeyen tek kullanıcı ve çok kullanıcı 3-boyutlu gösterime olanak veren prototipler geliştirilecektir. Çok kullanıcı sistem aynı zamanda farklı açılardan bakıldığında farklı görüntüler sunabiliyor olacaktır. Bu tür bir düzenek için oldukça fazla "voxel" (hacimsel görüntü elemanı) oluşturabilen bir donanıma ihtiyaç duyulmaktadır. Proje içerisinde mikro-elektro-mekanik sistem (MEMS) teknolojisi kullanan lazer tarayıcı tabanlı pikoprojektörler, bir dizin halinde getirilerek kullanılması düşünülmektedir. Bu sayede istenilen miktarda "voxel" oluşturulmasının sağlanacağına inanılmaktadır. Proje;

- 32-40 arası piko-projektörden oluşan bir diziyi sürmek için gereken donanımın geliştirilmesini,
- Uygun içerik hazırlama için yazılım geliştirilmesini,
- Uygun ekran teknolojisi için optik tasarımlar yapılmasını ve bu tasarımların üretilmesini,
- Mekanik tasarımların yapıp sistemin bütünleştirilmesini
- Çoklu kullanıcı için 3-boyutlu görüntü oluşturulması

Hedeflemektedir.

Önerilen sistemin özgün değer ve özgün katkı sağlayacak olan özellikleri aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- Yeni bir mimari kullanarak gözlük kullanmayı gerektirmeden tek veya çok kullanıcı için ve farklı açılardan görüntüyü aynı anda veren 3-boyutlu görüntü oluşturabilmesi ve bu sayede TV ve simülatör benzeri birçok uygulama için uygun olması,
- Lazer yansıtımı sayesinde görüntünün her yerde net olması havada oluşturulan piksel boyutlarının herhangi bir ekrandaki boyutlara yakın olması ve bu sayede derinlik hissinin çok daha başarılı şekilde kullanıcıya verilebilmesi,
- Diğer teknolojilere göre daha fazla farklı görüntüyü yüksek çözünürlük ile verebilmesi ve mimarinin büyütülebilir bir mimari olması,
- Lazer ışık kaynağı kullanması sayesinde mümkün olan en geniş renk gamını üretebilmesi,
- Lazer projeksiyon sistemleri, sıvı kristal ekran kullanan sistemlere göre daha küçük ve çok daha basit bir mimariye sahip olması sebebiyle küçük hacimli mekanik tasarımların oluşturulabiliyor olması,
- Proje sonunda üretilen donanım farklı uygulamalar için de kullanılabilir çok amaçlı bir platform olacaktır ve farklı uygulamalar için de denenebilecektir.

Mevcut 3-boyutlu ekran teknolojilerinin olumsuz yönleri proje önerisinde incelenmiştir. Projenin özgün bir nitelikte olması sebebiyle başarılı sonuçlanması durumunda ürünün patent alınarak korunması ve ticari amaçlı hale getirilmesi yüksek bir olasılıktır. Bilgi birikiminin yerli bir üreticiye aktarılması durumunda yabancı üreticilere karşı üstünlük sağlanmış olacaktır ve Türkiye'yi konu itibarıyla uluslararası ortamda öncü konumuna getirebilecektir. Oluşacak olan ürün, harita gösterimi veya



benzeri birçok iş için kullanılabilir olması sebebiyle savunma sanayiden kişisel kullanıma kadar birçok yerde mevcudiyet göstermesi yüksek olasılıklıdır. Eğitim ve öğretimde görsel anlatımın önemi çok açık olup, eğitim kurumlarında böyle bir aygıtın kullanılması öğrenciler açısından öğrenim kolaylığı sağlayacaktır.

Anahtar Kelimeler:xxx

Project Title : xxx

Project Summary

3D display Technologies is a hot topic for display manufacturers that has been investigated nearly two centuries. Currently, there are several local and international consumer electronics firm that have several products on the market. But most of the products require its users to wear glasses. Related manufacturers and academical institutions are working towards to same goal so called "3D auto-stereoscopic display technology" to swenhance experience and to comfort end-users by getting rid of glasses.

In the scope of this project, it is planned to build several prototypes that can be capable of providing 3D vision to single and multiple users. Prototype for multiple users will be able to provide different views from different viewing angles. For the purpose that is stated in the last sentence, a structure that can create high numbers of voxel is a necessity. In this project it is planned to use Pico Projectors that are based on MEMS based laser scanners, these Pico Projectors will be aligned in a certain configuration to be able to create enough number of voxel. Main goals of the project can be summarized as follows:

- development of a hardware that can drive 32-40 Pico Projector array,
- development of a software that is able to prepare 3D content,
- development of necessary transfer screen technology,
- development of mechanical structure,
- and finally providing 3D vision to the end-user by integrating all necessary parts.

Unique points of this proposed project can be listed and summarized as in below:

- A device that can provide different auto-stereoscopic views from different viewing angles to a single user or multiple users is proposed and it is applicable to many applications such as TV and its equivalents.
- With the help of laser projection, final image is clear in every viewing zone and fact that pixels on air are close to the same dimensions on the transfer screen will enhance the 3D vision.
- When compared with the existing technologies, the proposed way have higher number of multiple views, higher resolution and the system can be scalable to larger sizes.
- With the help of laser projection, it is possible to achieve higher number of colors (Bigger color gamut).
- With the help of laser projection, the system will be compact mechanical wise and more simplified when compared to liquid crystal display systems
- At the end of the project, the proposed hardware will be able to provide big number of different applications and it will be tested for different purposes.

Disadvantages of existing 3D displays are discussed inside project document. Due to the novelty proposed in this proposal, with a successful prototype, it is highly possible to have patents and to attract interest from market. If the knowhow of this technology is transferred to a local manufacturer, the local manufacturer will be advantageous over the international manufacturer. As a result of this fact, the international position of Turkey will be the technology and motivation leading. The final prototype can be used as a 3D Map display systems and so on, due to this fact it is highly possible to find application fields from defense industry to consumer electronics. 3D displays can also enhance teaching in schools which believed to increase efficiency in Schools or similar institutions.

Keywords:xxx

2. AMAÇ VE HEDEFLER

Projenin amacı ve hedefleri ayrı bölümler halinde kısa ve net cümlelerle ortaya konulmalıdır. Amaç ve hedeflerin belirgin, ölçülebilir, gerçekçi ve proje süresinde ulaşılabilir nitelikte olmasına dikkat edilmelidir.

Bu projenin temel amacı, yüksek teknolojiye dayanan mikrodalga tıbbi görüntüleme cihazlarının iyileştirilmeleri ve



hassasiyetlerinin artırılması için,

(1) bilgisayar ortamında modellenmeleri ve bu sayede ileriye dönük karmaşık problemlerin yüksek doğrulukta çözümlerinin gerçekleştirilmesidir,

(2) yüksek teknolojiye dayanan ve yüksek çözünürlüklü bir deneysel mikrodalga görüntüleme sisteminin prototipinin kurulmasıdır, ve

(3) elektromanyetik ters problemlerin çözülebilmesi için yeni yöntemler geliştirilmesi ve elektromanyetik düz problemlerinin geliştirilebilmesi için hızlı çözüm algoritmaları ve paralel bilişim olanaklarının kullanılmasıdır.

Bu doğrultuda,

a) çeşitli insan dokuları ve bu dokular içindeki olası implantlar bilgisayar ortamında yüksek doğrulukta modellenecek,

b) bu dokuların görüntüleme cihazlarında oluşturdukları sinyaller yüksek doğrulukta hesaplanacak,

c) elde edilen sayısal değerler cihazların iyileştirilmeleri ve hassasiyetlerinin artırılması için kullanılacak,

d) deneysel mikrodalga görüntüleme sistemi kurulacak,

e) elde edilen deneysel veriler kullanılarak ters problemler çözülecek ve tıbbi görüntüler elde edilecektir.

Bilgisayar ortamında yüksek doğrulukta benzetimler için diyelektrik, kayıplı (lossy) diyelektrik ve bileşik diyelektrik-iletken cisimleri içeren karmaşık elektromanyetik problemlerinin çözümleri gerçekleştirilecek ve bu amaç doğrultusunda yüksek kabiliyetli hızlı ve paralel çözümler geliştirilecektir.

3. KONUSU, KAPSAM ve LİTERATÜR ÖZETİ

Proje önerisinde ele alınan konunun kapsamı ve sınırları, projenin araştırma sorusu veya problemi açık bir şekilde ortaya konulmalı ve ilgili bilim/teknoloji alan(lar)ındaki literatür taraması ve değerlendirilmesi yapılarak proje konusunun literatürdeki önemi, arka planı, bugün gelinen durum, yaşanan sorunlar, eksiklikler, doldurulması gereken boşluklar vb. hususlar açık ve net bir şekilde ortaya konulmalıdır.

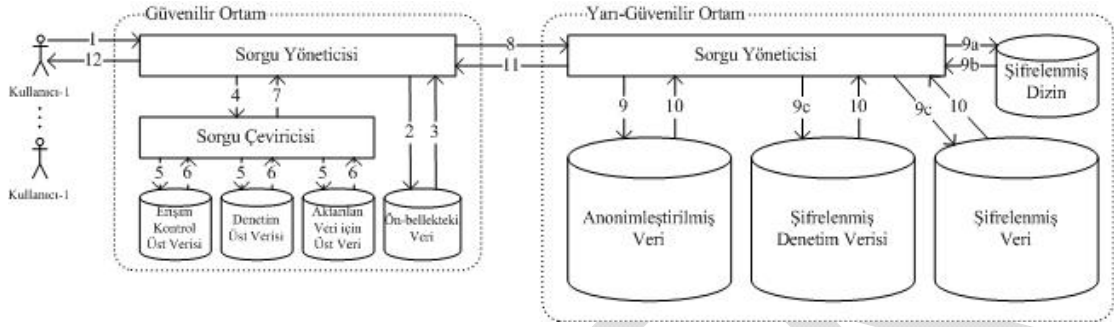
Literatür değerlendirmesi yapılırken ham bir literatür listesi değil, ilgili literatürün özet halinde bir analizi sunulmalıdır. Referanslar <http://www.tubitak.gov.tr/ardeb-kaynakca> sayfasındaki açıklamalara uygun olarak EK-1'de verilmelidir.

Günümüzde bilişim sektöründe çalışan birçok kurum, veri tabanlarının saklanması ve yönetimi ile tek başına uğraşmak yerine bu konuda uzmanlaşmış bulut bilişim desteği sağlayan büyük şirketlerden yararlanmayı tercih edebilmektedir. Verilerin bulut sunuculara aktarılması daha düşük maliyetler ile veri depolama ve işleme yapılmasına olanak vermektedir. Ancak bulut sunuculara aktarılan bilgiler kritik öneme sahip (gizli ya da hassas) bazı bilgiler içeriyorsa, bu bilgilerin sunucu tarafından öğrenilmesinin engellenmesi gerekir.

Bu projede bulut sunucusuna aktarılmış şifrelenmiş veriler üzerinden (i) anahtar kelime araması, (ii) aralık sorgulaması ve (iii) k-en yakın komşu araması sorgularını hızlı ve etkin bir şekilde gerçekleştirebilen yeni bir sistem önerilmektedir. Önerilen sistem, veri hakkındaki kritik bilgilerin bulut sunucusu tarafından öğrenilmesini engelleyen, bir başka deyişle mahremiyeti koruyan, güvenli bir sistem olarak tasarlanmıştır. Projede çok büyük miktarlarda olan, hızla oluşan ve içerdiği bilgilerin çeşitliliği nedeniyle yönetilmesi teknolojik olarak belirli zorluklar içeren büyük veri sistemleri için güvenlik ve mahremiyeti koruyan teknolojiler geliştirilmesi hedeflenmektedir. Bunun için, büyük verinin işlenmesinde önemli avantajlar sunan ilişkisel olmayan veri tabanı modelleri (NoSQL) üzerinde çalışılacaktır. Projede, özellikle büyük veri için ilişkisel olmayan veri tabanları üzerinde uygulanacak mahremiyeti artırıcı teknikler önerilerek hem bu alandaki önemli problemlere kuramsal çözümler üretilecek, hem de pratikte kullanılabilir yöntemler geliştirilecektir.

Önerilen sistemin yapısı iki temel bölümden oluşmaktadır: (i) Sınırlı depolama ve işlem gücü görece az olan bir *Güvenilir Ortam* ve (ii) çok daha fazla depolama alanı ve daha yüksek işlem gücü sağlayan bir *Yarı-Güvenilir Ortam*. Yarı-güvenilir ortam Amazon, Google gibi genel (public) bir bulut servis sağlayıcı olabilir. Bu tür servis sağlayıcılar onlara aktarılan verilerden bazı gizli bilgileri öğrenebileceği için belli bir güvenlik riski vardır. Ancak bu servis sağlayıcılar verilerin asıl sahibiyle bir servis anlaşması (service level agreement) imzaladıkları için aynı zamanda anlaşma kapsamında güvenilirlerdir. Bu yüzden literatürde aradaki protokole uyan, ancak doğal olarak ortaya çıkan bilgileri de görebilen taraflar yarı-güvenilir (semi-trusted) olarak adlandırılmaktadır. Güvenilir bir ortam ise özel/kişisel bir bulut sisteminde yaratılabilir. Önerilen, genel sistem mimarisi, hem genel hem de kişisel bulut imkanlarından beraber faydalanan melez bir yapıdan oluşmaktadır.

Önerilen sistemde, şifrelenmiş olarak buluta aktarılan veri üzerinde üç farklı tipte sorgu yapılabilecektir. Öncelikle, anahtar kelime ya da kelimeler ile arama temel sorgu tipi mümkün olacaktır. Bu tür aramaları desteklemek için veri buluta aktarılmadan önce şifrelenmiş bir indeks oluşturulacak ve tüm aramalar güvenlik ve mahremiyeti koruyan bu indeks üzerinden hızlı bir şekilde yapılacaktır. İkinci olarak, aralık sorgulamaları da (range search) önerilen sistem tarafından desteklenecektir. Bu yöntem için kovalara ayırma (bucketization) ve sıralamayı koruyan şifreleme (order-preserving encryption) yöntemleri kullanılacaktır. Son olarak sistemin destekleyeceği bir diğer sorgu yöntemi olan k -en yakın komşu sorguları, aktarılan veri üzerinde denetim (auditing) ve istismar tespiti gibi daha karmaşık işlemleri yapmaya olanak sağlayacaktır. Sorgulamalar şifreli mesajlar üzerinde yapılacağından ve sorgunun kendisi de şifreli olacağından bu sorgular sırasında, ne kullanıcının neyi sorguladığı takip edilebilecek (sorgu mahremiyeti), ne de aldığı cevaplar görülebilecektir. Bu üç temel sorgulama tipi kullanılarak daha karmaşık türden işlemler gerçekleştirilmek mümkün olacaktır.



Şekil 1: Önerilen sistem yapısı

Şekil 1'de kullanıcının aktarılan veri üzerinde sorgu yapmak istediği örnek bir senaryo gösterilmektedir. İlk önce kullanıcı sistem ile bağlantı kurup sorguyu yollar (adım 1). Sorgu Yöneticisi (Query Manager) sorgunun ön-bellekteki veri (cached data) ile cevaplanabilirliğini kontrol eder (adım 2,3). Yarı-güvenilir ortam temel olarak NoSQL sistemlerinden oluştuğu için, güvenilir ortamda ön-belleğe atma operasyonu görece kolay gerçekleştirilebilir. Örnek olarak eğer bir anahtar kelime ile arama sorgusu daha önce yapıldıysa, aynı anahtar kelime için yapılan bir başka sorguyu, sistem veriyi doğrudan ön-bellekten çekerek cevaplayabilir. Eğer sorgunun cevabı ön-bellekte yok ise, sorgu yarı-güvenilir ortama yollanmadan önce dönüştürülmeli ve güvenli/gizli/şifreli hale getirilmelidir. Bunun için sorgu yöneticisi sorguyu sorgu çeviricisine (query translator) yollar (adım 4). Sorgunun tipine göre, sorgu çeviricisi gerekli üst-veriyi (meta-data) kullanarak sorguyu gizli hale dönüştürür (adım 5,6). Daha sonra, dönüştürülmüş sorgu, sorgu çeviricisi tarafından sorgu yöneticisine (adım 7) ve oradan da yarı güvenli ortama yollanır (adım 8). Eğer sorgu k -en yakın komşu sorgusu ise aktarılan anonimleştirilmiş veri kullanılarak cevaplanır (adım 9,10). Diğer sorgu tipleri için yarı-güvenilir ortamdaki sorgu yöneticisi gerekli indeks değerlerini şifrelenmiş indeksten çeker (adım 9a, 9b) ve sorgu tipine göre şifrelenmiş denetim verisini ya da şifrelenmiş veriyi kullanarak sorguyu çalıştırır (adım 9c, 10). Sorgu çalıştırdıktan sonra gelen cevapları yarı-güvenilir ortamdaki sorgu yöneticisi güvenilir ortama yollar (adım 11). Son olarak güvenilir ortamdaki sorgu yöneticisi dönen verileri inceleyerek hatalı dönen verileri ayıklar. Ayıklama işleminden sonra cevap ön-belleğe kaydedilir ve kullanıcıya yollanır (adım 12).

Literatürde, önerilen projenin çözmeyi amaçladığı problemin belli parçaları üzerine çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Ancak bir bütün halinde büyük veri üzerinde mahremiyet korumalı veri madenciliği yapan çalışma bulunmamaktadır. Proje konusundaki literatür analizi aşağıda verilmiştir.

Gizli Bilgi Erişimi ve Mahremiyet Korumalı Anahtar Sözcükle Arama

Son yıllarda internet kullanımında kişisel veriler ile ilgili mahremiyetin öneminin artmasıyla birlikte iki yeni kavram ortaya çıktı; Gizli Bilgi Erişimi (PIR) (Private Information Retrieval) ve Mahremiyet Korumalı/Güvenli Anahtar Sözcükle Arama (Privacy-Preserving Keyword Search). Gizli Bilgi Erişimi, bir kullanıcının/istemicinin veri tabanından bir veriyi çekerken veri tabanı servis sağlayıcısının hangi bilginin çekildiğini öğrenmesini engelleyen protokollere verilen genel isimdir. Bu protokollerde, kullanıcı hangi veriyi çekeceğini önceden bilir ve o verinin tanımlayıcısı (ID) ile veriyi erişir. Bu işlem sırasında sunucu verinin tanımlayıcısını ve dönen veriyi öğrenemez. Bu kavram ilk olarak Chor ve ark. [Hata! Başvuru kaynağı bulunamadı.] tarafından sunulmuştur. Bu makalede yedeklenmiş veri tabanı (replicated database) kullanılarak enformasyon teorisi açısından güvenliği ispat edilebilir bir PIR protokolü önerilmiştir. Bu çalışmadan sonra bu konuda pek çok yayın yapılmıştır. Aguilar-Melchor ve Gaborit [Hata! Başvuru kaynağı bulunamadı.], [Hata! Başvuru kaynağı bulunamadı.] kodlama teorisi (coding theory) ve kafes (lattice) yapılarını kullanan tek sunuculu, hızlı iki farklı protokol önermiştir. Lipmaa ikili karar çizgeleri (binary decision diagrams) ve Damgard-Jurik homomorfik açık anahtarlı şifreleme sistemlerinden faydalanarak daha da verimli/hızlı bir yöntem sunmuştur. Trostleve ve Parish [Hata! Başvuru kaynağı bulunamadı.] gizli arkakapı (trapdoor) tabanlı, tek sunuculu başka bir yöntem önermiştir. Bu yöntemde gizli arkakapı bilgisine sahip öge (entity) gizli arkakapı bilgisi yokken hesaplanması zor olan bir problemi (örnek olarak ayrık logaritma problemi, (discrete logarithm problem)) hesaplayabilmekte ve bunu kullanarak istediği veriye gizli bir şekilde ulaşabilmektedir. Her ne kadar Sion ve Carbutar çalışmalarında [Hata! Başvuru kaynağı bulunamadı.] mevcut PIR yöntemlerinin veri tabanındaki verilerin tümünün kullanıcıya doğrudan yollanmasıyla yapılacak en basit (trivial) çözümden daha iyi olmadığını iddia etmişlerse de, Olumofin ve Goldberg'in [Hata! Başvuru kaynağı bulunamadı.] çok yeni çalışmalarında gerçekçi/makul hesaplama gücü (computational power) ve bilgisayar ağı bant genişliği (network bandwidth) sağlandığı sürece, mevcut PIR metodlarının en basit (trivial) çözümden 10 ila 1000 kat (1 to 3 orders of magnitude) daha iyi uçtan uca tepki süresine (end-to-end response time) sahip olduğunu göstermişlerdir.

PIR protokollerinde istemcinin istediği verinin tanımlayıcısını bildiği varsayılır. Mahremiyet korumalı anahtar sözcükle arama yöntemlerinde ise kullanıcı gereksinim duyduğu verilerin hangileri olduğunu önceden bilemez; bunlara istediği verilerle ilgili olabilecek anahtar sözcükleri ile sorgulama yaparak ulaşır. Kullanılan anahtar sözcükleri de hassas/gizli/mahrem olduğundan bunları sunucunun öğrenmesi engellenir. Bu konudaki ilgili çalışmalar iki ana grupta toplanabilir: tek anahtar kelime ile sorgu ve çok anahtar kelime ile sorgu algoritmaları. Çok anahtar kelimeli sorgularda birden fazla anahtar kelime mantıksal VE işlemi ile birleştirilir.

Literatürdeki çalışmaların büyük bir çoğunluğu tek anahtar kelime ile sorgu üzerinedir. Goh **[Hata! Başvuru kaynağı bulunamadı.]**, aranabilir simetrik şifreleme (searchable symmetric encryption) yöntemlerinin güvenlik gereksinim ve tanımlarını yapmıştır. Mahremiyet korumalı tek anahtar sözcük ile arama için ilk yöntemlerden biri Ogata ve Kurosawa **[Hata! Başvuru kaynağı bulunamadı.]** tarafından yayımlanmıştır. Bu çalışmada RSA algoritmasının kör imza (blind signature) türevi kullanılmıştır. Ancak, her bir veri tabanı erişimi için gereken masraflı açık anahtar şifreleme operasyonları nedeniyle bu yöntemin pratikte uygulanabilirliğinin çok sınırlı olduğu anlaşılmıştır. Daha sonra Wang ve ark. **[Hata! Başvuru kaynağı bulunamadı.]** farklı bir mahremiyet korumalı tek anahtar sözcük ile arama metodu önermişlerdir. Bu çalışmada önerilen yöntemde her anahtar sözcük-doküman çifti için bir ilgililik (relevancy) puanı da içeren şifrelenmiş, devrik indeks (encrypted inverted index) yapısı kullanılmakta ve bu sayede eşleşen sonuçlar sorgu ile alâkalarına göre sıralanabilmektedir. Kuzu ve ark. **[Hata! Başvuru kaynağı bulunamadı.]** tarafından yapılan yeni bir çalışmada ise yerel kritik özüt fonksiyonları (locality sensitive hashes) kullanılarak hızlı bir tek anahtar sözcük ile arama yöntemi önerilmektedir. Bu yöntemin diğer yöntemlerden temel üstünlüğü sorguda meydana gelebilecek yazım hatalarını da belli oranda düzeltip doğru sonuç verebiliyor olmasıdır.

Yukarıda anlatılan çalışmaların tamamı tek anahtar kelime ile sorguya olanak vermektedir. Ancak veri tabanlarının çok büyük olduğu göz önünde tutulduğunda sadece tek anahtar kelime ile yapılan sorgular, kaçınılmaz olarak, büyük bir kısmının istemcinin aradığı ile alâkası olmayan, çok fazla veri ile eşleşecektir. Bu nedenle genel olarak kullanıcılar birden fazla anahtar kelime kullanarak daha detaylı arama yapma eğilimindedirler. Bu tür sorguları destekleyen mahremiyet korumalı çok anahtar kelime ile sorgu yöntemleri de literatürde mevcuttur.

Wang ve ark. **[Hata! Başvuru kaynağı bulunamadı.]** hızlı bir, çok anahtar kelime ile sorgu yöntemi önermiştir. Bu yöntemde her doküman için, dokümanların anahtar kelimeleri bir özüt fonksiyonu ile işlenerek sabit uzunlukta bir ikili dizi oluşturulmaktadır. Benzer şekilde kullanıcının sorgusunda aradığı kelimeler ile de bir ikili dizi oluşturulmakta ve sorgudaki dizi, tüm doküman dizileriyle karşılaştırılarak sorgu ile eşleşen dokümanlar döndürülmektedir. Daha sonra Örencik ve Savaş **[Hata! Başvuru kaynağı bulunamadı.]**, **[Hata! Başvuru kaynağı bulunamadı.]** bu yöntemi geliştirerek hem daha fazla güvenlik sağlayan, hem de eşleşen dokümanların sorgu ile ilişkilerine göre sıralanmasına (ranking) imkan veren bir yöntem önermişlerdir. Cao ve ark. **[Hata! Başvuru kaynağı bulunamadı.]** farklı bir, çok anahtar kelime ile sorgu yöntemi önermişlerdir. Bu yöntemde arama yapmak için anahtar kelimelerin dokümanda geçip geçmediği bilgisi kullanılarak ikili (binary) matrisler oluşturulur. Bu yöntem sorguyu indeks elemanlarıyla karşılaştırmak için gerektirdiği çok büyük matris operasyonları nedeniyle diğer çalışmalardaki yöntemlerden daha yavaştır.

Bu konudaki bir başka çalışma alanı da “Oblivious RAM” konusudur. Erişim örüntüsü (access pattern), hangi verilerin daha sık erişildiğini gösteren istatistikî bilgidir. Bu bilgi, saklamanın gerektirdiği yüksek maliyetten dolayı genel olarak anahtar sözcük ile arama protokollerinde açığa çıkabilir. Saldırgan, şifrelenmiş bir veri tabanında erişim örüntüsünü inceleme imkânı varsa buradan kritik bilgilere ulaşabilir. Oblivious RAM bu sorunu çözmek için bellekte erişilen verilerin yerini sürekli karıştırır. Dolayısıyla erişilen veri daha önce erişilmiş olsa bile hangi veriye erişildiği tam olarak saklanmış olur. Bu konu üzerine literatürde birçok çalışma yapılmıştır **[Hata! Başvuru kaynağı bulunamadı.]**, **[Hata! Başvuru kaynağı bulunamadı.]**, [17]. Ancak bu çalışmalarda önerilen yöntemlerin, çok masraflı oldukları için, gerçek veri tabanlarında pratik olarak kullanımları mümkün değildir. Büyük verilerde arama, sorgulama ve erişim gibi işlemleri daha hızlı bir şekilde yapabilecek yöntemlerin eksikliği şiddetli bir şekilde hissedilmektedir. Bunun için araştırma çalışmalarının artırılması gerekmektedir.

Literatürdeki bu çalışmalar ağırlıklı olarak veritabanının statik olduğunu, çok az sayıda dosya ekleme-silme işlemi, buna karşılık çok fazla sayıda arama işlemi olduğunu varsayar. Bu sayede, maliyetli ancak bir kere yapılan bir aranabilir indeks (searchable index) oluşturma safhasından sonra, bu indeks üzerinde hızlı aramalar yapılır. Ancak bu yapı, çok büyük hızda yeni veri akışının olduğu büyük veri yapısında kullanılabilirliği şüphelidir. Projemizde aşağıda literatür analizi verilen, ilişkisel olmayan veri tabanı sistemleri kullanılarak, çok hızlı değişen büyük veri yapısında kullanılabilir bir sistem öneriyoruz.

İlişkisel Olmayan Veri Tabanı Yönetim Sistemleri (NoSQL DBMS)

Veri tabanı yönetim sistemlerinde ilişkisel olmayan veri tabanı (NoSQL) terimi “not only SQL” yani “sadece SQL değil” ya da “ilişkisel değil” anlamında kullanılır. İlişkisel veri tabanlarından (relational database) farklı olarak, NoSQL sistemleri SQL yapısından yararlanmaz. Dolayısıyla sorgu tipleri ve işlevsellik ilişkisel veri tabanlarından daha sınırlıdır. NoSQL sistemlerinde kullanılabilen üç temel işlem vardır: kaydet, sil ve getir. NoSQL sistemlerinin temel özellikleri şu şekilde özetlenebilir:

- Sorgu tipleri ve işlevsellik sınırlıdır. Kullanılabilen temel işlemler kaydetmek, silmek ve getirmek şeklindedir. Bunların dışında bazı sistemler arttırmak ve bitişirmek işlemlerini de desteklerler.
- NoSQL sistemleri ölçeklenebilir. Veri birçok farklı sunucuya paylaştırılabilir ve her sunucu diğerlerinden bağımsız olarak çalışabilir. Bu sayede NoSQL sistemleri milyonlarca hareketin olduğu ortamlarda, birim zamanda üretilen iş miktarı ve gecikme süresi (throughput and latency) açısından çok daha verimli çalışırlar.
- NoSQL sistemleri ACID özelliklerini (bölünmezlik, tutarlılık, yalıtım, dayanıklılık) sağlamak zorunda değildir. Bu sayede

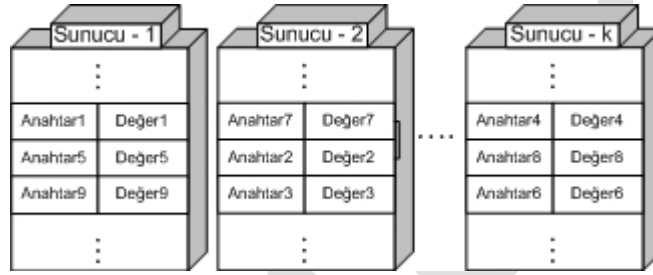
genel performansın optimize edilmesi ve ölçeklendirilmesi amaçlanır.

- İlişkisel veri tabanlarından farklı olarak, NoSQL sistemlerinde, yeni öznitelikler (attribute) dinamik olarak veri tutanağına (data record) eklenebilir. NoSQL sistemlerinde özniteliklerin en başta tanımlanması gerekmez, istenildiği zaman eklenebilir.

NoSQL Kategorileri

Genel olarak NoSQL kullanan veri tabanı yönetim sistemleri üç ana grupta incelenebilir: anahtar-değer deposu (key-value store), belge deposu (document store) ve geliştirilebilir kayıt deposu (extensible record store).

- **Anahtar-Değer Deposu:** (Key-Value Store) Bu sistemde milyonlarca anahtar-değer çifti ilişkili diziler (associative array) kullanılarak dağıtık sistemlerde tutulur. Anahtar-değer çifti herhangi bir değer ve bu değeri eşsiz bir şekilde belirleyen (uniquely identify) bir indeks anahtarından oluşur. Bir anahtar-değer deposu senaryo örneği Şekil 2'de sunulmuştur. Bu örnekte anahtar-değer ikililerin bir özütü alınarak *k* farklı sunucuda tutulur. *Anahtar 3* ile bir belge çekme sorgusu geldiği zaman, NoSQL sorgu yöneticisi önce *anahtar 3*'ün özütünü hesaplar ve *anahtar 3*'ün *Sunucu-2*'de bulunduğunu öğrenir. Sonrasında sorgu yöneticisi *Sunucu-2* ile iletişim kurarak bu sunucudan *anahtar 3*'e karşılık gelen veriyi çeker.

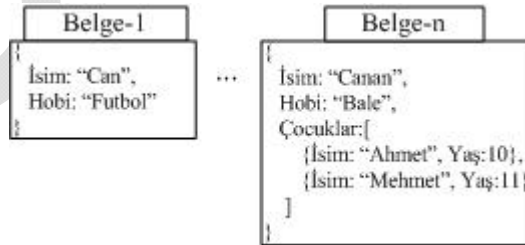


Şekil 2: Anahtar-Değer Deposu

Anahtar-veri deposu yönteminde ilk çalışmalardan en önemlileri Memcached [18] ve Amazon's Dynamo [19] olarak gösterilebilir. Nihai tutarlılık (eventual consistency) kavramının işlevselliği ve performans üzerindeki olumlu etkileri Dynamo [19] tarafından gösterilmiştir. Memcached [18] ise, kalıcı bellek kullanımı yerine RAM üzerinde mümkün olduğu kadar fazla anahtar-değer çifti tutmanın verimlilik üzerinde çok büyük etkisi olduğunu göstermiştir.

Bir anahtar-değer deposu sistemi sadece kaydetme, silme ve getirme işlemlerine olanak verir. Bu sayede birçok bağımsız sunucuda paralel olarak çalışabilir. Ayrıca bu sistemde indeks sadece birincil anahtar (primary key) ile işleme izin verir. Bu sistemin en önemli örneklerinden bazıları Memcached [18], Voldemort [20] ve Tokyo Cabinet [21] olarak sıralanabilir.

- **Belge Deposu: (Document Store)** Adından da anlaşılacağı üzere, bu sistem belgelerden/dokümanlardan oluşan veriler için kullanılır. Anahtar-veri deposu yönteminde olduğu gibi her belge bir belge tanımlayıcısı (document id) tarafından eşsiz bir şekilde belirlenir (uniquely identify). Bu belgeler Şekil 3'te gösterildiği gibi bir grup öznitelik-değer ikilileri içerir. Bu sistemde bir özneliğin alabileceği değer sayısı baştan belirlenmiş ya da sınırlandırılmış değildir. Anahtar-veri deposu sisteminden farklı olarak, Şekil 3'te Belge-n'de gösterildiği gibi, bir öznitelik-değer çifti kendi içinde birçok öznitelik-değer çifti barındırabilir.



Şekil 3: Bir Belge Deposu sistemi örneğinde belgeler

Anahtar-veri deposu sisteminden farklı olarak bu sistemde birden fazla indeks kullanılabilir. Örnek olarak Şekil 3'teki belgeler için, hem isim, hem de belge tanımlayıcısı için ayrı indeksler oluşturulabilir.

Bu sistemi kullanan çalışmaların en önemlilerinden bazıları SimpleDB [22], MongoDB [23] ve CouchDB [24] olarak gösterilebilir.

- **Geliştirilebilir Kayıt Deposu: (Extensible Record Store)** Bu sistem anahtar-veri deposu sistemine benzer bir yapıda



incelemek gerekmektedir. Plazmonik yapılar metallerin görünür ve kızılötesi dalga boylarındaki optik özelliklerinden ötürü çok ufak hacimli kiplere sahiptirler. Bu sayede, daha küçük cihazlar yapmak mümkün hale gelir.

Şimdiye dek gösterilen plazmonik tınlayıcılar, mikro-çember biçimindeki Si benzerlerinin ölçeklenmiş örnekleridir. Ancak tınlayıcılar daha farklı biçimlerle de gerçekleştirilebilir. Mikrodalga yazınında bulunan tekniklerden ilham alıp, tınlayıcıları dalga kılavuzlarının içine doğrudan gömmek de mümkündür. *Bu proje kapsamında önceki araştırma deneyimlerimizden kazandığımız tecrübeler ışığında, plazmonik dalga kılavuzlarına stratejik noktalarda yerleştirilen süreksizlikler sayesinde elde edilen tınlayıcıları temel alan tasarımları ön plana çıkaracağız.* Plazmonik yiv dalga kılavuzlarına eklenen süreksizlikler ile oluşturulacak tınlayıcıları tasarlayıp, üreteceğiz ve onları dallandırıcı, süzgeç ya da çoğullayıcı şeklinde işlevsel kılacağız. Bu yapılar hakkında henüz deneysel bir yayın olmamakla birlikte, fikrin temelleri Dr. Doe ve diğerleri tarafından iki boyutlu dalga kılavuzlarında gösterilmiştir [26][27].

Bu proje kapsamında önerdiklerimiz aşağıdaki sebeplerden dolayı özgündür:

1. Plazmonik dalga kılavuzlarına eklenen süreksizlikler yoluyla tınlayıcı tasarımı henüz üç boyutlu geometrilere uyarlanmamıştır. Bizim çalışmalarımız bu yapıların gerçekçi kullanım koşulları altındaki başarımlarını inceleyecek, örnek tasarımlar ortaya koyacaktır. Bu çalışmalar sonucunda optik ve elektronik bileşenlerin tümleşimine yönelik önemli adımlar atılacaktır. Aynı zamanda ileri derecede sabitlenmiş (*localized*) ve yükseltilmiş optik alanlarla temasa geçmenin faydalı olacağı biyo algılama ya da kuantum optik [28] uygulamaları da bulgulardan faydalanacaktır. Tınlayıcılar ek olarak plazmonik yapıların ana sorunlarından biri olan zayıflama kayıplarını engellemeye yönelik kazanç ortamlarının tasarımına da olanak sağlayacaktır.
2. Yukarıda bahsi geçen tasarımların deneysel gösterimi yoktur. Süreksizlikleri plazmonik dalga kılavuzları içinde kullanma fikri yenidir ve çok ufak boyutlu tasarımlara yol açmaları muhtemeldir. Bu sayede, önceden incelenmemiş dallandırıcı, süzgeç ya da çoğullayıcı tasarımları ortaya koyabileceğiz.
3. Plazmonik yiv dalga kılavuzları CMOS uyumlu üretim tekniklerine kolayca tümleştirilmeye adaydır ve mevcut metal katmanlara gömülebilirler. Henüz yiv dalga kılavuzlarına yönelik tasarımlar mevcut değildir. Çalışmalarımız bu geometrinin optik ara bağlantı uygulamalarında kullanımına önyak olacaktır.

5. YÖNTEM

Projede uygulanacak yöntem ve araştırma teknikleri (veri toplama araçları ve analiz yöntemleri dahil) ilgili literatüre atıf yapılarak (gerekirse ön çalışma yapılarak) belirgin ve tutarlı bir şekilde ayrıntılı olarak açıklanmalı ve bu yöntem ve tekniklerin projede öngörülen amaç ve hedeflere ulaşmaya elverişli olduğu ortaya konulmalıdır.

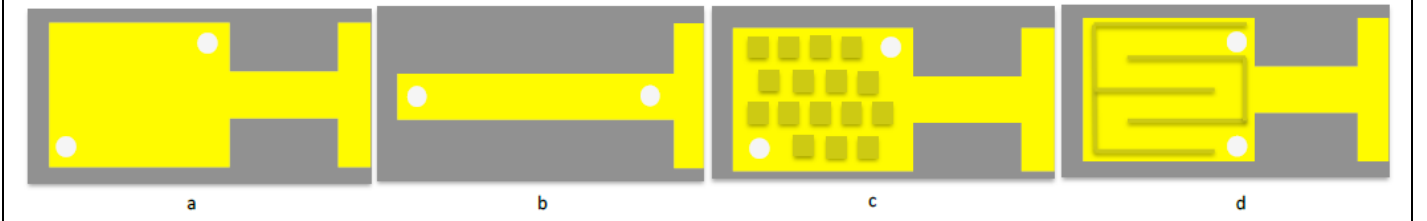
Projede uygulanacak yöntem(ler)le ilerleme kaydedilememesi durumunda devreye sokulacak alternatif yöntem(ler) de belirlenerek açık bir şekilde ifade edilmelidir.

Bu çalışmanın amacı mikro ölçekli bir mikrobik yakıt pili (μ MYP) prototipinin geliştirilmesidir. Proje kapsamında, farklı μ MYP tasarımlarının oluşturulması ve elektrot yüzey alanı, hacim ve elektrotlar arası uzaklık gibi değişkenlerin elektrik üretim verimi üzerine etkilerinin incelenmesi hedeflenmektedir. Proje kapsamında yürütülecek çalışmalar aşağıda ayrıntılı olarak anlatılan 3 ana grup altında toplanmıştır.

1. μ MYP Çipi Tasarımı:

Geliştirilecek olan μ MYP çipi tasarımında dikkate alınması gereken en önemli parametreler elektrotlar arası uzaklık, anot ve katot hacimleri ve elektrot yüzey alanıdır. Bu parametreler kütle transfer direncinin ve aktivasyon kayıplarının en aza indirilmesi açısından önemlidir. Elektrot materyali olarak, yüksek iletkenlik değeri sebebiyle altın (Au) kullanılacaktır. μ MYP'leri anot ve katot hücreleri, MEMS üretim süreçleri ile uyumlu olan silisyum (Si) ya da cam tabanlar üzerinde şekillendirileceklerdir. İlk aşamada Si tabanlarda çalışılması öngörülmektedir. Optimum elektrot uzaklığı ve elektrot yüzey alanının belirlenebilmesi için proje kapsamında farklı μ MYP tasarımları geliştirilecektir.

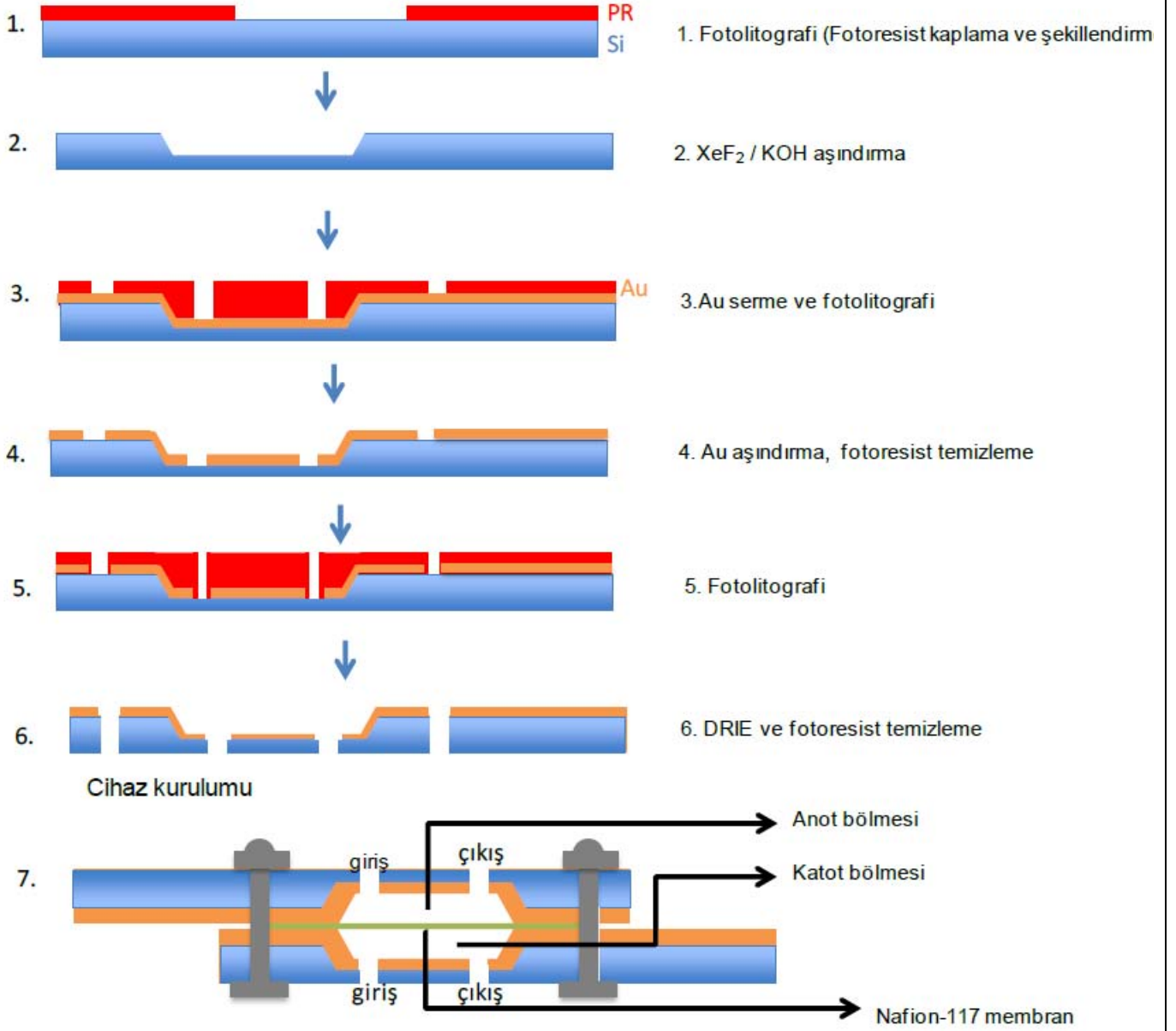
Şekil 6 iki boyutlu elektrot ön tasarımları verilmektedir. Düz (1.5 x 1.5 cm), mikrokanaallı (2 x 0.5 cm), mikro çıkıntılı ve serpentin kanaallı olmak üzere dört farklı elektrot tasarımı öngörülmektedir. Tasarımlar yapılırken düz elektrot yapısının baz model olarak ele alınması planlanmış, mikrokanaallı yapının elektrolitin homojen olarak dağılmasına etki edebileceği, mikro çıkıntılı yapının yüzey alanını arttırmada fayda sağlayabileceği, serpentin yapının ise geniş elektrot yüzey alanında daha iyi bir elektrolit karışımı sağlayabileceği düşünülmüştür. Homojen bir elektrolit akışı, yüzey alanı boyunca homojen bir biyofilm tabakasının oluşumuna katkı sağlayabilir ve verimi artırabilir. Farklı elektrot yapılarının yanı sıra, Si/cam aşındırma işleminin süresi kontrol edilerek, aynı elektrot yapısına sahip fakat farklı hacimlerde μ MYP'ler üretilebilecektir. Elektrotlardan elektrikselsel temas alınabilmesi için altın yüzeyler MYP dışına çıkacak şekilde uzatılmıştır. Elektrolit akışı elektrot yüzeyleri üzerine açılan giriş ve çıkış portlarından sağlanacaktır. Herbir μ MYP için iki adet elektrot (anot ve katot), yüzeyler birbirine bakacak şekilde, araya Nafion 117 proton değişim zarı konularak birleştirilecektir.



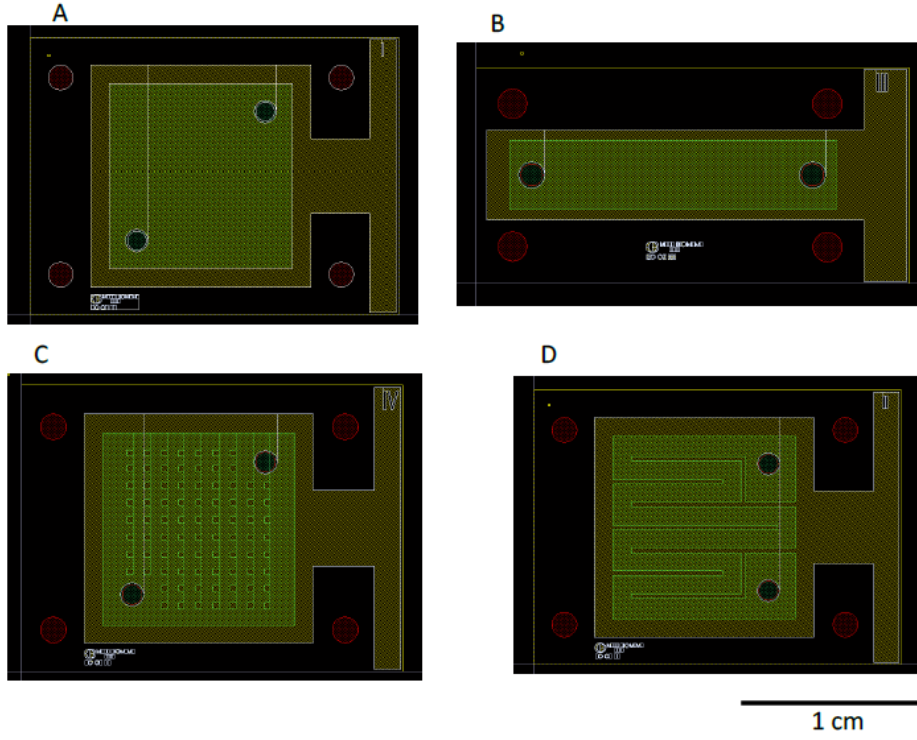
Şekil 6 Farklı µMYP elektrot tasarımları. A) düz, b) mikro kanallı, c) mikro-çıkıntılı, d) serpentin kanallı.

2. Çip Üretimi

µMYP çipleri silisyum pullar üzerine MEMS fabrikasyon metotları kullanılarak üretilmektedir. Tasarlanan µMYP'lerin genel üretim şeması Şekil 7'de verilmektedir. Silisyum pullar (4 inç çap, 500 µm kalınlık) kullanılarak yapılacak olan üretimin ilk aşamada fotolitografi yöntemi ile anot ve katot bölmeleri Si pul üzerinde bir maske ile tanımlanacaktır. Si pullar kimyasal yöntemlerle KO ya da TMAH kullanılarak veya kuru aşındırma yöntemiyle, SF₆ ya da XeF₂ gazı kullanılarak aşındırılacaktır. Bu farklı aşındırma işlem alternatifleri düz veya girintili yüzeylerin oluşturulması amacı ile seçilmiştir. XeF₂ aşındırması sonucunda oluşan yüzey mikro-girinti-çıkıntılar içereceğinden, yüzey alanı/hacim oranı artacaktır. Aşındırma işlemi süresinin kontrolü ile 20, 50 ve 100 µm derinliklerinde anot ve katot bölmeleri elde edilecektir. Bu sayede farklı hacimlerde ve elektrot uzaklıklarında µMYP cihazları oluşturulabilecektir. İkinci aşamada altın (Au) püskürtme (sputtering), fotolitografi ve altın aşındırma işlemleri ile anot ve katot elektrotları üretilmektedir. Son aşamada ise anot ve katoda sıvı giriş-çıkış kanalları Deep Reactive Ion Etching (DRIE) işlemi ile Si pul delinerek oluşturulacaktır. Bu aşamada, aynı zamanda, anot ve katot hücrelerinin birbirine bağlanabilmesi için gereken vida kanalları da oluşturulacaktır. O₂ sızıntısını ve bundan kaynaklanan performans düşüşünü engellemek amacıyla anot ve katot bölmelerinin kenarında parilen çerçeveler oluşturulacaktır. MYP cihazı üretimi iki silisyum pulun Şekil 7'de gösterildiği gibi araya Nafion 117 proton değişim zarı (membran) konularak birbirine monte edilmesi sonucu tamamlanacaktır. Bir araya getirilen yüzeyler vida, somun ve plastik pullar kullanılarak birleştirilecektir. Giriş ve çıkış kanallarına mikro-portlar uygun bir epoksi kullanılarak yapıştırılacak ve mikro akışkan hortumlar kullanılarak sıvı giriş-çıkış yolları oluşturulacaktır. MYP ön tasarımlarına ait maske çizimleri Şekil 8'de gösterilmiştir. Proje kapsamında yapılacak çalışmalar ışığında bu ön tasarımlar revize edilerek üretilmektedir. Prototiplerin tasarımında değişken yüzey alanı, hacim ve elektrotlar arası uzaklıkların elde edilmesine dikkat edilmiştir.



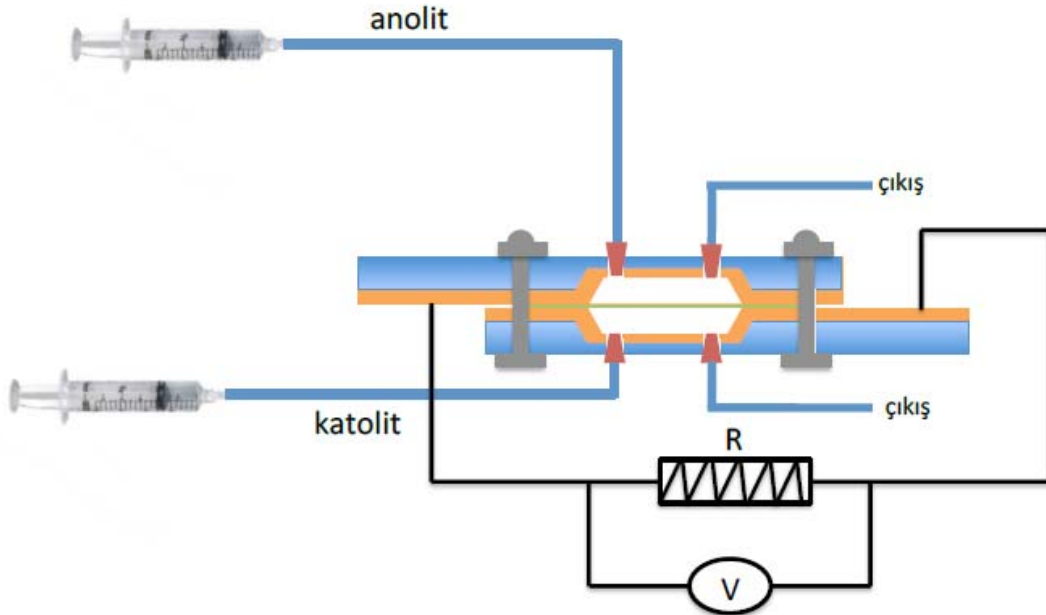
Şekil 7 μMYP üretim şeması ve cihaz kurulumu



Şekil 8 MYP prototiplerine ait maske çizimleri. A) Düz altın elektrot yüzeyi, B) Mikro kanal tipi MYP, C) mikro çıkıntılı elektrot yüzeyi, D) serpentin kanallı MYP. Proje kapsamında yapılacak çalışmalar ışığında bu ön tasarımlar revize edilerek üretilecektir.

3. Testler

Test düzeneği Şekil 9'da gösterilmiştir. Elektrotlar harici bir direnç üzerinden birbirlerine bağlanacak ve elektriksel devre tamamlanacaktır. Oluşan direnç multimetre kullanılarak ölçülecektir. Anolit (bakteri ve/veya besiyeri) ve katolit ($\text{Fe}(\text{CN})_6$) solüsyonlarının sürekli akışı, akış kontrollü bir şırınga pompası kullanılarak gerçekleştirilecektir.



Şekil 9 μMYP test düzeneği

Egzoelektrojenik bir bakteri olan *Shewanella oneidensis* MR-1 μMYP 'lerin testleri sırasında kullanılacaktır. Bakteri zengin besi yerinde (tryptic soy broth) bir gün süreyle $30\text{ }^\circ\text{C}$ 'de 150 rpm dönüş hızında büyütülerek aktive edilecektir. Büyütülen bakteriler laktat içeren besi yerine %10 inokülasyonla aktarıldıktan sonra, şırınga pompası kullanılarak μMYP 'nin anot bölgesine aktarılacaktır. Katot bölgesi ise 100 mM fosfat tamponu ($\text{pH } 7.4$) içinde hazırlanan 50 mM $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ solüsyonu (katolit) ile



doldurulacaktır. Her iki elektrolit solüsyonu 1 µl/sa akış hızı ile, şırınga pompası kullanılarak anot ve katot bölmelerine sürekli olarak pompalanacaktır. Devre harici bir rezistans ile bağlanacak ve elektrotlar arasında oluşan voltaj değişimi bilgisayara bağlı bir multimetre kullanılarak iki dakikada bir ölçülecektir. Veriler HPVee programı kullanılarak Excel dosasına aktarılacaktır. Ölçülen voltaj değerlerinden Ohm kanunu kullanılarak akım ($I=V/R_{ext}$) ve güç ($P=IV$ veya $P=I^2R_{ext}$) değerleri elde edilecektir. Bu değerler elektrot (anot) yüzey alanı ve hacme orantılanarak normalize edilecek, yüzey alanı ve hacim bazında akım ve güç yoğunluğu değerleri elde edilecektir. Bakterinin biyofilm oluşturma süresi, herhangi bir yüzey modifikasyonu yapılmadığı takdirde, 3-7 gün arasında değişmektedir. Biyofilm oluşumu akımdaki değişimden gözlenebilmektedir. Bakterinin biyofilm oluşturduğuna kanaat getirildikten sonra, anot bakteri içermeyen laktat besi yeri kullanılarak, şırınga pompası yardımı ile 1 µl/h akış hızında beslenecektir. Bu şekilde, µMYP sürekli olarak çalıştırılabilecektir. Sabit bir akım değerine ulaşıldıktan sonra µMYP'nin karakterize edilmesine yönelik aşağıda bahsedilen ölçümler yapılacaktır.

a. Elektrot Aktivitesinin Belirlenmesi:

XeF₂ aşındırma metodu pürüzlü yüzeyler oluşturduğundan gerçek aktif altın yüzey alanının geometrik olarak hesaplanması mümkün değildir. Bu nedenle, Au elektrotların aktif yüzey alanlarının karakterize edilmesi ve toplam aktif alanın belirlenmesi için döngüsel (cyclic) voltametri metodu kullanılacaktır. Bunun için, elektrotlar 0.5 M sülfürik asit çözeltisi içinde, belirli bir tarama sıklığında, sabit bir dönüşüm voltamogramı elde edinceye kadar, elektrokimyasal işleme maruz bırakılır. Elde edilen voltamogramda oksidasyon (altın oksit) ve redüksiyon potansiyellerini gösteren iki pik değeri gözlenir. Oksidasyon sırasında oluşan tek tabakalı altın oksit 1.1 V civarında pik oluşturur. Redüksiyon reaksiyonu ise 0.6 V civarında pik verir. Bu pikin altındaki alan toplam aktif yüzey alanla doğru orantılı olarak değişim gösterir. Bu alan aşağıdaki formülle hesaplanabilir:

$$\text{Toplam yüzey alan} = \text{redüksiyon pik değeri} / \text{tarama sıklığı} * \text{redüksiyon için gerekli yük}$$

Altının indirgenmesi için gerekli yük 386 µC/cm² dir. MATLAB curve-fitting programı kullanılarak redüksiyon pik değeri elde edildikten sonra toplam aktif yüzey alan ve yüzey pürüzlülüğü değerleri (pürüzlü yüzey alan/geometrik yüzey alan) hesaplanabilir.

b. İç Direncin Belirlenmesi:

Daha önce de bahsedildiği gibi, µMYP'lerden düşük verim elde edilmesinin en önemli nedeni, elektrolit veya proton değişim zarfı gibi MYP içinde iyon geçişine engel olan yapıların yüksek iç direnç oluşturmalarıdır. Bu nedenle proje kapsamında oluşturulacak µMYP'lerin iç direnç açısından karakterize edilmesi önemlidir. Farklı yüzey alanı ve elektrotlar arası uzaklığa sahip tasarımlar iç dirençte farklılık yaratabilir. İç direnç elektrokimyasal empedans spektroskopisi analizi yapabilen bir potansiyostat kullanılarak yapılacaktır. Elektrokimyasal empedans spektroskopisi (EES) Faraday Kanunu'nu kullanarak kimyasal bir reaksiyonun elektriksel ölçümlerle karakterize edilmesi prensibine dayanır. Elektrokimyasal bir hücrenin, uygulanan voltaja ve bu voltajın frekansına bağlı tepkisi, oluşan kimyasal reaksiyona dair bilgi verebilir. Analiz sırasında, EES özelliğine sahip bir potansiyometre kullanılarak, geniş bir frekans aralığında (1 mHz -100 kHz) sinüs dalgası (voltaj veya akım) uygulanır ve sistemde düzensizlik oluşturulması sağlanır. Bu sırada oluşan çeşitli elektrokimyasal reaksiyonların hızları ve elektrot kapasitansları ölçülerek anot (R_a), katot (R_c), elektrolit (R_s) ve toplam iç direnç (R_{int}) belirlenebilir. EES aynı zamanda pH, sıcaklık, elektrot yüzey kaplama ve biyofilm oluşumu gibi çeşitli koşulların µMYP performansına etkisini inceleme amaçlı da kullanılabilir.

c. Yük verimi (Coulombic Efficiency):

Biyofilm oluşumu ve sabit akım değeri elde edilmesinin ardından, µMYP kesikli sistemle (sürekli elektrolit akışı olmadan) laktat içeren besi yeri ile beslenecek ve zamana bağlı akım değişimi grafiği elde edilecektir. Elde edilen eğrinin altında kalan alan, MATLAB curve-fitting programı kullanılarak hesaplanacaktır. Bu değer, µMYP'den elde edilen toplam yük değerini verecektir. Besi yerinde bulunan laktat konsantrasyonu baz alınarak bulunan teorik yük değeri ile yük verimi hesaplanacaktır.

d. Polarizasyon Eğrisinin Oluşturulması:

Anot ve katot elektrotları arasında oluşan direnç devreyi tamamlayan harici rezistansa bağlı olarak değişim gösterir. Dolayısıyla, MYP'den elde edilebilecek maksimum akım ve güç harici dirence bağlıdır. Devreyi tamamlayan direnç değeri değiştirilerek maksimum güç ve akım yoğunluğu değerleri elde edilebilir. Ayrıca, direncin değişimine bağlı voltaj düşüşünden Ohmik kayıplar, aktivasyon kayıpları ve kütle transfer kayıpları gibi değerler tahmin edilerek µMYP karakterize edilebilir. Tipik bir MYP polarizasyon eğrisi Şekil 4'te verilmiştir. Tasarlanan her bir µMYP için polarizasyon eğrileri oluşturularak yüzey alanı ve hacmin verime etkisi gösterilecektir.

e. Yüzey Aktivasyonu ile Biyofilm Oluşturma Sürecinin Kısaltılması

Bu çalışmada anot yüzeyi çeşitli yüzey aktivasyonu teknikleri kullanılarak bakterilerin tutunmasına elverişli hale getirilecektir. Tiol (-SH) grubu içeren alkene grubu kimyasallar altın yüzeyler üzerinde tek tabakalı kendiliğinden monte yapılar oluştururlar. Bu kimyasalların karboksil (-COOH) veya amino (-NH₂) grubu içeren formülasyonlarının altın yüzeyler üzerine tutundurulması, yüzeyi bakteri tutunması için elverişli hale getirir, çünkü, bu gruplar hücre duvarında bulunan proteinlerle kovalent bağ kurabilirler. Böylelikle, biyofilm oluşturma süresi en aza indirilebilir. Ancak, yüzeyi kaplayan bu moleküllerin alken grubunda bulunan karbon zincirinin uzunluğuna bağlı olarak, elektron transfer direnci oluşabilir. Bu çalışmada cysteamine (HSCH₂CH₂NH₂) ve 3-mercaptopropionic asit (HSCH₂CH₂COOH) gibi kısa karbon zinciri içeren moleküller kullanılarak altın elektrot yüzeyleri aktifleştirilecektir. Daha sonra, MYP test düzeneği oluşturularak, yüzey aktifleştirme protokollerinin µMYP verimine ve biyofilm oluşturma hızına etkileri incelenecektir.



6. PROJE YÖNETİMİ, EKİP VE ARAŞTIRMA OLANAKLARI

6.1 PROJE YÖNETİMİ

6.1.1. YÖNETİM DÜZENİ (İş Paketleri (İP), Görev Dağılımı ve Süreleri)

Projede yer alacak başlıca iş paketleri, her bir iş paketinin kim/kimler tarafından ne kadarlık bir zaman diliminde gerçekleştirileceği hakkındaki bilgiler aşağıda yer alan **İş-Zaman Çizelgesi** doldurularak verilmelidir. Her bir iş paketinde görev alacak personelin niteliği (yürütücü, araştırmacı, danışman, bursiyer, yardımcı personel) belirtilmelidir. Gelişme ve sonuç raporu hazırlama aşamaları proje çalışmalarına paralel olarak yürütülmeli ve ayrı bir iş paketi olarak gösterilmemelidir.

ÖRNEK


TÜBİTAK
İŞ-ZAMAN ÇİZELGESİ (*)

İP No	İP Adı/Tanımı	Kim(ler) Tarafından Yapılacağı	AYLAR																																							
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36				
1	İki Bölgede de Green'in fonksiyonları gösterimlerinin elde edilmesi ve paket programların benzetim sonuçları ile doğrulanması	Yürütücü, Doktora ve yüksek lisans öğrencisi	x	x	x	x	x	x																																		
2	Karşılıklı geçiri matris elemanlarının hesaplanması	Yürütücü, Doktora ve yüksek lisans öğrencisi						x	x	x	x	x	x	x	x																											
3	Karma Momentler Metodu/Green'in fonksiyonu tekniği ile örnek anten yapılarının analizi.	Yürütücü, Doktora ve yüksek lisans öğrencisi												x	x	x	x	x	x	x																						
4	Anten performans metriklerinin (S-parametreleri, etc.) doğrulanması	Yürütücü, Doktora ve yüksek lisans öğrencisi																				x	x	x	x	x																
5	Yarıklı sektörel dalga kılavuzu dizi antenler için tasarım algoritması	Yürütücü, Doktora ve yüksek lisans öğrencisi																																								

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

6.1.2. BAŞARI ÖLÇÜTLERİ VE RİSK YÖNETİMİ

Projenin tam anlamıyla başarıya ulaşmış sayılabilmesi için **İş-Zaman Çizelgesinde** yer alan her bir ana iş paketinin hedefi, başarı ölçütü (ne ölçüde gerçekleşmesi gerektiği) ve projenin başarısındaki önem derecesi aşağıdaki **Başarı Ölçütleri Tablosu**'nda belirtilmelidir.

BAŞARI ÖLÇÜTLERİ TABLOSU (*)

İP No	İş Paketi Hedefi	Başarı Ölçütü (% , sayı, ifade, vb.)	Projenin Başarısındaki Önemi (%)**
1	İki bölge için de Green'in fonksiyonunun z-yönlü manyetik akım kaynağını z-yönünde manyetik alana ilişkilendiren bileşeninin tamamıyla analitik olarak ifade edilip belirtilen zaman içinde paket programların benzetim sonuçları ile doğrulanması.	%100	25
2	Birinci bölgedeki Green'in fonksiyonunun gösterimleri ve dört-kat integraller içeren karşılıklı geçiri matris elemanlarının tamamının belirtilen süre içinde kapalı-formda hesaplanması (sadece sektörel dalga kılavuzunun içi için), ikinci bölge içinse tekil ihtiva eden kısımların analitik değerlerinin ise mümkün olduğu kadar etkin hesaplanması.	%80	25
3	Paket programlar ile analiz edilebilecek ölçütlerde örnek anten yapılarının, karma Momentler Metodu/Green'in fonksiyonu tekniği ile analizi ve sonuçların benzetim sonuçları ile kıyaslanarak doğrulanması.	%100	25
4	Anten performans metriklerinin (s-parametreleri, ışınma diagramı, kazanç, etc.) bulunması ve paket programların benzetim sonuçları ile doğrulanması.	%100	20
5	Tasarım algoritması geliştirilmesi (zaman kalırsa yapılacak).	opsiyonel	5

(*) Tablodaki satırlar gerektiği kadar genişletilebilir ve çoğaltılabilir.

(**) Sütun toplamı 100 olmalıdır.

Projenin başarısını olumsuz yönde etkileyebilecek riskler ve bu risklerle karşılaşıldığında projenin başarıyla yürütülmesini sağlamak için alınacak tedbirler (**B Planı**) ilgili iş paketleri belirtilerek ana hatlarıyla aşağıdaki **Risk Yönetimi Tablosu**'nda ifade edilmelidir.

RİSK YÖNETİMİ TABLOSU (*)

İP No	En Önemli Risk(ler)	B Planı
5	Sayısal piksellerin gürültü seviyesinin beklenenden yüksek çıkması	Bu durumda MWIR dizi tasarımında sütun ADC'lerin bit derinliği artırılacak ve piksel altı dönüşüm bit derinliği azaltılacaktır. Tasarım seviyesinde yapılacak bu değişiklik ile gürültü performansında güç performansında optimize etmek mümkün olacaktır.
5-9	Krayojenik modellemenin yetersiz kalması, model sapmalarından dolayı krayojenik ölçümlerle benzetimlerin uyuşmaması	İP.1 – İP.4 arasında yapılan ilk üretim ile sadece alt blokların ve prosesin başlıca parametrelerinin saçılımları incelenecektir. Bu riski önlemek adına bir ilk üretim ve modelleme aşaması konulmuştur.
6	İkinci prototipin tasarım sorunlarından dolayı istenileni sağlamaması	Bu riski en aza indirmek için 3. bir üretim öngörülmüştür. 1. Prototip 16x16 formatta LWIR ve MWIR için iki dizi olarak üretilecektir. Şayet parametreler sağlanamazsa 3. Üretim ile 16x16 diziler tekrarlanacaktır. Parametreler sağlandığında ise, literatüre etki faktörü de göz önünde bulundurularak daha büyük ölçekli MWIR ya da LWIR dizisi 32x32 ya da 64x64 formatta üretilecektir.

(*) Tablodaki satırlar gerektiği kadar genişletilebilir ve çoğaltılabilir.



6.2. PROJE EKİBİ

6.2.1. PROJE YÜRÜTÜCÜSÜNÜN DİĞER PROJELERİ VE GÜNCEL YAYINLARI

Proje yürütücüsünün TÜBİTAK, üniversite ya da diğer kurum/kuruluşların desteği ile tamamlamış olduğu projeler ile şu sırada yürütmekte olduğu veya destek almak için başvurduğu projeler hakkında aşağıdaki tablolarda yer alan bilgiler verilmelidir. Proje değerlendirme süreci sırasında destek kararı çıkması ve/veya yeni bir başvuru daha yapılması durumunda derhal TÜBİTAK'a yazılı olarak bildirilmelidir.

PROJE YÜRÜTÜCÜSÜNÜN TÜBİTAK DESTEKLİ PROJELERİ (*)

Proje No	Projedeki Görevi	Proje Adı	Başlama-Bitiş Tarihi	Destek Miktarı (TL)

(*) Tablodaki satırlar gerektiği kadar genişletilebilir ve çoğaltılabilir.

PROJE YÜRÜTÜCÜSÜNÜN DİĞER PROJELERİ (DPT, BAP, FP6-7 vb.) (*)

Proje No	Projedeki Görevi	Proje Adı	Başlama-Bitiş Tarihi	Destek Miktarı (TL)

(*) Tablodaki satırlar gerektiği kadar genişletilebilir ve çoğaltılabilir.

PROJE YÜRÜTÜCÜSÜNÜN SON 5 YILDA YAPTIĞI YAYINLAR (*)

Yazar(lar)	Makale Başlığı	Dergi	Cilt/Sayı/Sayfa	Tarih

(*) Tablodaki satırlar gerektiği kadar genişletilebilir ve çoğaltılabilir.



6.2.2. PROJE EKİBİNİN ÖNERİLEN PROJE KONUSU İLE İLGİLİ PROJELERİ

Proje ekibinin (proje yürütücüsü, araştırmacı, danışman) TÜBİTAK'a, herhangi bir kamu kurum ve kuruluşuna veya Türkiye'nin taraf olduğu uluslararası anlaşmalara dayalı olarak sağlanan fonlara sunulmuş olup öneri durumunda olan, yürüyen veya sonuçlanmış benzer konudaki projeleri varsa bu projeler hakkındaki bilgiler ve önerilen projeden ne gibi farkları olduğu aşağıdaki tabloda belirtilmelidir.

PROJE EKİBİNİN ÖNERİLEN PROJE KONUSU İLE İLGİLİ PROJELERİ (*)

Adı ve Soyadı	Projedeki Görevi	Proje Adı	Başlama-Bitiş Tarihi	Önerilen Projeden Farkı

(*) Tablodaki satırlar gerektiği kadar genişletilebilir ve çoğaltılabilir.

6.3. ARAŞTIRMA OLANAKLARI

Bu bölümde projenin yürütüleceği kurum/kuruluş(lar)da var olup da projede kullanılacak olan altyapı/ekipman (laboratuvar, araç, makine-teçhizat vb.) olanaklar aşağıdaki tabloda belirtilmelidir.

MEVCUT ARAŞTIRMA OLANAKLARI TABLOSU (*)

Mevcut Altyapı/Ekipman Türü, Modeli (Laboratuvar, Araç, Makine-Teçhizat vb.)	Mevcut Olduğu Kurum/Kuruluş	Projede Kullanım Amacı
Termal Buharlaştırma Sistemi	xxx Merkezi Laboratuvarı	KNT üretimi için gerekli metal katalizörlerin hazırlanması
PECVD Sistemi (Aixtron Black Magic II)	xxx Merkezi Laboratuvarı	KNT'lerin üretilmesi
Taramalı Elektron Mikroskopi (SEM)	xxx Merkezi Laboratuvarı	Üretilen KNT'lerin ve nanokompozitlerin boyut ve morfoloji analizi
Geçirimli Elektron Mikroskopi (TEM)	xxx Merkezi Laboratuvarı	Üretilen KNT'lerin ve nanokompozitlerin yapısal analizi
X-Ray Difraktometresi (XRD)	xxx Merkezi Laboratuvarı	Üretilen metal oksitlerin ve nanokompozitlerin analizi
UV-VIS Spektroskopisi	xxx Merkezi Laboratuvarı	Şeffaf süperkapasitörlerin yansıtma/emilim/geçirim ölçümleri
Güç Kaynağı	xxx Merkezi Laboratuvarı	KNT ince filmlerin ve nanokompozitlerin iletkenlik ölçümleri
Fotolitografi	xxx Merkezi Laboratuvarı	KNT katalizör parçalarının tanımlanması (KNT demeti için, B planı)
X-Ray Fotoelektron Spektroskopisi (XPS)	xxx Merkezi Laboratuvarı	Üretilen nanokompozitlerin ve metal oksitlerin kimyasal analizi
Raman Spektroskopisi	xxx Merkezi Laboratuvarı	Üretilen KNT'lerin kimyasal analizi
FTIR Spektroskopisi	xxx Merkezi Laboratuvarı	Fonksiyonelleştirilen KNT ince filmlerin analizi
Civa Porozimetresi	xxx Merkezi Laboratuvarı	Süperkapasitör elektrotlarının gözenek analizi
Yüzey Alanı Ölçüm Cihazı (BET)	xxx Merkezi Laboratuvarı	Süperkapasitör elektrotlarının yüzey alanı analizi
Atomik Kuvvet Mikroskobu (AFM)	xxx Merkezi Laboratuvarı	KNT ince filmlerin yüzeylerinin (fonksiyonelleştirilmiş ya da değil) incelenmesinde
Polimer Analiz Laboratuvarı Element Analizi	xxx Merkezi Laboratuvarı	KNT' ler üzerine kaplanan polimerlerin analizi

(*) Tablodaki satırlar gerektiği kadar genişletilebilir ve çoğaltılabilir.

7. YAYGIN ETKİ

7.1. PROJEDEN BEKLENEN YAYGIN ETKİ

Proje başarıyla gerçekleştirildiği takdirde projeden elde edilmesi öngörülen/beklenen yaygın etkilerin (bilimsel/akademik, ekonomik/ticari/sosyal, araştırmacı yetiştirilmesi ve yeni projeler oluşturulması) neler olabileceği diğer bir ifadeyle projeden ne gibi çıktı, sonuç ve etkilerin elde edileceği kısa ve net cümlelerle aşağıdaki tabloda belirtilmelidir.

PROJEDEN BEKLENEN YAYGIN ETKİ TABLOSU

Yaygın Etki Türleri	Projede Öngörülen/Beklenen Çıktı, Sonuç ve Etkiler
Bilimsel/Akademik (Makale, Bildiri, Kitap)	Proje çıktısı olarak 3 adet uluslararası dergi makalesi ve 5 adet (3 uluslararası, 2 ulusal) konferans bildirisi yayımlanması beklenmektedir. Dergi makalelerinin SCI indekslerinde taranan IEEE Transactions on Audio, Speech and Language Processing, Journal of the Acoustical Society of America ve Journal of the Audio Engineering Society gibi dergilerde yayımlanması, konferans bildirilerinin ise IEEE ICASSP, IEEE WASPAA, ve EUSIPCO gibi yüksek profilli uluslararası sinyal işleme konferansları ile IEEE Sinyal İşleme Uygulamaları (SIU) konferansında ve Türk Akustik Derneği tarafından düzenlenen Ulusal Akustik Kongresi'nde sunulması planlanmaktadır.
Ekonomik/Ticari/Sosyal (Ürün, Prototip Ürün, Patent, Faydalı Model, Üretim İzni, Çeşit Tescilli, Spin-off/Start-up Şirket, Görsel/İşitsel Arşiv, Envanter/Veri Tabanı/Belgeleme Üretimi, Telif Konu Olan Eser, medyada Yer Alma, Fuar, Proje Pazarı, Çalıştay, Eğitim vb. Bilimsel Etkinlik, Proje Sonuçlarını Kullanacak Kurum/Kuruluş, vb. diğer yaygın etkiler)	Geliştirilecek olan ses işleme algoritmalarının patentlenebilir olacağı düşünülmektedir. Ülkemizde tüketici elektroniği ve medya teknolojileri alanlarında faal şirketlerle geliştirilen teknolojinin lisanslanması amacıyla iletişim kurulacaktır. Gerçek mekanlarda yapılmış ses kayıtları bir veritabanı olarak oda akustiği ve sinyal işleme alanlarında çalışmakta olan araştırmacıların kullanımına sunulacaktır.
Araştırmacı Yetiştirilmesi ve Yeni Proje(ler) Oluşturma (Yüksek Lisans/Doktora Tezi, Ulusal/Uluslararası Yeni Proje)	Proje kapsamında iki adet doktora öğrencisine ve bir adet yüksek lisans öğrencisine burs verilecektir. Bu sayede ülkemizde ses kayıt teknolojileri ve akustik sinyal işleme alanlarında araştırmacılar yetiştirilmesine ön ayak olunacaktır. Proje süresince kapalı küresel mikrofon dizileri konusunda çalışmalar yürüten University of Maryland'den (A.B.D.) Prof. Dr. xxx ile iletişim içinde bulunulacak ve ikili anlaşmalar dahilinde TÜBİTAK / NSF projeleri üretilmesine yönelik çalışmalar yürütülecektir. Proje çıktılarının proje yürütücüsünün başvurmayı planladığı ERC CoG (Consolidator Grant) ve diğer AB projeleri için de önemli bir temel oluşturacağı düşünülmektedir.

7.2. PROJE ÇIKTILARININ PAYLAŞIMI VE YAYILIMI

Proje faaliyetleri boyunca elde edilecek çıktıların ve ulaşılabilecek sonuçların ilgili paydaşlar ve potansiyel kullanıcılara ulaştırılması ve yayılmasına yönelik yapılacak toplantı, çalıştay, eğitim, web sitesi, vb. ne tür faaliyetler yapılacağı aşağıdaki tabloda belirtilmelidir.

PROJE ÇIKTILARININ PAYLAŞIMI VE YAYILIMI TABLOSU (*)

Faaliyet Türü (Toplantı, Çalıştay, Eğitim, Web sayfası vb.)	Paydaş / Potansiyel Kullanıcılar	Faaliyetin Zamanı ve Süresi
Proje Web Sayfası	Akademik araştırmacılar, akustik danışmanlık şirketleri, tüketici elektroniği şirketleri, konu hakkında bilgi sahibi olmak isteyen akademi dışından bireyler	Proje başlangıcından itibaren
"Akustik yeğlilik" konulu seminer	Akademik araştırmacılar, akustik danışmanlık şirketleri, akustik metroloji ile ilgili uzmanlar (Türk Akustik Derneği bağlantılı olarak yapılabilir)	15. ayın sonunda, 1-2 gün
"Uzamsal Ses Sistemleri" konulu çalıştay	Akademik araştırmacılar, tüketici elektroniği şirketlerinden araştırmacılar (Türk Akustik Derneği, Audio Engineering	29. ayın sonunda, 1 gün



TUBITAK

	Society Türkiye şubesi ya da IEEE Signal Processing Society Türkiye şubesi bağlantılı olarak yapılabilir)	
Proje tanıtım günü	Tüketici elektroniği ve simülasyon şirketlerinin Ar-Ge ve teknoloji transferi bölümleri, ulusal düzeyde yayın yapan televizyon ve radyo kanallarının Ar-Ge bölümleri	Proje sonunda, 1 gün

(*) Tablodaki satırlar gerektiği kadar genişletilebilir ve çoğaltılabilir.

BAŞVURU FORMU EKLERİ

EK-1: KAYNAKLAR

EK-2: BÜTÇE VE GEREKÇESİ

(*) EK-1 ve EK-2 hariç toplam 20 sayfayı geçen proje önerileri değerlendirmeye alınmadan iade edilir.
(Sayfa kontrolü sistem tarafından yapılmayıp, proje yürütücüsünün sorumluluğundadır.)

ÖRNEK