

# **ODTÜ MEMS Merkezi**

## **Araştırma Altyapısı 2019 Yılı Faaliyet Raporu**

**Mayıs 2020, Ankara**

## İçindekiler

<b>1. Genel Bilgiler</b> .....	3
1.1. Misyon ve Vizyon .....	3
1.2. Yetki, Görev ve Sorumluluklar .....	3
1.3. Araştırma Altyapısına İlişkin Bilgiler.....	4
1.3.1. Fiziksel Yapı .....	4
1.3.2. Yönetim Yapısı .....	5
1.3.3. Makine Teçhizat ve Bilgi İletişim İmkanları .....	6
1.3.4. İnsan Kaynakları .....	12
1.3.5. Sunulan Hizmetler .....	13
1.3.6. Yönetim ve İç Kontrol Sistemi .....	14
<b>2. Amaç ve Hedefler</b> .....	15
2.1. Araştırma Altyapısının Amaç ve Hedefleri.....	15
2.2. Temel Politikalar ve Öncelikler.....	15
<b>3. Faaliyetlere İlişkin Bilgi ve Değerlendirmeler</b> .....	19
3.1. Mali Bilgiler.....	19
3.1.1. Bütçe Uygulama Sonuçları .....	19
3.1.2. Temel Mali Tablolara İlişkin Açıklamalar.....	20
3.1.3. Mali Denetim Sonuçları .....	24
3.2. Performans Bilgileri.....	25
3.2.1. Proje ve Faaliyet Bilgileri .....	25
3.2.2. Performans Sonuçları Tablosu.....	32
3.2.3. Performans Sonuçlarının Değerlendirilmesi .....	33
3.2.4. Performans Bilgi Sisteminin Değerlendirilmesi .....	34
<b>4. Kurumsal Kabiliyet ve Kapasitenin Değerlendirilmesi</b> .....	35
4.1. Üstünlükler .....	35
4.2. Zayıflıklar.....	36
4.3. Değerlendirme.....	36
<b>EK ODTÜ MEMS Merkezi Harcamalarının Uyumluluğuna Dair Yeminli Mali Müşavir Raporu</b> .....	<b>EK-1</b>

## 1. Genel Bilgiler

### 1.1. Misyon ve Vizyon

ODTÜ MEMS Merkezi, 20 yılı aşkın süredir yürüttüğü ulusal ve uluslararası projelerde elde edilen bilgi birikimi, uygulama deneyimi, yetiştirilen işgücü ve kurulan filiz (spinoff) şirketleriyle beraber güçlü bir ekosisteme sahiptir. ODTÜ MEMS Merkezi Misyon ve Vizyonu, ekosistemin güçlenmesi ile bugüne kadar elde edilen sonuçların derinleştirilmesi ve yaygınlaştırılması amacıyla oluşturulmuştur.

**Misyon:** Mikro-Elektro-Mekanik Sistemler alanında ülkemize bilimsel ve ekonomik katma değer sağlayacak şekilde ileri teknoloji çözümleri geliştirmek.

**Vizyon:** Türkiye’de Mikro-Elektro-Mekanik Sistemler alanında yüksek teknolojiye dayalı endüstrinin oluşmasını sağlamak.

### 1.2. Yetki, Görev ve Sorumluluklar

ODTÜ MEMS Merkezi, bilimsel araştırma çalışmalarıyla MEMS alanında öncü olmayı, özel sektörle işbirliği içinde bilgiyi ürüne dönüştürmeyi ve Ülkemiz için ekonomik değer yaratmayı hedeflemektedir. ODTÜ MEMS Merkezi Araştırma Altyapısı görev, yetki ve sorumlulukları aşağıda yer almaktadır:

- MEMS alanı ile ilgili konularda temel ve uygulamalı araştırma, teknoloji geliştirme, teknoloji transferi, girişimcilik, danışmanlık ve ticarileştirme ile eğitim faaliyetlerinde bulunmak.
- Özel sektör, yükseköğretim kurumları ve kamu kurumları ile iş birliği içinde projeler hazırlamak ve bu projeleri finansman sağlayan ulusal ve uluslararası kurum ve kuruluşlara sunmak, desteklenen projeleri yürütmek.
- Ulusal ve uluslararası kaynaklarla ve kendi gelirleriyle araştırma projeleri yürütmek.
- Altyapının imkânlarını Komisyon tarafından belirlenen temel ilke ve kurallar çerçevesinde yükseköğretim kurumları, kamu kurum ve kuruluşları ve özel sektör ile diğer araştırmacı ve kullanıcılara kesintisiz hizmet verecek şekilde sunmak.
- Merkez’de üretilen bilgi ve geliştirilen teknolojilerin ülke ekonomisine, sınai ve sosyal gelişmeye katkıda bulunacak ticari değerlere dönüşmesini sağlamak amacıyla ve Kurul onayıyla şirket kurmak ve/veya kurulmuş şirketlere ortak olmak.
- Merkez’de yürütülen faaliyetler sonucunda ortaya çıkan her türlü fikrî ve sınai mülkiyet haklarının alınması, korunması ve kullanım haklarının diğer özel ve tüzel kişilere verilmesi konularında gerekli tedbirleri almak.
- Merkez’de yürütülen çalışmalarla ilgili fikrî ve sınai mülkiyet hakları konusunda danışmanlık hizmeti vermek, hakların alınması ve korunması için mali destek sağlamak.
- Yerli ve/veya yabancı gerçek ve tüzel kişilerle protokol, sözleşme ve/veya anlaşmalar çerçevesinde iş birlikleri yapmak.
- Merkez’in faaliyet alanlarına giren konularda seminer, sempozyum, kongre, konferans gibi bilimsel toplantılar düzenlemek, yayınlar yapmak, Ar-Ge ve yenilik fuarı düzenlemek veya düzenlenenlere katılmak.
- MEMS alanıyla ilgili var olan altyapıyı geliştirmek, işletmek ve sürdürülebilir kılmak.
- Yükseköğretim kurumlarında yürütülen eğitim-öğretim faaliyetlerine araştırma faaliyetlerini aksatmayacak şekilde destek vermek.
- Kullanıcılara, cihazların kullanımı ile laboratuvar güvenliği konusunda eğitim vermek.
- Kalite güvence sistemi ve standartları, akreditasyon, çevre, etik ile ilgili yasal düzenlemelere uygun olarak araştırma altyapısı ve çalışanlarla ilgili gerekli güvenlik tedbirlerini almak.

### 1.3. Araştırma Altyapısına İlişkin Bilgiler

#### 1.3.1. Fiziksel Yapı

ODÜ MEMS Merkezi toplam 4500m<sup>2</sup>'lik kapalı alanda, 100, 1000 ve 10000 sınıfında çeşitli temizalan ve laboratuvar ile seminer, toplantı ve ofis alanlarına sahip bir tesis olarak faaliyet göstermektedir. ODÜ MEMS Merkezinin bulunduğu arazi ODÜ Teknokent MET yerleşkesi bünyesinde olup, Bilim Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı tarafından onaylanan Teknoloji Geliştirme Bölgesi statüsüne sahiptir ve arazi ODÜ-Teknokent tarafından yönetilmektedir. ODÜ MEMS Merkezi tesisleri ve filiz şirketler bu yerleşke içinde yer almaktadır.



### 1.3.2. Yönetim Yapısı

ODTÜ MEMS Merkezi, 6550 sayılı Araştırma Altyapılarının Desteklenmesine Dair Kanun kapsamında, 16 Ağustos 2017 tarihinde yeterlik alarak, tüzel kişilik kazanmıştır. Merkez'in Kuruluş Protokolü, Yönetim Kurulu üyelerince imzalanmış ve Araştırma Altyapıları Kurulu'nun onayı ile 30 Ekim 2017'de yürürlüğe girmiştir. Merkez'in yönetim yapısını oluşturan organlar 6550 sayılı kanuna göre belirlenmiştir.

#### Yönetim Kurulu

Araştırma Altyapıları Kurulu'nun 16 Ağustos 2017 tarihli kararında üyeleri belirlenen Yönetim Kurulu, araştırma altyapısının karar organıdır ve araştırma altyapısıyla ilgili her türlü idari ve mali sorumluluğuna haiz olup mevzuata göre devredilebileceği görev ve yetkileri İcra Komitesi'ne devretmiştir.

- ▶ Prof. Dr. Mustafa Verşan Kök (ODTÜ Rektörü), YK Başkanı
- ▶ Prof. Dr. Tayfun Akın (ODTÜ Öğretim Üyesi), YK Üyesi, İcra Komitesi Başkanı
- ▶ Prof. Dr. Haluk Külâh (ODTÜ Öğretim Üyesi), YK Üyesi, İcra Komitesi Üyesi
- ▶ Ergun Bora (Danışman), YK Üyesi, İcra Komitesi Üyesi
- ▶ Prof. Dr. Abdullah Atalar (Bilkent Üniversitesi Rektörü), YK Üyesi
- ▶ Dr. Hakkı Gürsöz (Türkiye İlaç ve Tıbbi Cihaz Kurumu Başkanı), YK Üyesi
- ▶ Dr. Celal Sami Tüfekçi (Savunma Sanayi Başkan Yardımcısı), YK Üyesi
- ▶ Prof. Dr. Ahmet Yozgatlıgil (ODTÜ Rektör Danışmanı), YK Üyesi

#### İcra Komitesi

Yönetim Kurulu'nun 18 Eylül 2017 tarihli toplantısında, karar alma süreçlerini kolaylaştırmak ve esnekleştirmek amacıyla Yönetim Kurulu'nun yetkilerinin bir bölümünü devretmek üzere Yönetim Kurulu tarafından oybirliğiyle üç kişiden oluşan bir İcra Komitesi seçilmiştir. İcra Komitesi üyeleri Prof. Dr. Tayfun AKIN (ODTÜ), Prof. Dr. Haluk KÜLAH (ODTÜ) ve Ergun BORA (Danışman) olarak oybirliğiyle seçilmiş olup, İcra Komitesi Başkanı olarak Prof. Dr. Tayfun Akın oybirliğiyle belirlenmiştir.

#### Danışma Kurulu

Yeterlik alındıktan sonra Yönetim Kurulu'nun 6 Kasım 2017 tarihinde üç yıl süreyle görev yapmak üzere belirlediği Danışma Kurulu üyeleri listesi aşağıda sunulmaktadır:

- ▶ Cengiz ULTAV (TTGV Yönetim Kurulu Başkanı),
- ▶ Prof. Dr. Eyüp GÜMÜŞ (Sağlık Bakanlığı Müsteşarı),
- ▶ Prof. Dr. Fahrettin KELEŞTEMUR (Türkiye Sağlık Enstitüleri Başkanı)
- ▶ Fuat AKÇAYÖZ (TTGV Yönetim Kurulu Üyesi)
- ▶ Haluk ZÖNTUL (DCP Yönetici Ortağı)
- ▶ Prof. Dr. Hasan MANDAL (TÜBİTAK Başkanı)
- ▶ Prof. Dr. Mehmet TONER (Massachusetts General Hospital Harvard Medical School)
- ▶ Murad BAYAR (CCN Holding Yönetim Kurulu Üyesi)
- ▶ Mustafa İhsan KIZILTAŞ (ODTÜ Teknokent Genel Müdürü)
- ▶ Nihat BAYIZ (Arçelik Ar-Ge Direktörü)
- ▶ Orhan AYDIN (OSTİM Organize Sanayi Bölgesi Yönetim Kurulu Başkanı)
- ▶ Dr. Said Emre ALPER (Mikro Sistemler A.Ş. Genel Müdürü)
- ▶ Dr. Selim EMİNOĞLU (Pikselim A.Ş. Yönetim Kurulu Başkanı)
- ▶ Şaduman AZİZ (SSM Ar-Ge Daire Başkanı)
- ▶ Yücel BAĞRIAÇIK (Türk Telekom CEO Danışmanı)

#### ODTÜ MEMS Merkezi Müdürlüğü

ODTÜ MEMS Merkezi Müdürlüğü organizasyon yapısında, Araştırma ve Teknoloji Geliştirme (ArTGe), Fabrikasyon, Teknik Destek ile İdari ve Mali İşler olmak üzere dört Müdür Yardımcılığı bulunmaktadır. Bunların yanı sıra Yönetim ve Destek Ofisi de Müdürlük bünyesindedir. ODTÜ MEMS Merkezi'nin organizasyon yapısı **Error! Reference source not found.**'de verilmiştir:



Şekil 1: ODTÜ MEMS organizasyon şeması

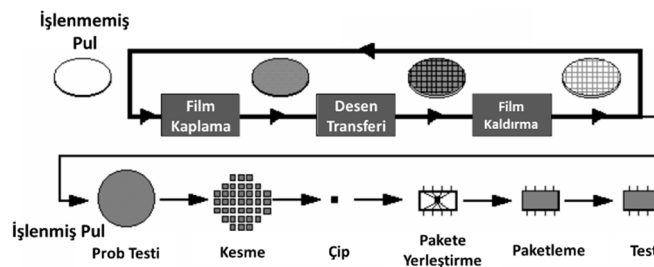
### 1.3.3. Makine Teçhizat ve Bilgi İletişim İmkanları

MEMS teknolojisi ile mikroçipler üzerinde sadece mikroelektronik entegre devreler değil, mikromekanik yapılar da yapılabilmektedir. Böylece hem mikroalgılayıcılar (microsensors) ve mikroöyleyiciler (microactuators) hem de elektronik devre bir çip içinde yapılabilmekte, sistem fiyatı ve boyutları çip kadar ucuz ve çip kadar küçük olabilmektedir.

Mikro Elektro-Mekanik Sistemler, mikrometre boyutunda elektriksel ve mekanik özellikleri olan minyatür aygıtların oluşturduğu sistemlerdir. MEMS aygıtların boyutlarının konvansiyonel mekanik sistemlerden çok daha küçük olması nedeniyle tasarım ve üretimleri için özel teknikler geliştirilmiştir. MEMS aygıtların üretimi genel olarak film kaplama, desen transferi, film kaldırma, kesme, paketleme ve test adımlarından oluşmaktadır.

Silisyum, safir veya pyrex gibi pullar işlenmemiş halde fabrikasyon sürecine girmekte ve çok aşamalı mikro işleme teknikleri uygulanarak MEMS aygıt yapıları oluşturulmaktadır. Mikroişleme çok sayıda film kaplama, desen transferi ve film kaldırma aşamasından oluşabilir.

- Film kaplama aşamasında yüzey istenen elektriksel ve mekanik özelliklere sahip yalıtkan, iletken veya yarı iletken malzeme ile ihtiyaca göre değişen kalınlıklarda kaplanmaktadır.
- Kaplanan filmler üzerinde fotorezist filmi oluşturulmakta ve litografi teknikleri ile fotorezist filmi önceden tasarlanmış desenler halinde şekillendirilmektedir. Mikro ve nano ölçekli yapılar oluşturabilmek için fotorezist şekillendirme işleminin çok düşük boyutlarda ve tekrar edebilir şekilde gerçekleştirilmesi gerekmektedir.
- Şekillendirilen fotorezist, üzerine serildiği filme maskeleyme işlevi görmekte ve bu sayede desen transferi bir sonraki aşamada gerçekleşen maskeyle uyumlu film kaldırma işlemi ile gerçekleştirilebilmektedir.



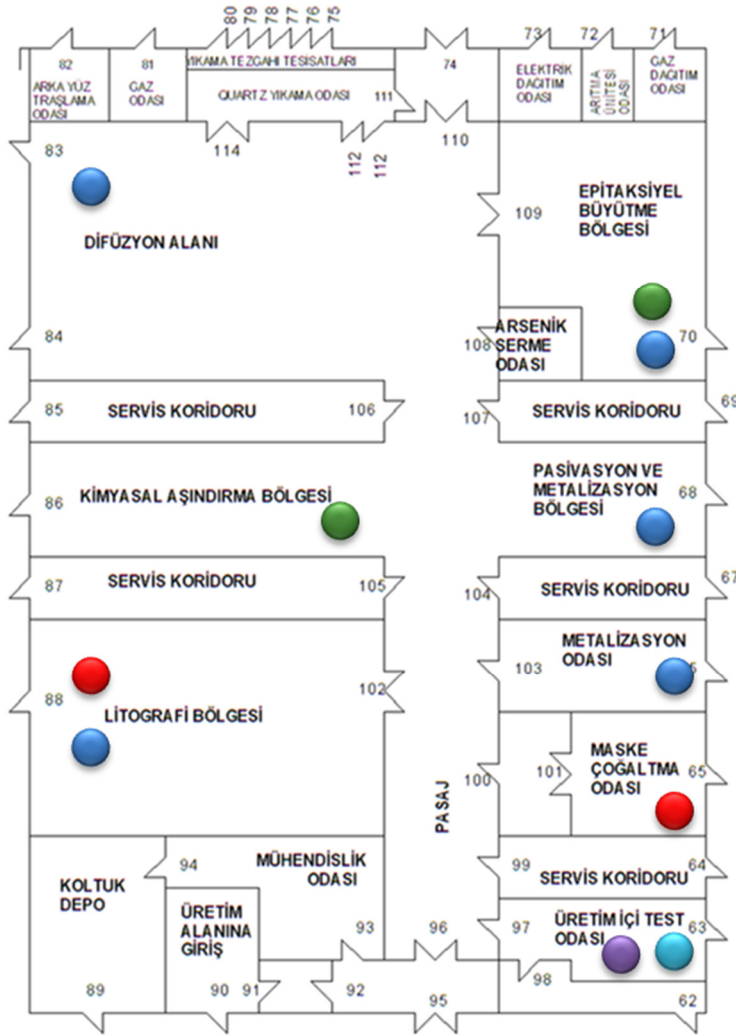
Bir döngü halinde gerçekleşen işlemlerin yapılacak olan aygıtların karmaşıklığına göre çok sayıda tekrarlanması gerekmektedir. Bu işlemler tamamlandığında pul üzerinde MEMS aygıtlar oluşturulmuş olur. Bir pul üzerinde yüzlerce ve hatta binlerce aygıt oluşturulabilmektedir. Paketleme aşamasına sadece çalışan aygıtların geçmesini sağlamak için pul üzerinde aygıtlar bir arada iken test işlemine tabi tutulmaktadır. Bu işlem prob testi olarak adlandırılmaktadır. Bu aşamada çalışan çipler tespit edilir ve kaydedilir. Daha sonra çiplerin kesim aşamasına geçilir ve çipler birbirinden hassas bir şekilde ayrıştırılır. Prob testi aşamasında testten geçen çipler paketlenmek üzere paket yapısına yerleştirilir. Paketleme aşamasında tel bağlama yöntemi kullanılarak aygıtların elektriksel bağlantıları paket yapısı üzerinde yapılır ve daha sonra paket yapısı kapatılır. Paketlenen aygıtlar elektriksel, optik ve/veya mekanik testlere tabi tutularak aygıt performansının istenen seviyeleri sağlayıp sağlamadığı test edilir.

MEMS üretim teknikleri mikro ve nano ölçeklerde gerçekleştirildiği için, ortamda bulunan ve üretim süreçlerine istemsiz bir şekilde karışan tozlar MEMS aygıtlarının performanslarının düşmesine veya aygıtların çalışmamasına neden olmaktadır. Bu nedenle bu aygıtların temizalan denilen tozdan arındırılmış ve kontrollü ortamlarda üretilmesi gerekmektedir. ODTÜ MEMS Merkezi'nde MEMS fabrikasyonunun gerçekleştirilmesine yönelik olarak 1.300 m<sup>2</sup>'lik bir temizalan bulunmaktadır. Mevcut temizalan temizlik derecesine göre 10.000 sınıfı, 1.000 sınıfı ve 100 sınıfı olacak şekilde bölgelere ayrılmıştır. 100 sınıfı bölgelerde yoğunluklu olarak yüksek hassasiyet gerektiren litografi işlemleri gibi işlemler gerçekleştirilirken, 1.000 sınıfı bölgelerde film kaplama ve aşındırma işlemleri ve 10.000 sınıfı bölgelerde pul kesme, test ve diğer mekanik işlemler gerçekleştirilmektedir. Merkezde dış kullanıcılara da fabrikasyon hizmeti verilmektedir.



Temizalan altyapısı aşağıdaki şekilde gösterilmektedir:

YİDEF - ÜRETİM ALANI PLANI  
100 SINIFI TEMİZ ALAN



MEMS üretim teknikleri özel ekipmanların kullanımını gerektirmektedir. ODTÜ MEMS Merkezi temizalanlarında bugüne kadar yapılan araştırma projelerinden sağlanan finansman ile gerçekleştirilen toplam 40Milyon USD tutarında makine ve teçhizat yer almaktadır. ODTÜ MEMS Merkezi'nde MEMS fabrikasyonuna 2" çapındaki pulların işlenmesi ile başlamış, zaman içinde yapılan iyileştirme çalışmalarla 8" çapındaki pulların işlenmesi sağlanmıştır. ODTÜ MEMS Merkezi'nde MEMS fabrikasyonunda kullanılan özel ekipmanlar aşağıdaki başlıklar altında gruplanmıştır:

**Litografi (Desen transferi):** ODTÜ MEMS Merkezi'nde litografi işlemleri temizalanın litografi bölgesinde gerçekleştirilmektedir. Bu bölgede manuel çevirme (spin) yöntemiyle kaplayıcılar ve otomatik kaplama ve geliştirme (develop) cihazı mevcuttur. Fotorezistlerin şekillendirilmesine yönelik olarak kontak maske hizalayıcılar ve daha hassas işlemler için stepper cihazı mevcuttur. Ayrıca, kullanılan maske setlerinin üretimini sağlayan bir maske yazıcı cihazı bulunmaktadır. Bu cihaz sayesinde maske tasarımları hızlı bir şekilde üretilmekte ve üretim süreçlerine başlanabilmektedir. Ek olarak, litografi işlemleri sırasında fotorezist fırınlama işlemleri için koveksiyon fırını, fırın ve gerekli kimyasalların bozulmadan saklanabilmesi için buzdolabı bulunmaktadır.

- ▶ Spin Coaters (Islak Kaplama Sistemleri)
- ▶ Stepper Exposure System (Stepper Pozlama Sistemleri)
- ▶ Mask Aligners Exposure System (Maske Hizalama Pozlama Sistemleri)
- ▶ Mask Writing System (Maske Yazma Sistemi)
- ▶ Lithography Ovens (Litografi Fırınları)



**Metal Kaplama:** Metalik filmlerin kaplanmasında termal buharlaştırma, saçırma (sputter) ve elektro kaplama yöntemleri ön plana çıkmaktadır. ODTÜ MEMS Merkezi temizalanın metalizasyon bölgesinde konumlu farklı özelliklerde sputter sistemleri yer almaktadır. Bunların yanında, termal buharlaştırıcı, elektron demeti buharlaştırıcı ve elektrokaplama işlemlerinde kullanılan elektro-kaplama sistemi bulunmaktadır.

- ▶ Sputter Systems (Metal Kaplama Sistemleri)
- ▶ e-Beam Systems (Elektron Demeti Kaplama Sistemleri)
- ▶ Thermal Deposition System (Yüksek Sıcaklık Kaplama Sistemi)
- ▶ Electroplating System (Elektroliz Metal Kaplama Sistemleri)

**Yüksek Sıcaklık Kaplama:** Mikroelektronik proseslerinde difüzyon işlemleri yüksek sıcaklık fırınlarında yapılmaktadır. Difüzyon işlemleri genellikle malzemelerin farklı safsızlık atomları ile katılanması amacıyla gerçekleştirilmektedir. Ayrıca mikroelektronik uygulamalarında yaygın olarak kullanılan polisilikon, silikon nitrat ve silikon dioksit gibi malzemeler düşük basınçlı kimyasal buharlaştırma (LPVD) yöntemleriyle kaplanabilmektedir. ODTÜ MEMS Merkezi'nde yüksek sıcaklık süreçlerinde kullanılmak üzere difüzyon fırınları ve düşük basınçlı kimyasal buhar yöntemiyle kaplama (LPCVD) fırını bulunmaktadır.

- ▶ Diffusion Systems (Difüzyon Sistemleri)
- ▶ LPCVD System (Düşük Basınç Kimyasal Buhar Kaplama Sistemleri)

**Plazma Ortamında Kuru Kaplama ve Kuru Aşındırma:** Plazma yardımıyla kaplama ve aşındırma teknikleri mikroçip üretiminde çok yaygın olarak kullanılan tekniklerdendir. Plazma desteği ile yüzey üzerinde aşındırma işlemleri gerçekleştirilebilmekte, ince film kaplanabilmekte ve yüzey temizliği gerçekleştirilebilmektedir. ODTÜ MEMS Merkezi'nde plazma işlemleri için aşağıdaki sistemler bulunmaktadır.

- ▶ DRIE Systems (Derin Kuyu Reaktif Aşındırma Sistemi)
- ▶ RIE Systems (Reaktif Aşındırma Sistemi)
- ▶ ICP System (Reaktif Aşındırma Sistemi)
- ▶ PECVD Systems (Plazma İle Kimyasal Buhar Kaplama Sistemi)
- ▶ Parylene Deposition System (Parylene Kaplama Sistemi)
- ▶ ALD System (Atomik Katman Kaplama Sistemi)
- ▶ Plasma Ashers (Plazma Aşındırıcı)
- ▶ XeF<sub>2</sub> Etching System (XeF<sub>2</sub> Aşındırma Sistemi)
- ▶ VHF System (VHF Aşındırma Sistemi)

**Sıvı Aşındırma ve Temizleme:** ODTÜ MEMS Merkezi temizalanın farklı bölgelerinde temizlik ve aşındırma işlemleri için kullanılan asit, baz ve çözücülerin güvenli bir şekilde kullanılabilirdiği farklı boyut ve konfigürasyonlarda 19 adet kimyasal işlem istasyonu bulunmaktadır. Bunların yanında pul ve maske temizleme cihazı, kritik nokta kurutucusu, KOH proses tankları, Kimyasal Mekanik Parlatma sistemi, pul temizleme sistemi, taban zımparalama (grind) ve inceltme (lap) sistemleri, SRD temizleme sistemi, sıcak tabla ve 4" pul kurutma işlemlerinde kullanılan spin kurutucu sistemi bulunmaktadır.

- ▶ Wet Etch Benches (Islak Aşındırma Tezgahları)
- ▶ Wafer-mask Cleaner (Disk-maske Temizleyici)
- ▶ KOH Processes (KOH İle Aşındırma Süreçleri)
- ▶ Lapping (Yüzey Düzleştirme)
- ▶ CMP (Kimyasal Mekanik Parlatma)
- ▶ Grinding (Yüzey Düzleştirme)
- ▶ Spin Drier (Kurutucu)
- ▶ Critical Point Drier (Kritik Sıcaklıkta Kurutma Sistemi)

**Ölçüm, İnceleme ve Test Süreçleri:** ODTÜ MEMS Merkezi'nde ölçüm, inceleme ve test amacıyla kullanılan sistemler aşağıda listelenmiştir:

- ▶ FTIR (Fourier-Transform Kızılötesi Analiz Sistemi)
- ▶ Elipsometer (Elipsometre)
- ▶ Probe stations (Probe İstasyonu)
- ▶ Four point probes (Dört Nokta Probe)
- ▶ Dynamic MEMS Analyzer (Dinamik MEMS İnceleyici)
- ▶ Stress Measurement (Stres Ölçüm Sistemi)
- ▶ SEM (Taramalı Elektron Mikroskopu)
- ▶ IR Microscope (Kızılötesi Mikroskop)
- ▶ Contact Surface Profilometer (Yüzey İnceleyici)

- ▶ Optic Surface Profilometer (Optik Yüzey İnceleyici)
- ▶ Optical Thickness Measurement Systems (İnce Film Kalınlık Ölçüm Sistemi)
- ▶ Laser Cutter (Lazer Kesici)

**Yapıştırma, Kesme ve Paketleme Süreçleri:** ODTÜ MEMS Merkezi'nde yapıştırma, kesme ve paketleme süreçlerinde kullanılan cihazlar aşağıda verilmiştir:

- ▶ Wafer Bonnders (Disk Yapıştırıcı)
- ▶ Die Bonders (Kırmık Yapıştırıcı)
- ▶ Acoustic Microscope (Akustik Mikroskop)
- ▶ Bond Tester (Yapışma Kalitesi Test Sistemi)
- ▶ Pick&PlaceSystem (Kırmık Paketleyici)
- ▶ Wirebond Systems (Kablo Bağlama Sistemi)
- ▶ Reflow Oven (Akış Fırını)
- ▶ Dicers (Disk Kesme Sistemi)

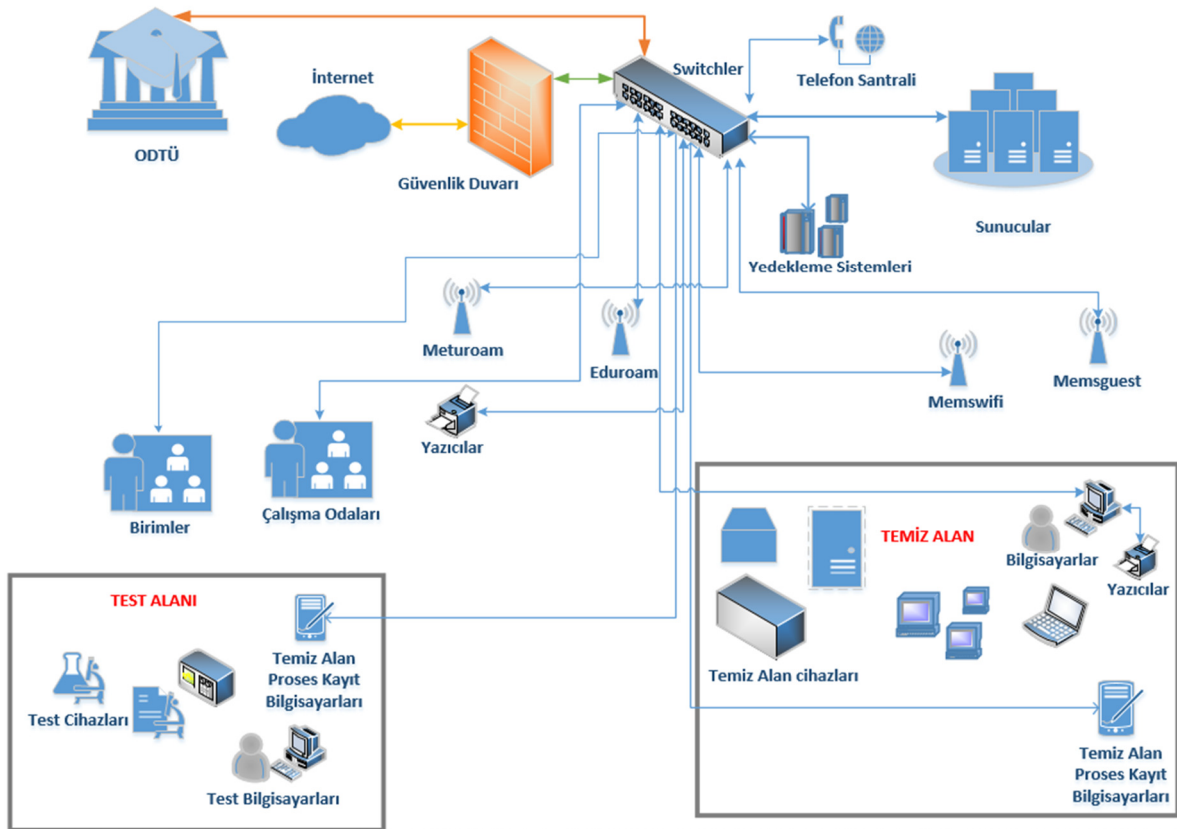
### **BIOMEMS Kimya ve Hücre Kültür Laboratuvarı**

BioMEMS Kimya ve Hücre Kültür Laboratuvarı biyoloji, kimya, mikro- ve nanoteknoloji ile nanotıp alanlarında çeşitli çalışmalar yapmak üzere oluşturulmuştur. Hücre kültür laboratuvarındaki teçhizat araştırmacılara istedikleri hücre tipini kültüre etme, depolama, karakterize etme ve görüntüleme imkânı sunmaktadır. Kimya laboratuvarında ise polimerler, mikro ve nanopartiküller, kendiliğinden düzenlenen tekli tabakalar sentezlenebilmekte ve yüzey modifikasyonu ile çeşitli kavram kanıtlama çalışmalarına yardımcı olacak adsorpsiyon-desorpsiyon çalışmaları yapılabilmektedir. Laboratuvarda bulunan cihazlar kanser, çeşitli hastalıklar, molekül veya iyon tayinine yönelik yeni biyosensör tasarımları fırsatı sunmaktadır. Her iki laboratuvarda kurulu tüm bu kaynaklar toplamda nanobiyosensör teknolojileri alanında yeni yaklaşımlar oluşturabilmek için oldukça yeterlidir. BioMEMS Lab'ının yetenekleri:

- ▶ Safety Cabinet (Laminar Flow)
- ▶ CO2 Incubator
- ▶ Water Bath
- ▶ Centrifuge
- ▶ Freezer (-86)
- ▶ Liquid Nitrogen Tank
- ▶ Autoclave
- ▶ Automated Cell Counter
- ▶ Vacuum Aspiration
- ▶ pH Meter
- ▶ Vacuum Etuve
- ▶ Fume Hood
- ▶ UV Transilluminator
- ▶ Mini Centrifuge
- ▶ Rotator
- ▶ Vacuum Pump
- ▶ Homogenizer
- ▶ Ultrasonicator
- ▶ Balance
- ▶ Magnetic Stirrer
- ▶ Mechanical Stirrer
- ▶ Magnetic Stirrer Array
- ▶ Vortex
- ▶ Mantle Heater
- ▶ Micropipette Set
- ▶ Microplate Reader
- ▶ Nanodrop
- ▶ Inverted Bright Field Microscope
- ▶ Inverted Flourescent Microscope
- ▶ Microfluidic System (Elveflow)
- ▶ Syringe Pump
- ▶ Fridge (4-10 °C)
- ▶ Freezer (-20 °C)
- ▶ Superhigh Speed Centrifuge (SHSC)

## Bilgi İletişim İmkanları

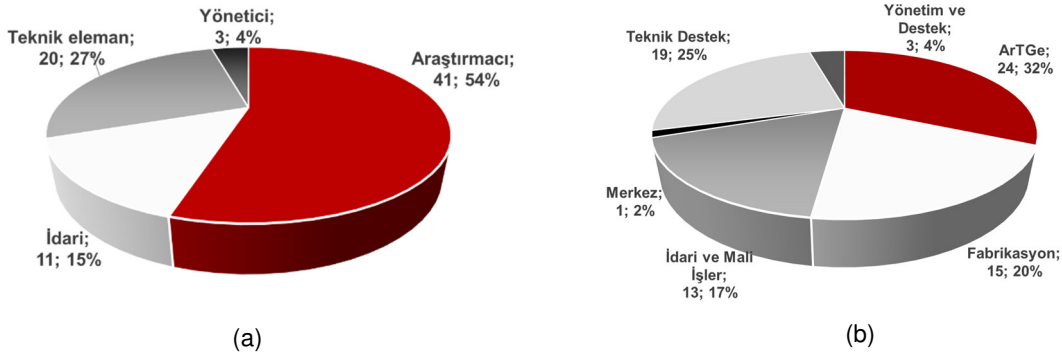
ODTÜ MEMS Merkezi'nin internet bağlantısı ODTÜ üzerinden sağlanmaktadır. Bu çerçevede ODTÜ Bilgi İşlem Daire Başkanlığı network odasından gelen fiber hat, Merkez'deki sistem odasında sonlanmaktadır. Merkez'in kullanmakta olduğu güvenlik duvarı (firewall) cihazı ve yönetilebilir anahtarlardaki (switch) network kurallarına göre tesis içinde ve dışında network ve sunucu hizmetleri güvenli olarak sağlanmaktadır. Merkez'de alan (domain) yapısı ile kimlik doğrulama sistemi hizmet vermektedir. ODTÜ'de bulunan farklı lokasyonlar ile VPN erişimi yapılmaktadır. ODTÜ Telefon İşletme Müdürlüğü ile IP üzerinden hizmet veren telefon altyapı sistemi bulunmaktadır. ODTÜ üzerinden kimlik doğrulama ile çalışan "Meturoam" ve "Eduroam" ile Merkez bünyesinde kimlik doğrulama ile çalışan "Memswifi" ve "Memsguest" isimli kablosuz ağlar hizmet vermektedir. ODTÜ MEMS Merkezi ağ altyapısı, geniş alan bağlantıları (Internet), yerel alan ağı ve kablosuz servislerinden oluşmaktadır. Tesisin her türlü dış hat ihtiyacı ODTÜ ile Merkez arasındaki 1 Gbps kapasiteli devre üzerinden karşılanmaktadır. Farklı amaçlarla kullanılan bölümler (segment) için trafik ayrımı VLAN kullanılarak tasarlanmış ve yürütülmektedir. Merkez bünyesindeki sunucuların tümünde sanallaştırma uygulanmıştır. Merkez'de veri depolama sistemi mevcuttur. Merkez'in sahip olduğu bilgi iletişim altyapısı Şekil 2'de verilmektedir.



Şekil 2: ODTÜ MEMS Merkezi Bilgi İletişim Altyapısı

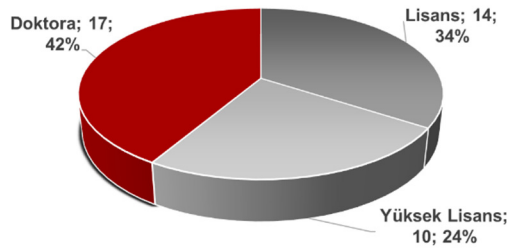
### 1.3.4. İnsan Kaynakları

ODTÜ MEMS Merkezi'nde 31.12.2019 tarihi itibarıyla yönetici, araştırmacı, idari ve teknik eleman pozisyonlarında çalışan toplam 75 personel bulunmaktadır. Aşağıdaki şekilde personelin görevlerine (a) ve buldukları birime (b) göre dağılımları verilmektedir.



Şekil 3: Personel sayısının (a) görevlerine ve (b) buldukları birime göre dağılımları

ODTÜ MEMS bünyesinde çalışmakta olan 41 araştırmacının mezuniyet derecesine göre dağılımları Şekil 4'te sunulmaktadır.



Şekil 4: Araştırmacıların mezuniyet derecelerine göre dağılımları

31 Aralık 2019 tarihi itibarıyla doktora derecesine sahip araştırmacıların 7'si tam zamanlı olup, 10 kişisi ise akademik görevlendirmeye Merkez bünyesinde çalışmaktadır. 2019 yılı süresince Merkez bünyesinde toplam 12 akademisyen görevlendirilmiş olup, 2019 yılı sonunda ODTÜ Makine Mühendisliği Bölümü öğretim üyesi Ender Yıldırım'ın Merkez bünyesinde görevlendirme çalışmaları başlamıştır. 2019 yılında ODTÜ MEMS Merkezi'nde görevlendirilmiş olan akademisyenlerin bağlı oldukları üniversitelerin şehir bazında dağılımı Şekil 5'te sunulmuştur.



Şekil 5: 2019 yılı süresince ODTÜ MEMS Merkezi'nde görevlendirilmiş olan akademisyenlerin bağlı oldukları üniversitelerin şehir bazında dağılımı

### 1.3.5. Sunulan Hizmetler

ODTÜ MEMS Merkezi çalışmalarını dokuz ana faaliyet alanı altında sürdürmektedir. Bunlar, Görüntü Algılayıcılar, Eylemsizlik Algılayıcılar, RF MEMS, Biyo MEMS, Power MEMS, Vakum Paketleme, Tümdevre Tasarım, Yeni Alanlar ile bütün bunlara yönelik MEMS algılayıcı - aygıtlarının üretilmesini içeren Fabrikasyon alanıdır. Merkez'in söz konusu dokuz ana faaliyet alanı altında yürütmekte olduğu çalışmalar proje ve faaliyet bilgileri bölümünde açıklanmaktadır. Geliştirilen teknolojilerin türevlerinin yeni MEMS aygıtlarında kullanılması ve bu konuda ilgili paydaşlara hizmet verilerek ODTÜ MEMS Merkezi'nin gelirlerinin artırılmasına ve sürdürülebilirliğine önemli bir katkı sağlanması öngörülmektedir.

MEMS teknolojisi yüksek maliyetli cihaz altyapısına dayanmaktadır ve bu altyapıyı kurmak ve çalışır tutmak çok büyük şirketler için bile kolay bir durum değildir. Dolayısı ile ODTÜ MEMS Merkezi'nde bulunan mevcut ve geliştirilecek cihaz parkı ve bilgi birikimi, MEMS teknolojisine dayalı bir endüstri oluşturmak için kritik bir öneme sahiptir. Bu kapsamda planlanan fabrikasyon faaliyet alanı altında, faaliyet alanları ile uyumlu mevcut üretim teknolojilerinin olgunlaştırılması ve yeni üretim teknolojilerinin geliştirilmesi ile Merkez fabrikasyon olanaklarının özellikle KOBİ ölçeğindeki teknolojik girişim niteliğini taşıyan dış paydaşlara kullanılması çalışmaları yürütülmektedir. Dış paydaşların, geliştirdikleri ürünleri yüksek sayıda üretmek istemeleri ve bunun maliyet etkin hale gelmesi durumunda, yüksek ölçekli bir üretim hattının kurulması için ODTÜ MEMS Merkezi know-how, bilgi ve deneyim aktarımı sağlayacaktır ve bu destek karşılığında değişik iş modelleri ile düzenli ve uzun vadeli gelir elde edebilecektir. Bu faaliyetler ile ODTÜ MEMS Merkezi'nin sürdürülebilirliğine önemli bir katkı sağlanacağı öngörülmektedir. Yukarıda sıralanan teknolojik ilerlemelere paralel olarak, yüksek hassasiyetli fabrikasyon sistemlerinin oluşturulması, bu amaçla temin edilecek yeni makinelerin devreye alınması, özgün (yeni) üretim süreçlerinin geliştirilmesi ve pilot üretimlerin gerçekleştirilmesi çalışmaları sürdürülmektedir.

Dış paydaşlara fabrikasyon hizmetleri verilmesine yönelik çoklu paylaşımlı üretim (Multi Project Wafer, MPW) hizmetinin sunulması, standart üretim süreçlerinin oluşturulması gibi çalışmalar için planlama yapılmıştır. ODTÜ MEMS Merkezi'nde mevcut olan bilgi birikimi ile ilgili paydaşlara kolaylıkla ve verimli bir şekilde hizmet verilmesi ile ODTÜ MEMS Merkezi'nin dış paydaşlarca kullanımının artırılması ve düzenli bir gelir sağlanması hedeflenmektedir. Ayrıca tüm MEMS çalışmaları için mevcut üretim teknolojilerinin idamesi ve güncellenmesi ile temizalan fabrikasyon kapasitesinin artırılması hedeflenmektedir. Çalışmaların gerçekleştirilebilmesi için ilgili alanlarda uzmanlaşmış araştırmacıların yetiştirilmesi gerekmektedir.

Merkez'de sunulmakta olan hizmet türleri aşağıda özetlenmektedir:

- a) Dış kullanıcıların faydalanmasını sağlamak üzere Merkez tarafından aşağıdaki üretim hizmetleri sunulmaktadır.
  - i. Standart hizmetler: Olgunlaşmış fabrikasyon işlemlerini içeren standart hizmetler (maske camı yapımı, kesme işlemi, yalıtkan/metal kaplama/aşındırma vb. gibi) bu kapsamda yer almaktadır.
  - ii. Çoklu paylaşımlı üretim (ÇPÜ, Multi Project Wafer): Benzer akışa sahip tasarımların yararlanmasını sağlamak üzere, hatalarından arındırılarak olgunlaştırılmış bir dizi fabrikasyon adımının, çoklu paylaşımlı üretim hizmeti olarak sunulması bu kapsamda ele alınmaktadır.
  - iii. Temizalana erişim ve cihaz kullanımı: Tanımlanan temizalana erişim şartlarını sağlayan kişilerin Merkez çalışanları eşliğinde/gözetiminde altyapıyı kullanması bu kapsamda değerlendirilmektedir.
  - iv. Pilot ölçekte üretim: Dış kullanıcıların ihtiyaç duyması halinde verilecek düşük sayıda (pilot ölçekte) üretim hizmeti bu kapsamda ele alınmaktadır.
  - v. Üretim hattı kurulması: Dış kullanıcıların, Merkez'de geliştirilen ürünleri yüksek sayıda üretmek istemeleri ve bunun maliyet etkin hale gelmesi durumunda, yüksek ölçekli bir üretim hattının kurulması için Merkez'in çalışma ilkeleri, bilgi ve deneyim aktarımı sağlaması ve bu destek karşılığında değişik iş modelleri ile düzenli ve uzun vadeli gelir elde edilmesi bu kapsamda ele alınmaktadır.
- b) Merkez'de yeni malzemelerin araştırılması, algılayıcıları ve eyleyicileri de içeren yeni mikro yapıların geliştirilmesi ve bunların aygıtla dönüştürülmesi için gereken fabrikasyon teknolojilerinin olgunlaştırılması ile yeni fabrikasyon teknolojilerinin geliştirilmesi çalışmaları yürütülmektedir. Bu kapsamda aşağıdaki tasarım hizmetleri de verilmektedir.
  - i. Özgün fabrikasyon hizmetleri: Dış kullanıcılar tarafından oluşturulan mikro yapıların fabrikasyonu için Merkez tarafından geliştirilen yeni fabrikasyon işlemleri bu kapsamda yer almaktadır.
  - ii. Özgün MEMS aygıtlarının geliştirilmesi: İstenen özelliklere sahip MEMS aygıtları geliştirilmesinde Merkez'in sahip olduğu malzeme, mikro yapılar ve fabrikasyon konularında deneyimle harmanlanmış bilgi birikiminin dış kullanıcılara kullanılması bu kapsamda ele alınmaktadır.

### 1.3.6. Yönetim ve İç Kontrol Sistemi

ODTÜ MEMS Merkezi'nin yönetim yapısı Yönetim Kurulu, İcra Komitesi, Danışma Kurulu ve Müdür'den oluşmaktadır.

Yönetim Kurulu, araştırma altyapısının karar organı olarak görev yapmakta olup araştırma altyapısıyla ilgili her türlü idari ve mali sorumluluğu taşımaktadır. ODTÜ MEMS Merkezi Yönetim Kurulu, Merkez'in faaliyetlerini ve performansını düzenli olarak izlemek için her iki ayda bir ayın ilk Pazartesi günü toplanmaktadır.

Yönetim Kurulu mevzuata göre devredebileceği görev ve yetkileri İcra Komitesi'ne devretmiştir. İcra Komitesi'nin Yönetim Kurulu'nun onayına sunmakla yükümlü olduğu çalışmalar aşağıda özetlenmiştir:

- ODTÜ MEMS Merkezi stratejik hedeflerini Danışma Kurulu'nun önerilerini de dikkate alarak belirlemek ve Merkez'in bütçesini oluşturarak Yönetim Kurulu'nun onayına sunmak,
- Merkez müdürünün işe alınması ve işine son verilmesi için gerekli hazırlıkları yaparak Yönetim Kurulu'nun onayına sunmak,
- Taşınmaz mal alımı satımı ve kiralanması üzere gerekli hazırlıkları yaparak Yönetim Kurulu'nun onayına sunmak,
- ODTÜ MEMS Merkezi'nin uluslararası iş birliklerine ülke adına katılımı konusunda gerekli hazırlıkları yaparak Kurul onayı almak üzere Yönetim Kurulu'na sunmak,
- Özel sektör ortaklığı, özel sektörle ortak yatırım, işletme hakkı devri hususlarında gerekli hazırlıkları yaparak Kurul onayı almak üzere Yönetim Kurulu'na sunmak,
- Şirket kurma ve kurulmuş bir şirkete ortak olma konusunda gerekli hazırlıkları yaparak Kurul onayı almak üzere Yönetim Kurulu'na sunmak.

Ayrıca İcra Komitesi, Yönetim Kurulu kararlarının takip edilmesi ve elde edilen sonuçların Yönetim Kurulu'na raporlanması çalışmalarını yürütmektedir. İcra Komitesi 5 yıl süreyle görevlendirilmiş olup en az iki haftada bir periyodik olarak toplanmaktadır.

ODTÜ MEMS bünyesinde oluşturulmuş olan Danışma Kurulu, Merkez'in altyapısının stratejik hedefleri ve eylem planıyla ilgili önerilerde bulunmaktadır. Aynı zamanda, Merkez bünyesinde yürütülen bilimsel ve teknolojik faaliyetleri stratejik hedefler ve eylem planı çerçevesinde inceleyerek değerlendirmekte ve bulguları Yönetim Kurulu'na raporlamaktadır. Danışma Kurulu, Yönetim Kurulu'nun ihtiyaç duyduğu ilgili her türlü konuda da danışmanlık hizmeti sunmaktadır. Danışma Kurulu her yılın Haziran ve Aralık aylarında olmak üzere yılda iki kez olağan toplantı yapmaktadır.

ODTÜ MEMS Merkezi Müdürü, 6550 sayılı araştırma altyapıları mevzuatında belirtilmekte olan görev ve yetkilere sahip olup, bu görev ve yetkilerinden dolayı Yönetim Kurulu'na ve İcra Komitesi'ne karşı sorumludur. Ayrıca, Yönetim Kurulu'nun ve İcra Komitesi'nin sekretarya hizmetleri müdürlük tarafından yerine getirilir.

## 2. Amaç ve Hedefler

### 2.1. Araştırma Altyapısının Amaç ve Hedefleri

Merkez'in çalışma odağı üç ana eksen altında şekillendirilmektedir:

- MEMS teknolojisinde Dünya'da önde gelen tasarım evlerinden biri olmak
- Sahip olduğumuz fabrikasyon altyapısı ile dikkatle seçilmiş özgün konularda butik uygulamalar yapmak
- Fabrikasyon altyapısı kurulması konusunda anahtar teslim hizmet vermek (yurtiçi sanayi kuruluşları/yurtdışı kuruluşlar)

Bu doğrultuda ODTÜ MEMS Merkezi'nin amaçları kuruluş protokolünde aşağıdaki şekilde belirlenmiştir:

- Gerçekleştirdiği bilimsel araştırma çalışmalarıyla, sanayi ile birlikte yürüttüğü projeleriyle, oluşturacağı filiz şirketleriyle, konusunda uzman Ar-Ge personeliyle, dünyada MEMS alanında öncü olmak.
- Geliştireceği ürün ve hizmetleriyle endüstriyel paydaş beklentilerini en iyi şekilde karşılamak.
- Dış kullanıcılara yönelik olarak oluşturulacak standart üretim ve ÇPÜ (Çok Paylaşımlı Üretim) altyapılarıyla üretim hizmetleri vermek.
- Patent alımına elverişli olan ticarileştirilebilecek nitelikteki çalışmaları artırmak.
- Endüstriyel paydaşlar ile ortak projeler yürüterek, yüksek katma değerli ürünler geliştirmek.
- MEMS çalışmalarında kullanılan cihaz parkının düzenli bakımını yaparak, yıpranan sistemlerin değiştirilmesi / güncellenmesi için gerekli önlemleri alarak, tesisin temizalanını ve destek ünitelerini sağlıklı çalışır halde tutarak teknolojik altyapıyı sürdürmek ve geliştirmek.
- Üniversitelerden akademik kadrolu personelin merkezde yarı-zamanlı çalışmasına olanak sağlayarak, bünyesindeki öğretim üyeleri ile öğrenci ve araştırmacılara ders ve eğitim vererek, yüksek lisans, doktora ve doktora sonrası araştırmacı sayısını artırarak Ar-Ge kadrosunu güçlendirmek.
- MEMS ve nanoteknoloji konularında özellikle paydaşların beklentileri ile örtüşen alanlarda çalışmalar başlatarak araştırma konularını çeşitlendirmek.
- Merkez'de çalışarak lisans sonrası eğitimlerini (yüksek lisans, doktora, doktora sonrası gibi) tamamladıktan sonra yurtiçindeki kuruluşlarda çalışan araştırmacıların sayısını artırarak ve yurtiçinde MEMS ile ilgili konferans veya çalıştaylar düzenleyerek MEMS birikiminin yayılmasında liderlik yapmak.
- Yurtiçi ve yurtdışı işbirlikleriyle, yüksek nitelikli, kapsamlı ve uzun süreli çalışmalara odaklanarak proje ve yatırım fırsatlarını etkin bir biçimde değerlendirmek.
- Merkez'deki yönetim yetkinliğini arttıracak şekilde örgütlenme ve kurumsallaşma ile ilgili çalışmaları tamamlamak.
- Merkez faaliyetleriyle bütünleşik yönetim bilgi sistemi altyapısını kurarak, sistematikliği, şeffaflığı ve izlenebilirliği sağlamak.
- Periyodik olarak sunulan ÇPÜ (Çoklu Paylaşımlı Üretim) süreçleri sayesinde düzenli gelir sağlayarak mali kaynakları geliştirmek.
- Tesisin sürekli (7/24) çalışmasını sağlayacak düzenlemeleri yaparak işletme verimliliğini artırmak.
- Çalışma ortamı ile ilgili beklentileri tespit ederek, çalışanların beklentilerini belirleyerek bunları karşılayacak düzenlemeleri gerçekleştirerek, bu düzenlemelerin kontrolünü/devamını ve yeni beklentilerin takibini sağlayacak birimler oluşturarak çalışma ortamını iyileştirmek.

### 2.2. Temel Politikalar ve Öncelikler

#### Altyapının kullanım şartları

ODTÜ MEMS Merkezi'nin dış paydaşların erişimine açılması ve kullanımı için yurtdışındaki benzer merkezlerde uygulanan yöntemler örnek alınarak, ilgili birim ya da birimler tarafından kullanım esasları oluşturulmuştur. Bu kapsamda belirlenen dış kullanım ilkeleri aşağıda özetlenmektedir.

- a) Temizalan erişim: Gerekli eğitimi almış olması şartıyla, iş sağlığı ve güvenliği kuralları çerçevesinde, kişilere kontrollü (kart vb. gibi) bir şekilde temizalan erişim ve cihaz altyapısını kullanım hakkı tanınmaktadır:
  - i. Altyapıyı kullanacak kişilerin temizalan güvenliği ve cihazların kullanımı konusunda Merkez tarafından hazırlanan standart eğitim programlarını tamamlaması gerekmektedir. Eğitim programlarını başarı ile tamamlayan kullanıcılar temizalan erişim hakkı kazanır.

- ii. Dış kullanıcıların başka bir kuruluştan temizalan güvenliği ve ilgili cihaz konusunda eğitim aldıklarını belgelendirmeleri halinde ve Merkez'deki ilgili birimlerin uygun görmesi durumunda (gerekirse sınav yapma koşuluyla) erişim hakkı verilir.
  - iii. Temizalana erişim hakkı olmayan dış kullanıcılar için fabrikasyon işlemleri Merkez ekibi tarafından gerçekleştirilir.
  - iv. Altyapı kullanım esaslarına uymayan kullanıcılar için gerekli yaptırımlar ilgili birim tarafından belirlenir ve uygulanır.
- b) Öncelik sıralaması: Altyapıya erişim hakkı kazanan iç ve dış kullanıcılar için öncelik sıralaması aşağıdaki gruplara göre belirlenmiştir.
- i. Merkez araştırmacıları
  - ii. ODTÜ kullanıcıları (akademisyenler, lisansüstü çalışan öğrenciler ve diğerleri)
  - iii. ODTÜ MEMS Merkezi kuruluşları (spin-off)
  - iv. Diğer üniversite ve kamu araştırma kurumları (6550 sayılı kanun kapsamında kurulmuş altyapılar dahil olmak üzere)
  - v. Teknoloji geliştirme bölgelerinde yer alan firmalar
  - vi. Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı tarafından tescillenen Ar Ge Merkezleri
  - vii. Diğer sanayi kuruluşları
- c) Ayrıcalık tanınması: Altyapıya maddi destek sağlayan kurum ve kuruluşlara, Yönetim Kurulu'nun karar vermesi halinde, birtakım ayrıcalıklar sağlanabilir. Ancak gerek önceliklendirmede, gerekse sağlanan ayrıcalıklarda, altyapı kullanım esaslarına sadık kalınacak ve haksız rekabet oluşturmayacak şekilde karar verilir.
- d) Rezervasyon yapılması: Altyapı kullanımı rezervasyon sistemi ile yönetilir.
- e) Altyapı kullanımının izlenmesi ve takibi: Altyapı kullanımı proje ve faaliyetler bazında izlenir. Bu kapsamda sarf malzemelerinin takibi, stok takibi ve cihaz kullanımı takibi yapılır. Cihazların her kullanımında giriş (check-in) ve çıkış (check-out) işlemleri gerçekleştirilir.
- f) Fiyatlandırma: Altyapının dış kullanıcılar tarafından kullanımı için fiyatlandırmada aşağıdaki hususlar dikkate alınır:
- i. Fiyatlandırma yapılırken Merkez sürdürülebilirliği ile kullanımın artırılması arasındaki denge gözetilir.
  - ii. Fiyatlandırma işgücü maliyeti, temizalan kullanım maliyeti ve malzeme maliyeti bileşenleri dikkate alınarak yapılır.
    - İşgücü fiyatlandırmasında işverene maliyetler ile genel idari giderler esas alınır.
    - Temizalan kullanım maliyetlerinin hesaplanmasında cihaz değerleri ve bakım onarım maliyetleri ile temizalan bakım onarım ekibi maliyetleri, tesis destek ekibi maliyetleri, temizalanın işler durumunda tutulması için yapılan cari harcamalar (elektrik/su/mazot vb. ile gereken kimyasallar) göz önüne alınır.
    - Her proje için fabrikasyon işlemlerinde kullanılan malzemeler ayrı ayrı hesaplanır.
  - iii. Bunların dışında ek ücretler (giriş ücreti, oransal genel gider) uygulanabilir.
  - iv. Fiyatlandırmada dış kullanıcı gruplarına göre belirlenen kurallar çerçevesinde indirim yapılabilir.
  - v. Bilimsel araştırma amaçlı olarak gerçekleştirilen dış kullanımlarda eğer farklı kaynaklardan destek sağlanıyorsa (ulusal veya uluslararası fon kullanımı) indirim uygulanmayabilir.
  - vi. Kullanımın artması için Merkez tarafından farklı mekanizmalar (abonelik, senelik kullanım hakkı, aylık kullanım ücreti, kullanım miktarına göre indirim gibi) geliştirilebilir.
  - vii. Fiyatlandırma tarifesi, gelir gider dengeleri de gözetilerek İcra Komitesi tarafından yapılır ve asgari yıllık olmak üzere gerektiğinde yenilenir.

### **İstihdam politikası**

ODTÜ MEMS Merkezi'nin personel istihdamı idari süreçleri, Merkez Yönetim Kurulu'nun belirlediği politikalara göre insan kaynakları ekibi tarafından yürütülmektedir. Personel istihdamı sürecinde ilana çıkılması öncelikli yöntem olarak belirlenmiş ve başvuruların tarafsız bir şekilde değerlendirilmesi sağlanmıştır. Merkez'in insan kaynakları yapısının oluşumunda, kişilerin uzmanlık alanları özellikle dikkate alınan unsurların başında gelmektedir. Merkez'in ana faaliyetinin mikroeletromekanik sistemler teknolojisi olmasından hareketle, ArTGe biriminin ilgili alt grubunun araştırma alanında tecrübe sahibi kişilerden veya çabuk tecrübe kazanacağı öngörülen yüksek potansiyelli araştırmacılardan oluşması sağlanmaktadır.



Merkezde ayrıca farklı üniversitelerden MEMS ve ilgili alanlarda çalışan akademisyenler de görevlendirilmektedir. Her akademisyenle Merkezde yürütülecek çalışma konularının tanımlandığı bir anlaşma yapılmaktadır. Böylece bilgi birikiminin yayılması da sağlanmaktadır.

### **Fikri mülkiyet hakları politikası**

Merkez politikası uluslararası anlaşmalar dahil tüm fikri ve sınai mülkiyet mevzuatı gözetilerek belirlemiştir. Merkez politikası, yaratıcı düşünce ürünlerinin ortaya çıkmasını desteklemekte ve korunmasına odaklanmaktadır. Fikri ve Sınai Mülkiyet Hakları Politikası; 6550 sayılı Araştırma Altyapılarının Desteklenmesine Dair Kanun ve ilgili Uygulama Yönetmeliği'ne uygun bir şekilde düzenlenmiştir.

Bu kapsamda:

- ODTÜ MEMS Merkezi tarafından yürütülen faaliyetler sırasında ortaya çıkan her türlü buluş/ faydalı model/tasarım (bundan sonra hep birlikte "Sınai Haklar" olarak anılacaktır) üzerindeki haklar ODTÜ MEMS Merkezi'ne aittir.
- Bu Sınai Haklar, Merkezin takdiri ile imzalanacak yazılı anlaşma kapsamında kısmen veya tamamen buluş sahiplerine devredilebilecektir. Eğer devre konu Sınai Haklar Türk Patent Enstitüsü'ne (TPE) tescil edilmiş veya tescil için başvurusu yapılmış ise, devir için ilgili mevzuat gereği gereken her türlü işlem tamamlanacaktır.
- Merkez, başvurudan veya patent/faydalı model hakkından vazgeçmek isterse veya buluş/faydalı model, patent başvurusu yapıldıktan sonra serbest buluş niteliği kazanırsa, Merkez öncelikle buluş sahibine başvuru veya patent/faydalı model hakkını üç ay içerisinde devralmasını teklif edecektir. Buluş sahibinin teklifi kabul etmesi durumunda haklar buluş sahibine bedelsiz olarak devredilecektir. Bu durumda Merkez, buluş sahibine patent/faydalı model alınması ve korunması için gerekli olan belgeleri verecektir. Merkez, başvuru veya patent/faydalı model hakkını buluş sahibine devretmesi durumunda, inhisari olmayan (basit ruhsat) kullanma hakkını uygun bir bedel karşılığında saklı tutabilir. Buluş sahibinin teklifi kabul etmemesi durumunda patent başvurusu veya patent üzerindeki tasarruf yetkisi Merkeze ait olacaktır.
- Buluşun/faydalı modelin kamu düzeni, milli güvenlik, askeri güvenlik unsurları içermesi veya ülke menfaatleri aleyhine kullanılması ihtimali durumlarında buluş/faydalı model üzerindeki haklar Merkeze ait olacaktır, buluş sahibine devredilemez.
- Merkezin buluş/faydalı model üzerindeki haklarını kısmi veya tam olarak buluş sahibine devretmesi için aşağıdaki hususları içeren bir sözleşme yapılacaktır:
  - Buluş/faydalı model üzerindeki haklar ve elde edilecek lisans gelirlerinin taraflar arasında paylaşımı,
  - Hak sahiplerinin birbirlerine ve Merkez'e karşı sorumlulukları,
  - Hak sahipliğinin üçüncü taraflara devrine ilişkin hususlar,
  - Anlaşmazlıklara ilişkin hususlar,
  - Mutabık kalınacak diğer hususlar.
- Merkez'e ait buluşun/faydalı modelin ekonomik olarak değerlendirilmesi sonucunda elde edilecek gelirin en az %20'si en fazla %50'si buluş sahibine/sahiplerine verilecektir. Bu oranı %20'ye kadar artırmaya Araştırma Altyapıları Komisyonu yetkilidir. ODTÜ MEMS Merkezi Müdürlüğü, buluş/faydalı model sahibiyle durumu müzakere ederek, buluşun/faydalı modelin ekonomik olarak değerlendirilmesi sonucunda elde edilecek gelirin ne kadarının buluş sahibine verileceğini belirleyecek ve onay için ODTÜ MEMS Merkezi Yönetim Kurulu'na sunacaktır.
- Merkez'in taraf olduğu sözleşmelere dayanarak yürütülen projelerin gerçekleştirilmesi sırasında ortaya çıkması muhtemel her türlü Fikri (yazılım, rapor, proje, vb. dahil her türlü eser) ve Sınai Haklar sözleşmeyle düzenlenecektir. Merkez, üçüncü şahıslarla imzalayacağı hizmet/ürün tedarik sözleşmeleri kapsamında ortaya çıkacak Fikri ve Sınai Hakların Merkez'e ait olmasını hedeflemektedir. Bunun mümkün olmadığı durumlarda ise, Fikri ve Sınai Haklar üzerinde tam ruhsat sahibi olunması sağlanacaktır.
- Yeterliğin iptali ve tüzel kişiliğin sona ermesi halinde Merkez'e ait olan Fikri ve Sınai Hakların öncelikle buluş sahibine halin icabına uygun bedel ile devri esastır. Buluş sahibine devredilmemesi durumunda ilgili yükseköğretim kurumuna devri yapılır. Ortak araştırma altyapılarında ise ortaklık protokolü dikkate alınarak tasfiye sürecine ilişkin hükümler uygulanır.

## Yayın politikası

ODTÜ MEMS Merkezi, kamunun serbestçe araştırma yapması için kapsamlı küresel bir bilgi alışverişi sağlama ilkesine dayanarak, yürüttüğü çalışmaların akademik çerçevede bilinmesini sağlamayı temel politika olarak belirlemiştir. Bu politikayı akademik makale hazırlama, konferanslarda bildiri ve poster sunma, uygulama notları basma, internet sitesi üzerinden bilgilendirme yoluyla hayata geçirir.

### *Bilimsel Sorumluluk*

ODTÜ MEMS personeli tarafından hazırlanan yayınların tüm bilimsel sorumluluğu yazarlarına aittir. Gönderilen makalelerde belirtilen yazarların çalışmaya belirli bir oranda katkısının olması gereklidir. Yazarların isim sıralaması ortak verilen bir karar olmalıdır.

### *Etik Sorumluluk*

Yayınlarda etik kurallara uyulmamasından doğacak her türlü sorumluluk yazarlarına aittir. Yayınlarda daha önce yayımlanmış alıntı yazı, tablo, resim vs. var ise yazarlar; yayın hakkı sahibi ve yazarlarından yazılı izin almak, ayrıca bunu yayında belirtmek zorundadır. Yayında doğrudan ya da dolaylı ticari bağlantı veya çalışma için maddi destekte bulunan kurum varsa yazarlar bu konuda gerekli izinleri temin etmek ve yayında belirtmek zorundadır.

## Veri Güvenliği Politikası

İş hedeflerine ulaşmak için Merkez'in değerli bilgi birikimini oluşturan ve paydaşlara katma değer sağlayan bilgi varlıkları, çeşitli ortamlarda üretilmekte, paylaşılmakta ve saklanmaktadır. İş süreçleri büyük ölçüde bu bilgilerin işlendiği bilgi ve iletişim sistemlerine bağlıdır.

Bilgi güvenliğinin genel olarak amacı, ilgili yasalar ve sözleşmeler çerçevesinde tüm ilgili tarafların bilgi güvenliği farkındalığı artırılarak hassas Merkez bilgilerinin, gizliliğini, bütünlüğünü ve bu bilgileri barındıran veya bilgilerin işlenmesinde kullanılan bilgi ve iletişim sistemlerinin erişilebilirliğini uygun düzeyde sağlamaktır. Bu düzey, mevcut bilgi güvenliği tehditler göz önünde bulundurularak Merkez bilgi varlıkları ve hizmetleri açısından riskler ve önlemler arasında uygun bir denge sağlayan bilgi güvenliği risk yönetimiyle belirlenir.

Bilgi varlıklarının gizliliğini, bütünlüğünü ve erişilebilirliğini temin etmek için belirlenen genel esaslar aşağıdaki gibidir:

- Merkez çalışanları ve 3. taraflar bu prosedürleri bilmek ve çalışmalarını bu kurallara uygun şekilde yürütmekle yükümlüdür.
- Bu kural ve prosedürlerin, aksi belirtilmedikçe, basılı veya elektronik ortamda depolanan ve işlenen tüm bilgiler ile bütün bilgi sistemlerinin kullanımı için dikkate alınması esastır.
- Bilgi Güvenliği Yönetim Sistemi, TS ISO/IEC 27001:2013 "Bilgi teknolojisi - Güvenlik teknikleri - Bilgi Güvenliği Yönetim Sistemleri - Gereksinimler (Information technology - Security techniques - Information Security Management Systems - Requirements)" standardını temel alarak yapılandırılır ve işletilir.
- Merkez tarafından çalışanlara veya 3. taraflara sunulan bilgi sistemleri ve altyapısı ile bu sistemler kullanılarak üretilen her türlü bilgi, belge ve ürün aksini gerektiren kanun hükümleri veya sözleşmeler bulunmadıkça Merkez'e aittir.
- Bilgi güvenliğinin gerçek ya da şüpheli tüm ihlalleri rapor edilir; ihlallere sebep olan uygunsuzluklar tespit edilir, ana sebepleri bulunarak tekrar edilmesini engelleyici önlemler alınır.

### Üçüncü Tarafların Yönetimi

Merkez çalışanı olmayıp bilgi sistemleri kaynaklarına erişim sağlayan her türlü kişi 3. Taraf olarak kabul edilir. 3. Taraf tanımına uyan her türlü kişi ya da Merkez'le yapılacak geçici ya da sürekli çalışma sözleşmelerin imzalanması güncel olarak takip edilir. Sözleşme imzalanmadan önce kararlaştırılmış ve onaylanmış güvenlik anlaşmaları hazırlanıp kuruluşlarla kurumsal gizlilik sözleşmesi 3. Taraf çalışanlarıyla bireysel gizlilik sözleşmesi yapılır. Gerekli takdirde üçüncü taraf çalışanlarının politikaya uyması için süre tahsis edilir.

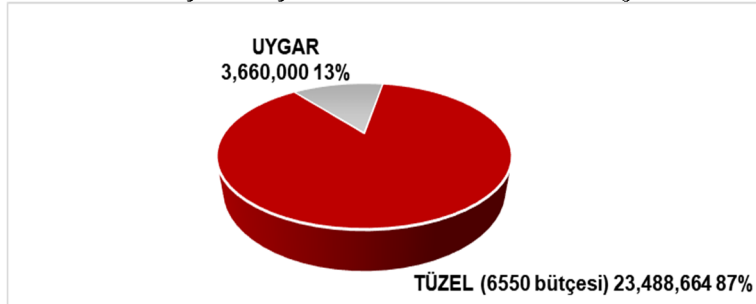
### 3. Faaliyetlere İlişkin Bilgi ve Değerlendirmeler

#### 3.1. Mali Bilgiler

ODTÜ MEMS Merkezi'ne mali kaynak olarak 2019 dönemleri için 32.000.000 TL aktarılması Araştırma Altyapıları Kurulu tarafından karara bağlanmıştı. Bu doğrultuda 2019 dönemine ait ödenek yarı yarıya olmak üzere iki ayrı tarihte aktarılmıştır. Merkez tarafından yapılan harcamalar ilgili yıla ait ödeneğin yarısının yılın ikinci yarısında kalan kısmının ise yıl sonunda gelmesine bağlı olarak kontrollü bir şekilde yapılmıştır.

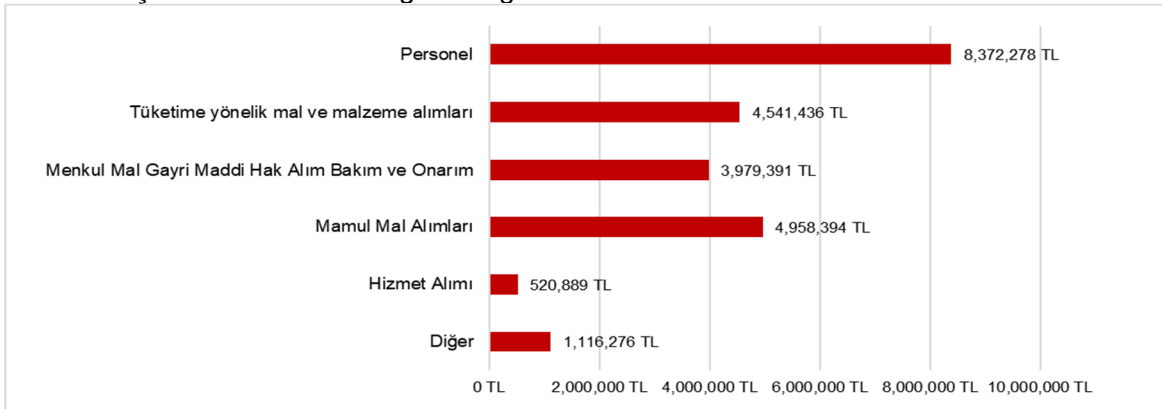
##### 3.1.1. Bütçe Uygulama Sonuçları

ODTÜ MEMS Merkezi'nin araştırma altyapıları başvuru dosyasında 2018 yılı için öngörmüş olduğu toplam destek talebi yaklaşık 48.000.000 TL olup ilgili yıl performans verileri bu tutar üzerinden belirlenmiştir. Ancak, 2017 yılı için (5 aylık süre) ODTÜ MEMS'in alması öngörülen toplam bütçe 10.000.000 TL, 2018 yılı içinse 31.000.000 TL olarak kabul edilmiştir. İlk tutar 19 Aralık 2017' tarihinde Merkez bünyesine aktarılmıştır. Ödeneğin 2018 yılı için belirlenen kısmı ise 20 Aralık 2018 tarihinde 26.400.000TL olacak şekilde aktarılmıştır. Merkeze ait 2019 yılı için belirlenen toplam 32.000.000 TL yıllık ödeneğin %50'si 23 Ağustos 2019 tarihinde 16.000.000 TL olarak aktarılmış, kalan %50'si olan 16.000.000 TL ise yılsonunda 19 Aralık 2020 tarihine aktarılmıştır. Bu nedenle, Merkez 2019 yılının ilk yarısından da uzun bir dönemde bir önceki yıldan devreden ödeneği dikkati bir şekilde kullanmıştır. Şekil 6, Merkez'in 2019 yılı içerisinde yapmış olduğu **60.797.699 TL** tutarındaki harcamanın kaynaklarının dağılımını göstermektedir. Bu dönemde Merkezin elektrik giderleri ODTÜ tarafından karşılanmıştır. Bu konudaki destekleri için Üniversitemize teşekkür ederiz.



Şekil 6: ODTÜ MEMS 2019 yılı harcamaları için kullanılan ödenekler

ODTÜ MEMS Merkezi (Tüzel) tarafından 2019 yılı içerisinde yapılmış olan 60.797.698 TL tutarındaki harcamaların daha önce 24.784.200 TL tutarındaki kısmı devreden onaylanmış cihaz yatırımları, 12.524.828 TL tutarındaki kısmı devreden temizalan yatırımı ( Yönetim Kurulu tarafından onaylı) için verilen siparişler, 2.771.532 TL tutarındaki kısmı ise devreden diğer harcamalardan oluşmaktadır. Devreden yatırım harcamaları dışındaki toplam 23.488.664 TL tutarındaki harcama personel istihdamı, cihaz alımları, laboratuvar yapımı, malzeme ve hizmet alımları ile Merkez'de bulunan önemli altyapının zorunlu bakım onarım masraflarından oluşmaktadır. Merkez'in diğer yeni temizalan kurulumu ve cihaz yatırımlarına ilişkin faaliyetlerin gerçekleştirilmesi ödeneğin iki eşit tutarda yılın ikinci yarısı ve sonunda aktarılmasına bağlı olarak 2020 yılına ertelenmiştir. Şekil 7, ODTÜ MEMS Merkezi'nin 2019 yılı içerisinde yapmış olduğu harcamaların bütçe kalemi bazında dağılımını göstermektedir.



Şekil 7: ODTÜ MEMS Merkezi'nin 2019 yılı içerisinde yapmış olduğu harcamaların bütçe kalemi bazında dağılımı

### 3.1.2. Temel Mali Tablolara İlişkin Açıklamalar

Temel mali tablolara ilişkin açıklamalarda, **ODTÜ MEMS Merkezi tüzel kişiliğinin** yaptığı harcamalar dikkate alınmıştır. Bu kapsamda 2019 yılı harcamaları ile ilgili açıklamalar aşağıda sunulmaktadır. Bu rakamlar ödeme temelli bütçe takibi sistemi baz alınarak hesaplanmış olup, YMM tarafından hazırlanan raporda yer alan mali tablolardaki harcama toplam tutarlarından farklılık göstermektedir. Bu farklılığın temel nedeni, bütçe takibinde yer alan tutarların KDV dahil olarak ve amortismanlar düşürülmeden harcama ve tahsilat esaslı hesaplanmış olmasıdır. Diğer taraftan sonlandırılmamış cihaz ve temizalan yatırımları bütçe ve mali tablolara yansımamıştır.

Gayrimenkul Mal Bakım Onarım Giderleri	
YK Onaylı Bütçe	31.000 TL
Tüzel 2019 Gerçekleşen	28.131 TL
Açıklama: Bu kapsamda Merkeze bünyesindeki Mekanik Atölyenin doğalgaz bağlantıları yaptırılması ve ısıtma sisteminin devreye alınması için harcama yapılmıştır.	

Gayrimenkul Büyük Onarım Giderleri	
YK Onaylı Bütçe	994.000 TL
Tüzel 2019 Gerçekleşen	985.725 TL
Açıklama: Merkez bünyesinde uluslararası standartlarda 1 adet 10.000 sınıf (ISO7) kimya laboratuvarı, 1 adet 10.000 sınıf (ISO7) bakteri laboratuvarı ve 1 adet 10.000 sınıf (ISO7) hücre kültürü laboratuvarı yapımı için harcama yapılmıştır. Bu kalemden ayrıca bina içi platform ve korkuluklar yaptırılıp kapıların yenilenmesi için harcama yapılmıştır.	

Görev Giderleri	
YK Onaylı Bütçe	15.000 TL
Tüzel 2019 Gerçekleşen	1.766 TL
Açıklama: Kuruluş işlemleri ve diğer yasal yükümlülükler için öngörülmüş olan bu tutar, vergi, noter vb. harcamalarını içermekte olup, gerçekleşme tutarı bu öngörünün altında kalmıştır.	

Hizmet Alımı	
YK Onaylı Bütçe	754.000 TL
Tüzel 2019 Gerçekleşen	520.889 TL
Açıklama: Bu başlıkta BT danışmanlığı, mali müşavirlik hizmetleri, hukuk danışmanlık hizmeti, ilaçlama ve atık yönetimi, İSG danışmanlığı, kurslara katılım ve eğitim giderleri, etüt-proje ve bilirkişi giderleri, iletişim, taşıt kiralama, yönetici sorumluluk sigortası, diğer hizmet alımları-NES+KAMU SEM kapsamındaki harcamalar gerçekleştirilmiştir.	

Mamul Mal Alımları	
YK Onaylı Bütçe	6.535.000 TL
Tüzel 2019 Gerçekleşen	4.958.394 TL
Açıklama: Tüzel MEMS bütçesinden bilgisayar teknolojileri ile ilgili yatırımlar, tesis içinde yer alan sistemlere ait pompalar gibi kalemler temin edilmiştir. Laboratuvar cihazları kapsamında taramalı elektron mikroskopu, ince film kaplama cihazları ve atık gaz arıtma sistemi gibi kalemler ile test amaçlı cihaz temin edilmiştir. Merkez ödeneğinin 2019 yılına ait tutarın yarısının Ağustos ayında, diğer yarısının da yılsonunda gelmesine bağlı olarak cihaz yatırımları için 24.784.200 TL tutarındaki ön siparişlerin gerçekleştirilmesi 2020 yılına kaydırılmıştır.	

Menkul Mal Gayri Maddi Hak Alım Bakım ve Onarım	
YK Onaylı Bütçe	5.159.000 TL
Tüzel 2019 Gerçekleşen	3.979.391 TL
Açıklama: Bu kapsamda Kurumsal Kaynak Kullanımı (ERP) yazılımının da dahil olduğu 408.206 TL tutarında bilgisayar yazılım alımları ile 3.571.185 TL menkul mal bakım onarım ve yedek parça alımlarının bir kısmı gerçekleştirilebilmiştir.	

Temsil ve Tanıtma	
YK Onaylı Bütçe	29.000 TL
Tüzel 2019 Gerçekleşen	22.584 TL
Açıklama: Öngörülenin altında temsil ve tanıtma harcaması yapılmıştır.	

Tüketime Yönelik Mal ve Malzeme Alımları	
YK Onaylı Bütçe	6.108.000 TL
Tüzel 2019 Gerçekleşen	4.541.436 TL
Açıklama: Laboratuvar malzemeleri ve kimyasallar, kırtasiye ve büro malzemeleri, akaryakıt, yağ (antifriz) ve mazot, temizlik malzemeleri, diğer tüketim malzemeleri ve yiyecek içecek alımları tüzel MEMS bütçesi kullanılarak gerçekleştirilebilmiştir. Bu bütçe kaleminin önemli bir kısmını oluşturan elektrik, giderleri toplama dahil edilmemiş olup ODTÜ üzerinden 2019 bütçesi kapsamında gerçekleştirilmiştir.	

Yolluklar (Yol, harcırah, konferans katılımı v.b.)	
YK Onaylı Bütçe	180.000 TL
Tüzel 2019 Gerçekleşen	78.070 TL
Açıklama: Personel alımları öngörülenin altında kaldığından yurt dışı ve yurt içi konferans katılımlarına ilişkin harcamalar sınırlı olmuştur.	

Personel	
YK Onaylı Bütçe	10.000.000 TL
Tüzel 2019 Gerçekleşen	8.372.278 TL
Açıklama: Personel alımları öngörülenin altında kaldığından, personel harcamaları öngörülenin bir miktar altında gerçekleştirilmiştir.	

Yönetim Kurulu (YK) onaylı bütçede bulunduğu halde harcama yapılamayan kalemlerle ilgili açıklamalar aşağıda sunulmaktadır.

- Gayrimenkul Mal Bakım Onarım: 2019 yılına ait bütçe transferi geç gerçekleştiği için yapılması planlanan yeni temizalan yatırımı sonlandırılmamıştır.
- Cihaz yatırımları için ön siparişler verilmiş ancak bütçe transferi parçalı ve geç yapıldığı için sonlandırılmamıştır.
- Lisans ve Patent Başvuruları: Bu kalemlerle ilgili harcama yapılmamıştır.
- Uluslararası kuruluşlara yapılan ödemeler: Merkez'in yazılım lisanslarına ilişkin üyelik kaydı ile ilgili harcamalar BAP projesinden gerçekleştirilmiştir.

2019 yılına ait YK onaylı bütçe ve tüzel MEMS üzerinden yapılan harcamalar ve elde edilen gelirlerin dağılımı Tablo 1'de sunulmaktadır.

Tablo 1: 2018 yılı Tüzel MEMS harcama ve gelirleri

Bütçe Kalemleri	2019 YK Onaylı Bütçe (TL)	TÜZEL (6550 bütçesi) (TL)
Gayrimenkul Mal Bakım Onarım	31.000	28.131
Gayrimenkul Büyük Onarım Giderleri	994.000	985.725
Görev Giderleri	15.000	1.766
Hizmet Alımı	754.000	520.889
Lisans ve Patent Başvuruları	150.000	0
Mamul Mal Alımları	6.535.000	4.958.394
Menkul Mal Gayri Maddi Hak Alım Bakım ve Onarım	5.159.000	3.979.391
Temsil ve tanıtma	29.000	22.584
Tüketime yönelik mal ve malzeme alımları	6.108.000	4.541.436
Uluslararası kuruluşlara yapılan ödemeler	48.000	0
Yolluklar (Yol, harcırah, konferans katılımı v.b.)	180.000	78.070
Personel	10.000.000	8.372.278

<b>TOPLAM BÜTÇE</b>	<b>30.003.000</b>	<b>23.488.664</b>
<b>GELİRLER TOPLAMI</b>	<b>4.920.632</b>	<b>1.567.671</b>
Hizmet Satışı Gelirleri	1.500.000	718.553
Ar-Ge Proje Gelirleri	3.420.632	-
Faiz Geliri		3.318.000

ODTÜ MEMS Merkezi'nin 2019 yılı bilançosu (Tablo 2) aşağıda sunulmaktadır:

Tablo 2: 2019 yılı bilanço tablosu

AKTİF HESAPLAR	31-12-19		PASİF HESAPLAR	31-12-19	
	DETAY	TOPLAM		DETAY	TOPLAM
<b>1-DÖNEN VARLIKLAR</b>		<b>49,455,317.38</b>	<b>3-KISA VADELİ YABANCI KAYNAKLAR</b>		<b>848,862.89</b>
<b>HAZIR DEĞERLER</b>		<b>46,516,401.42</b>	<b>KISA VADELİ İÇ MALİ BORÇLAR</b>		<b>0.00</b>
Banka Hesabı	46,516,401.42				
<b>MENKUL KIYMETLER</b>		<b>0.00</b>	<b>FAALİYET BORÇLARI</b>		<b>570,326.61</b>
			Bütçe Emanetleri Hesabı	124,114.21	
			Diğer Ticari Borçlar Hesabı	446,212.40	
<b>FAALİYET ALACAKLARI</b>		<b>441,475.80</b>	<b>DİĞER BORÇLAR</b>		<b>0.00</b>
Gelirlerden Alacaklar Hesabı	435,832.91				
Verilen Depozito ve Teminatlar Hesabı	5,642.89		<b>ALINAN AVANSLAR</b>		<b>0.00</b>
<b>DİĞER ALACAKLAR</b>		<b>131,841.81</b>	<b>ÖDENECEK DİĞER YÜKÜMLÜLÜKLER</b>		<b>278,536.28</b>
Diğer Çeşitli Alacaklar Hesabı	131,841.81		Ödenecek Vergi ve Fonlar	93,681.84	
<b>STOKLAR</b>	0.00	<b>0.00</b>	Ödenecek Sosyal Güvenlik Kesintileri	184,854.44	
<b>ÖN ÖDEMELER</b>		<b>879.47</b>	<b>BORÇ VE GİDER KARŞILIKLARI</b>		<b>0.00</b>
İş Avans ve Kredileri Hesabı	879.47		<b>GELECEK AYLARA AİT GELİRLER VE GİDER TAHAKKUKLARI</b>		<b>0.00</b>
<b>GELECEK AYLARA AİT GİDERLER VE GELİR TAHAKKUKLARI</b>		<b>315,167.42</b>	<b>DİĞER KISA VADELİ YABANCI KAYNAKLAR</b>		<b>0.00</b>
Gelir Tahakkukları Hesabı	315,167.42		<b>4-UZUN VADELİ YABANCI KAYNAKLAR</b>		<b>0.00</b>
<b>DİĞER DÖNEN VARLIKLAR</b>		<b>2,049,551.46</b>	<b>UZUN VADELİ MALİ BORÇLAR</b>		<b>0.00</b>
Devreden KDV Hesabı	1,434,982.87				
Peşin Ödenen Vergiler ve Fonlar Hesabı	614,568.59		<b>FAALİYET BORÇLARI</b>		<b>0.00</b>
<b>2-DURAN VARLIKLAR</b>		<b>4,595,778.32</b>	<b>DİĞER BORÇLAR</b>		<b>0.00</b>
<b>FAALİYET ALACAKLARI</b>		<b>0.00</b>	<b>ALINAN AVANSLAR</b>		<b>0.00</b>
<b>MADDİ DURAN VARLIKLAR</b>		<b>3,895,475.72</b>	<b>BORÇLAR VE GİDER KARŞILIKLARI</b>		<b>0.00</b>
Tesis Makine ve Cihazlar Hesabı	3,894,852.45		<b>GELECEK YILLARA AİT GELİR VE GİDER TA.</b>		<b>0.00</b>
Demirbaşlar Hesabı	766,104.38		<b>DİĞER UZUN VADELİ YABANCI KAYNAKLAR</b>		<b>0.00</b>
Birikmiş Amortismanlar Hesabı (-)	-765,481.11		<b>5-ÖZKAYNAKLAR</b>		<b>53,202,232.81</b>
<b>MADDİ OLMAYAN DURAN VARLIKLAR</b>		<b>675,248.10</b>	<b>NET DEĞER</b>		<b>0.00</b>
Haklar Hesabı	233,430.00		<b>GELECEK YILLARA AİT GİDERLER VE GELİR TAHAKKUKLARI</b>		<b>25,054.50</b>
Özel Maliyetler Hesabı	641,400.00		Gelecek Yıllara ait Giderler	25,054.50	
Diğer Maddi Olmayan Duran Varlıklar H	9,750.00		<b>YENİDEN DEĞERLEME FARKLARI</b>		<b>0.00</b>
Birikmiş Amortismanlar Hesabı (-)	-209,331.90		<b>GEÇMİŞ YILLAR OLUMLU FAALİYET SONUÇLARI</b>		<b>31,907,637.56</b>
			Geçmiş Yıllar Olumlu Faaliyet Sonuçları Hesa	31,907,637.56	
<b>GELECEK YILLARA AİT GİDERLER VE GELİR TAHAKKUKLARI</b>		<b>25,054.50</b>	<b>GEÇMİŞ YILLAR OLUMSUZ FAALİYET SONUÇLARI (-)</b>		<b>0.00</b>
			<b>F-DÖNEM NET KARI VE ZARARI</b>		<b>21,294,595.25</b>
			Dönem Net Olumlu Faaliyet Sonuçları Hesab	21,294,595.25	
<b>AKTİF (VARLIKLAR) TOPLAMI</b>		<b>54,051,095.70</b>	<b>PASİF KAYNAKLAR TOPLAMI</b>		<b>54,051,095.70</b>

### 3.1.3. Mali Denetim Sonuçları

Mali denetim sonuçları ODTÜ MEMS Merkezi Harcamalarının Uyumluluğuna Dair Yeminli Mali Müşavir Raporu'nda Ek-1'de sunulmaktadır. İlgili rapor, Merkez'in 6550 sayılı kanunla araştırma altyapısı olduktan sonraki tüzel bütçesinden gerçekleştirdiği harcamaları içermektedir. Söz konusu Denetim Raporunda sunulan mali tablolara henüz harcaması yapılmamış ve 2020 yılında harcanması ve muhasebeleşmesi öngörülen 24.784.200 TL tutarındaki devreden onaylanmış cihaz yatırımları, 12.524.828 TL tutarındaki devreden temizalan yatırımı ( Yönetim Kurulu tarafından onaylı) için verilen siparişler, 2.771.532 TL tutarındaki devreden diğer harcamalar yansımamıştır. Hazırlanan mali tablolardan Harcamam Kalemi Bazında Dağılımını gösterir tabloda tüm giderler muhasebe standartları gereği KDV hariç olarak hesaplanmış olup yüklenilen KDV tutarı dipnot olarak ayrıca belirtilmiştir. Söz konusu tabloda yine muhasebe standartları gereği nakit harcamaların dışında kalan amortisman vb. giderler de yer almaktadır.



## 3.2. Performans Bilgileri

### 3.2.1. Proje ve Faaliyet Bilgileri

ODTÜ MEMS Merkezi'nin 31 Aralık 2019 tarihine kadar gerçekleştirdiği projeler ve faaliyetler, araştırma ve yönetim yetkinliklerinin artırılmasına yönelik olmak üzere 2 başlık altında anlatılmaktadır:

#### 3.2.1.1 Araştırma Yetkinliğinin Artırılmasına Yönelik Faaliyetler

ODTÜ MEMS Merkezi'nin yeterlik almasındaki en büyük etken, MEMS konusunda yıllardır sürdürülen çalışmalarla edinilen bilgi birikimi, uygulama deneyimi, yetiştirilen işgücü ve kurulan filiz şirketleriyle beraber oluşturulan ekosistemdir. Bilimsel bilgi birikiminin artırılması için yüksek lisans ve doktora tez çalışmaları ile birlikte diğer akademik kuruluşlarla işbirliği faaliyetleri de yürütülmektedir. Teknoloji geliştirme, yenilik ve ticarileştirme ise sanayi kuruluşları ile yapılan işbirliği projeleri kapsamında gerçekleştirilmektedir.

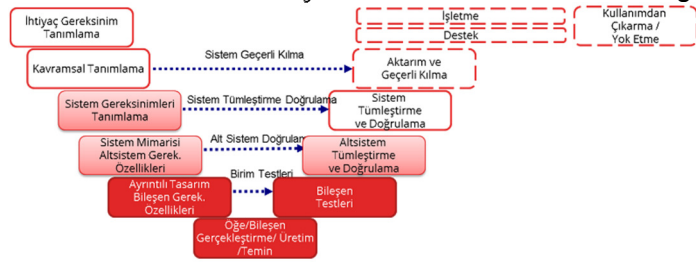
ODTÜ MEMS Merkezi'nde odaklanılan ArTGe faaliyet konuları Görüntü Algılayıcılar, Eylemsizlik Algılayıcılar, RF MEMS, Biyo MEMS, Power MEMS, Vakum Paketleme, Tümdevre Tasarım ve Yeni Alanlar olarak belirlenmiştir. Merkez'in araştırma yetkinliğinin daha da iyileştirilmesi için altyapı, bilimsel/teknolojik üretim ve işbirlikleri ile ilgili olarak 2019 yılında gerçekleştirilen çalışmalar aşağıda özetlenmektedir:

#### MEMS Araştırma, Geliştirme ve Ürünleştirme:

ODTÜ MEMS Merkezinde araştırma, geliştirme ve ürünleştirmeye yönelik işbirliği faaliyetleri üç ana kategoride yürütülmektedir. Bunlar sanayi sözleşmeli işbirlikleri, filiz şirketlerle yapılan işbirlikleri ve diğer işbirlikleridir. Söz konusu kategorilerde işbirliklerinin geliştirilmesi için farklı farklı yaklaşımlar denenmektedir.

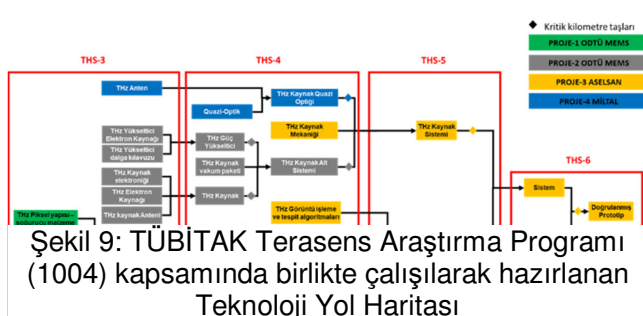
#### **Sanayi sözleşmeli işbirliklerinde kullanılan yaklaşımlar**

**Gereksinimlere göre geliştirme (Pazar çekişli):** Gereksinimlere göre geliştirme yaklaşımında sanayi kuruluşunun ürün portföyündeki sistemlere uyum sağlamak üzere bileşen ya da altsistem prototipi geliştirme çalışmaları yürütülmektedir. Bu kapsamda sanayi kuruluşu ile çalışılarak geliştirilecek birimin hangi teknolojik hazırlık seviyesini kapsayacağı ve sağlaması gereken teknik özellikler belirlenmektedir. Daha sonra sistem mühendisliği yaklaşımı ile belirlenen teknik özellikler konfigürasyon birimlerine kadar indirgenmekte ve gerçekleştirme çalışmalarında elde edilen sonuçlar nihai teknik özellikleri sağlayacak şekilde takip edilmektedir. Ayrıca söz konusu teknoloji hazırlık seviyesi ile ilişkili olarak laboratuvar ortamı, ilgili ortam ya da operasyonel ortamların koşulları belirlenerek elde edilen prototipin nasıl test edileceği kesinleştirilmektedir. Ağırlıklı olarak savunma sanayi uygulamalarında kullanılan bu yaklaşımda iş geliştirme çalışmaları karşılıklı görüşmelerin yürütüldüğü uzun bir döneme yayılmaktadır. 2019 yılı içinde gereksinimlere göre geliştirme yaklaşımı iki projede Kuzey Bulucu ve Mikrobolometre Kızılötesi Dedektör Takımı prototipi geliştirme projelerinde kullanılmıştır.



Şekil 8: Gereksinimlere göre geliştirme

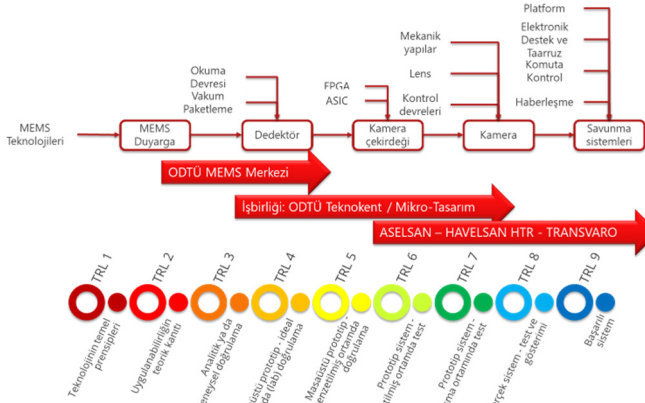
**Birlikte geliştirme (Teknoloji itişli):** Bu yaklaşımda faaliyet alanlarımızda dünyadaki teknolojik gelişmeler incelenerek ön analizler yapılmakta ve teknolojik hedefler belirlenmektedir. Dünyadaki gelişmelere paralel olarak Merkezde bu konulardaki teknoloji hazırlık seviyesinin 3 düzeyine çıkarılması için ArGe destekleri veya iç projeler yürütülmektedir. Ayrıca bu konuda üniversitelerde çalışma yürüten akademisyenler belirlenmekte ve onlarla işbirliğine gidilmektedir. Daha sonra bu teknolojiler için farklı sanayi kuruluşları ile iletişime geçilmektedir. Sanayi kuruluşlarının teknik ekiplerine sunumlar yapılarak ilgili teknolojinin avantajları hakkında bilgi verilmektedir. Gerekirse daha geniş katılımı



Şekil 9: TÜBİTAK Terasens Araştırma Programı (1004) kapsamında birlikte çalışılarak hazırlanan Teknoloji Yol Haritası

toplantılar düzenlenmekte ve yapılan ön çalışmalarda elde edilen sonuçlar sanayi kuruluşları ile paylaşılmaktadır. Daha sonra her bir sanayi kuruluşunun ArGe ekipleri ile görüşülerek onların mevcut problemleri belirlenmektedir. Bu problemlere yönelik gerekli hazırlıklar (simülasyon, ön inceleme, ölçüm v.b.) yapılarak geliştirilmesi öngörülen teknolojilerin onlar için ne ölçüde çözüm olacağı belirlenmektedir. Daha teknoloji hazırlık seviyesinin 3'den 6'ya çıkarılması için sonra ortak bir çalışma planlanmaktadır. Bu kapsamda 2019 yılında THz ve tip iki süper örgü teknolojilerine yönelik faaliyetler gerçekleştirilmiştir.

### Filiz şirketlerle yapılan işbirliklerinde kullanılan yaklaşımlar



Şekil 10: MEMS duyargalarının savunma sistemlerine entegrasyonunda gereken adımlar

ODTÜ MEMS Merkezi'nde geliştirilen duyargalar teknoloji hazırlık seviyesi (THS) cinsinden THS 4'e karşılık gelmektedir. Ancak bu teknolojinin ürün/sistemlerde kullanılabilmesi için en az bileşen düzeyinde olması, gerçek ortama benzer bir ortamda çalışıyor olması ve ürün/sisteme entegre edilebiliyor olması, yani yaklaşık olarak THS 6 seviyesinde olması gerekmektedir. Aradaki açıklığın kapatılabilmesi için hem MEMS konusunda hem de bunun ürün/sistemlerde yer alacak bileşene dönüştürülmesi konusunda gereken ilave teknolojilere (okuma devreleri, özel amaçlı tümleşik devreler, elektronik kontrol vb. gibi) sahip olan birimlere ihtiyaç duyulmaktadır.

THS 4 düzeyinden THS 6 düzeyine kadar olan açıklığı kapatacak olan bilgi birikimi, filiz firmalarının ve işbirliği yapılan diğer firmaların çalışmaları kapsamında oluşturulmaktadır. Bu açıklığın kapatılması için gereken teknolojiler, bolometre duyargalarının savunma sistemlerinde kullanımını gösteren örnek Şekil 10 üzerinde verilmektedir.

ODTÜ MEMS Merkezinin bugüne kadar yürüttüğü çalışmalarda, görüntü algılayıcılar, BiyoMEMS, power MEMS ve eylemsizlik algılayıcıları alanlarında ürünleştirme çalışmaları yürüten 6 tane filiz şirketi ortaya çıkmıştır.

### Hizmet kapsamındaki işbirliği yaklaşımları

Bütün bunlara ek olarak Merkezde eğitim, danışmanlık, mikrofabrikasyon hizmetleri de verilmektedir. Bu kapsamda 2019 yılı içinde

- Yurtdışından temininde zorluk yaşanan bir parça için özgün bir tasarım ve proses geliştirme çalışması yapılmış ve çıktılar firma tarafından testlerden geçirilmiştir. Bu testlerde elde edilen başarılı sonuçlar neticesinde butik üretim siparişi alınması beklenmektedir. Gelecek dönemlerde bu tip faaliyetlerin artırılması da hedeflenmektedir.
- TAI TUSAŞ için elektro optik konusunda danışmanlık hizmeti verilmesi için yapılan ön görüşmeler olumlu sonuçlanmıştır. Önümüzdeki yıl danışmanlık hizmeti başlayacaktır.

Sanayi kuruluşları için THz konusunda bir dizi eğitim planlanmış ve gerçekleştirilmiştir.

### 2019 yılı içinde yapılan proje başvuruları

Merkez'in faaliyet alanındaki teknolojilerin THS seviyesini artırmak için hem üniversitelerle hem de sanayi kuruluşlarıyla işbirlikleri geliştirilmektedir. 2019 yılı içerisinde aşağıda belirtilen proje başvuruları gerçekleştirilmiştir.

1. *Meta-malzeme Destekli Birleşik Etkin Ortam Katman Yapıların Soğurucu olarak Terahertz Mikrobolometre Teknolojisi için Geliştirilmesi – Prof. Dr. Hakan Altan (TÜBİTAK 1001)*

TÜBİTAK 1001 Programı 2019 1. dönem çağrısına başvurusu yapılan ve Merkez'de görevlendirmeli akademisyen olarak çalışmakta olan Prof. Dr. Hakan Altan'ın yürütücülük görevini üstlendiği proje önerisi desteklenmemiş olup, revize edilen proje önerisi 2019 2. dönem çağrısına da sunulmuştur.

2. *3-5 µm Dalgaboylarında Çalışan GaSb/AlSb/InAs T2SL Bariyot Dedektörün Yapay Potansiyel Hesaplamaları, Mikrofabrikasyonu ile Karakterizasyonu – Prof. Dr. Yüksel ERGÜN (TÜBİTAK 1001)*

TÜBİTAK 1001 Programı 2019 1. dönem çağrısına başvurusu yapılan ve Merkez’de görevlendirmeli akademisyen olarak çalışmakta olan *Prof. Dr. Yüksel ERGÜN*’ün yürütücülük görevini üstlendiği proje önerisi için destek kararı çıkmıştır.

3. *Ankara Sensör Teknolojileri Ekosisteminin Geliştirilmesi Projesi, Sağlık Endüstrisinde Pilot Uygulama – Prof. Dr. Tayfun AKIN (Rekabetçi Sektörler Programı 2014–2020)*

Ostim Teknik Üniversitesi koordinatörlüğünde Rekabetçi Sektörler Programı’nın 2. dönem çağrısına Faaliyet 2.1: Ar-Ge kapsamında başvuru olan proje önerisine ODTÜ MEMS Merkezi’nin yanı sıra Ostim Vakfı, Türkiye Sağlık Endüstrisi İşverenleri Sendikası ve Yıldırım Beyazıt Üniversitesi de proje ortağı olarak dahil olmuştur. Proje önerisinin ilk aşama değerlendirmesi olumlu olup, yüz yüze değerlendirmeye de alınmıştır. Nihai destek kararı beklenmektedir.

4. *Terahertz Mikrobolometreler için Metayüzey Soğurucular (METAMEMS) – Prof. Dr. Hakan Altan (TÜBİTAK 2504)*

2504 - İtalya Ulusal Araştırma Konseyi (CNR) ile İkili İşbirliği Programı’nın 11 Temmuz 2019’da kapanan çağrısına başvurusu yapılan, Merkez’de görevlendirmeli akademisyen olarak çalışmakta olan *Prof. Dr. Hakan Altan*’ın yürütücülük görevini üstlendiği ve İtalya’dan CNR-SPIN Enstitüsü ile ortak olarak sunulan proje önerisi desteklenmemiştir.

5. *Terahertz Sensör Sistemleri ve Bileşenleri Araştırma Programı “TERASENS” – Prof. Dr. Tayfun AKIN (ARDEB 1004)*

ODTÜ MEMS Merkezi, Araştırma Programı Yöneticisi Kuruluş (APYÖK) olarak 1004-TBTK-01-2018 Yüksek Teknoloji Platformları çağrısı kapsamında sunduğu ve desteklenmesi uygun bulunarak 03 Aralık 2018 tarihinde başlayan TERASENS projesinin 1. Fazı 03 Eylül 2019’da tamamlanmıştır. 1. Faz süresince potansiyel konsorsiyum üyeleri ile görüşmeler gerçekleştirilmiş olup, bu süreç sonunda ASELSAN, TÜPRAŞ, KUTEM ve MİLTAL ile birlikte teknoloji kazanımı yol haritaları hazırlanmış ve 2. Faz için ön başvuru yapılmıştır.

6. *Minyatür X-ışını Kaynaklarında Kullanılacak Mikro Soğuk Katot Yapılarının Geliştirilmesi – Dr. Kaan Demirel (TÜBİTAK 1001)*

TÜBİTAK 1001 Programı 2019 2. dönem çağrısına başvurusu yapılan ve Merkez’de Baş Araştırmacı olarak çalışmakta olan *Dr. Kaan Demirel*’in yürütücülük görevini üstlendiği proje önerisi değerlendirme sürecindedir.

7. *SWIR (1-3µm) Bandında Çalışacak In(Ga)As/Al(Ga)Sb/Ga(As)Sb Tip-II Süperörgü Dedektör Geliştirilmesi – Prof. Dr. Tayfun AKIN (TÜBİTAK 1001)*

TÜBİTAK 1001 Programı 2019 2. dönem çağrısına başvurusu yapılan ve ODTÜ MEMS Merkezi İcra Komitesi Başkanı olan *Prof. Dr. Tayfun AKIN*’ın yürütücülük görevini üstlendiği proje önerisi değerlendirme sürecindedir.

8. *Hepatosellüler Kansere Özgü ctDNA Tayini için Düşük Enerji ile Uyarılabilen ve Çoklu Analize Olanak Sağlayan Mikroakışkan Tabanlı ve Üst-Çevirici Nanopartikül-Kuantum Nokta Hibrid Yapılı Fotoelektrokimyasal Sensörün Geliştirilmesi – Prof. Dr. Haluk Külâh (TÜBİTAK 1001)*

TÜBİTAK 1001 Programı 2019 2. dönem çağrısına başvurusu yapılan ve ODTÜ MEMS Merkezi İcra Komitesi Üyesi olan *Prof. Dr. Haluk Külâh*’ın yürütücülük görevini üstlendiği proje önerisi değerlendirme sürecindedir.

9. *Link4MEMS Linking Scientific and Technological Competences for Excellence in Micro-Electro-Mechanical Systems – Prof. Dr. Tayfun AKIN (H2020)*

ODTÜ MEMS Merkezi koordinatörlüğünde Avrupa Birliği Horizon 2020 Programı kapsamındaki “WIDESPREAD-05-2020 Twinning” çağrı başlığına 14 Kasım 2019’da proje önerisi sunulmuş olup, henüz değerlendirme sürecindedir. IMTEK-Almanya, IHP-Almanya, IMEC-Belçika ve TUDELFT-Hollanda kuruluşlarıyla birlikte hazırlanıp sunulan bu proje önceki çağrıda 13/15 puan almasına rağmen bütçe yetersizliğinden dolayı desteklenmemiştir. Aynı proje güncellenerek yeniden sunulmuştur.

### **2019 yılı içinde başlayan projeler**

1. *Yüksek Hassasiyetli MEMS Dönüölçer Tabanlı Pusula Geliştirilmesi (Kuzey Bulucu Pusula) (sanayi kontratlı proje, ASELSAN)*

Bu proje ile Yüksek Hassasiyetli MEMS Dönüölçer Tabanlı Pusula için kavram ispatında (Proof of concept) kullanılacak, teknoloji hazırlık seviyesi 4 olan bir prototip geliştirilmesi amaçlanmaktadır. Bu prototip ile birlikte önemli bir teknoloji yerli imkanlarla geliştirilmiş olacaktır. Geliştirilecek olan prototipin, belirlenen teknik isterleri sağladığı takdirde, birçok sisteme entegre edilmesi öngörülmektedir. Sözleşme 18.10.2019 tarihinde imzalanmış olup projenin başlangıcı avans ödemesine bağlıdır. Projenin 2020 yılının ilk çeyreğinde başlaması beklenmektedir.

2. *12 µm piksel adımına sahip Mikrobolometre Kızılötesi Detektör Takımı Geliştirilmesi – (SSB projesi)*

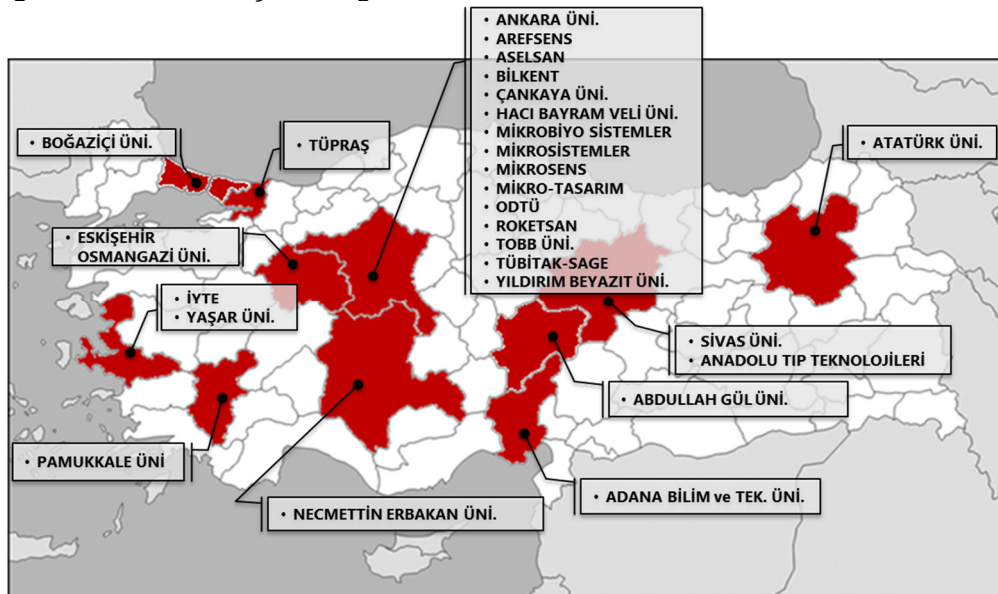
Proje kapsamında 12 mikron piksel teknolojisine sahip 640 x 480 formatında mikrobolometre sensörler milli olarak geliştirilecektir. Geliştirilen sensörler Aselsan’da hizmet alımı kapsamında vakum paketlenecek ve Mikro-Tasarım firmasından temin edilen görüntüleme donanımı ile test edilecektir. Sözleşme 12.12.2019 tarihinde imzalanmış olup, projenin ilk ödemesinin Ocak 2020’de gelmesi beklenmektedir.

3. *RF MEMS Anahtarlarla Işıma Örüntüsü Şekillendirilen Anten Elemanlarını Kullanarak 5G Haberleşme Sistemleri için Oluşturulan Kitleli MIMO Sistemi Geliştirilmesi – Dr. Kaan Demirel (TÜBİTAK 1003)*

1003-BIT-MNOE-2018-1 Minyatür MEMS Anten Dizileri çağrı başlığına yapılan ve proje yöneticiliğini ODTÜ’nün üstlendiği bu projede ODTÜ MEMS Merkezi’nden Dr. Kaan Demirel araştırmacı olarak görev almaktadır. Söz konusu projenin sözleşme süreci Aralık 2019’da başlamıştır.

### **Hizmetler:**

2019 yılında başta ASELSAN, ROKETSAN, ODTÜ MEMS Merkezi filiz şirketleri, ODTÜ, Bilkent, İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü, Atatürk Üniversitesi, Yaşar Üniversitesi, Abdullah Gül Üniversitesi, Hacı Bayram Veli Üniversitesi, Ankara Üniversitesi, Boğaziçi Üniversitesi olmak üzere çeşitli üniversite, kurum ve kuruluşlara hizmet verilmiştir. Aşağıdaki şekilde ODTÜ MEMS Merkezi’nin yeterli almasından bu yana hizmet sunduğu kurum ve kuruluşların bilgileri verilmektedir.



Şekil 11: ODTÜ MEMS Merkezi’nin hizmet sunduğu kurum ve kuruluşlar

## **Yayınlar:**

Merkez'de gerçekleştirilen bilimsel çalışmalar ile 2019 yılı süresince ODTÜ MEMS Merkezi personeli tarafından yapılan yayınlar aşağıda özetlenmektedir:

Makaleler:

### **Haluk Külâh**

#### **An Adaptable Interface Circuit With Multistage Energy Extraction for Low-Power Piezoelectric Energy Harvesting MEMS**

DOI numarası: 10.1109/TPEL.2018.2841510

Dergi adı: IEEE Transactions on Power Electronics

### **Haluk Külâh**

#### **Implementation of Energy-Neutral Operation on Vibration Energy Harvesting WSN**

DOI numarası: 10.1109/JSEN.2019.2890902

Dergi adı: IEEE Sensors Journal

### **Haluk Külâh**

#### **Exploring the relationship between cytoplasmic ion content variation and multidrug resistance in cancer cells via ion-release based impedance spectroscopy**

DOI numarası: 10.1016/j.snb.2019.03.084

Dergi adı: SENSORS AND ACTUATORS B-CHEMICAL

### **Tayfun Akın, Ramazan Çetin**

#### **Numerical and Experimental Investigation into LWIR Transmission Performance of Complementary Silicon Subwavelength Antireflection Grating (SWARG) Structures**

DOI numarası: 10.1038/s41598-019-41107-2

Dergi adı: SCIENTIFIC REPORTS

### **Tayfun Akın, Yüksel Ergun**

#### **The detailed analysis of wavefunction overlaps for InAs/AlSb/GaSb based N-structure type-II SL pin photodetectors**

DOI numarası: 10.1088/1402-4896/ab13f9

Dergi adı: PHYSICA SCRIPTA

### **Kıvanç Azgın**

#### **A Turbine-Based MEMS Sensor for Spirometry With Wearable Devices**

DOI numarası: 10.1109/JSEN.2019.2919599

Dergi adı: IEEE Sensors Journal

### **İlker Comart, Ebru Sağıroğlu, Tayfun Akın**

#### **Development and Modeling of a Wafer-Level BCB Packaging Method for Capacitive RF MEMS Switches**

DOI numarası: 10.1109/jmems.2019.2912745

Dergi adı: JOURNAL OF MICROELECTROMECHANICAL SYSTEMS

Bildiri

### **Orhan Şevket Akar, Tayfun Akın**

#### **A 160x120 LWIR-band CMOS Infrared (CIR) microbolometer**

DOI numarası: 10.1117/12.2521484

Dergi adı: SPIE Defense and Commercial Sensing Symposium, Infrared Technology and Applications XLV

## **Katılım Sağlanan Ulusal ve Uluslararası Etkinlikler:**

2019 yılı süresince ODTÜ MEMS Merkezi'nden 20 kişi MEMS alanındaki 15'i uluslararası olmak üzere toplam 20 etkinliğe katılım sağlamıştır:

Uluslararası kongre/konferanslar:

- ▶ SPIE Defense and Commercial Sensing 2019
- ▶ 20th International Conference on Solid-State Sensors, Actuators and Microsystems, Transducers 2019
- ▶ MEMS 2019 Konferansı
- ▶ 6th IEEE International Symposium on Inertial Sensors and Systems
- ▶ SPIE Security + Defence 2019
- ▶ 30th ASSEMBLY ASIAN ADVANCED MATERIALS CONGRESS
- ▶ SPIE Security + Defence 2019
- ▶ MEMS 2019
- ▶ IEEE Inertial 2019
- ▶ IEEE Sensors 2019
- ▶ 21 st Milipol Paris 2019
- ▶ 30th AMC-Asian Advanced Materials Kongresi

Uluslararası diğer etkinlikler:

- ▶ İtalya'da bulunan LFoundry Şirketi ile ülkemizde kurulacak endüstriyel bir tüm devre üretim tesisi (chip foundry) için yapılacak hazırlıklarla ilgili seminer ve çalıştay
- ▶ "Turkey-Taiwan Electronics and Optoelectronics Semiconductor" Forumu

Ulusal kongre/konferanslar:

- ▶ Türk Savunma Sanayii Zirvesi (2018)
- ▶ Yurt Dışındaki Türk Bilim İnsanları 4. Kurultayına
- ▶ Elektrik-Elektronik Mühendisliği Kongresi EEMKON'da yer alan "Elektronik ve Yeni Teknolojiler Sempozyumu" içindeki "Nanoteknolojinin Açtığı Ufuklar-1" oturumu

Ulusal diğer etkinlikler:

- ▶ Bursa Uludağ Üniversitesi'nin düzenlediği Ar-Ge Günleri kapsamında yapılacak olan Optik ve Fotonik Paneline katılım
- ▶ Çukurova Üniversitesi 2019-2020 Akademik Yılı açılış töreninde açılış dersini vermek üzere davetli olarak katılım

## **Eğitimler/Seminerler:**

Merkez bünyesinde, personelin (teknik ve idari) bireysel yetkinliklerinin geliştirilmesi için eğitimler ve seminerler düzenlenmektedir. Özellikle teknik personele yönelik olarak bilimsel seminerler gerçekleştirilmektedir. Aynı zamanda temizalan kullanımı ile ilgili teknik eğitimler düzenli ve sürekli bir şekilde devam etmektedir. Şimdiye kadar düzenlenmiş olan eğitim ve seminerlerin bazıları aşağıda verilmektedir:

- Seminar on Electrical and Structural Characterization of VOx Thin Films
- BiyoMEMS Uygulamaları
- Teknolojik Eğilimler (uluslararası konferansın derlenmesi)
- CdZnTe Technologies
- Kızılötesi Foton Sensörleri Semineri
- Foton Dedektörleri
- İleri Fotolitografi Teknikleri
- Dijital Vatandaşlık ve Bilişim Güvenliği Eğitimi
- Kişisel Verileri Koruma Kanunu Eğitimi

### 3.2.1.2 Yönetim Yetkinliğinin Artırılmasına Yönelik Faaliyetler

ODTÜ MEMS Merkezi'nin 2019 yılı içerisinde Merkez'in daha etkin ve verimli bir şekilde faaliyetlerini gerçekleştirebilmesi için yapmış olduğu önemli çalışmalar aşağıda özetlenmektedir:

**Kurumsal Kaynak Planlaması Yazılımı (ERP) Alımı ve Projelendirilmesi:** ODTÜ MEMS Merkezi bünyesinde manuel olarak gerçekleştirilen faaliyetlerin entegre bütünleşik bir veri tabanı üzerinden yönetilerek doğru planlama ile kurum kaynaklarının verimli kullanımının sağlanması amacıyla Kurumsal Kaynak Planlaması Yazılımı (ERP) alımı ihtiyacı doğmuştur. Logo Yazılım'ın en yeni çözümü olan J-GUAR ürününün ODTÜ MEMS Merkezi süreçlerine uyarlanmasına, akış ve onay işlemlerinin de 6550 mevzuatına uygun olarak gerçekleştirilebilmesi için Logo Yazılım'a ait süreç yönetim modülü olan Flow ürününün kullanılmasına karar verilmiştir. Projeye dâhil edilen uyarlama kapsamındaki modüller aşağıda belirtilmektedir:

- ▶ Talep yönetimi
- ▶ Satın alma yönetimi
- ▶ Bütçe yönetimi
- ▶ Malzeme yönetimi
- ▶ Varlık yönetimi
- ▶ Finans Muhasebe
- ▶ Hizmet satışı yönetimi
- ▶ Ücret yönetimi
- ▶ Personel yönetimi
- ▶ Süreç yönetimi

İdari ve Mali İşler Birimi tarafından yürütülen proje, belirlenen takvim çerçevesinde Ekim 2019 tarihi itibarıyla ilgili birimlerin katılımıyla analiz aşaması tamamlanarak test aşamasına geçilmiştir. Ocak 2020 tarihi itibarıyla ise canlı olarak kullanılmaya başlanmıştır. Bu doğrultuda tüm muhasebe kayıtları da kurum içinde tutulmaya ve kurum için talep ve işlemler Flow üzerinden gerçekleştirilmeye başlanmıştır.

J-GUAR'ın personelin özlük işlemlerini (izni, bordro vb.) sistem üzerinden gerçekleştirebilmesi amacıyla için uyarlanan HR Self Service modülü ise son düzenlemeler yapılarak kullanıma açılma aşamasına gelmiştir. HR Self Service modülünün Personel Geçiş Sistemi (PGS) ile entegrasyonu ayrıca sağlanmıştır.

Sistemin önemli bir fayda sağlayacağı öngörülmektedir. Akış (flow) uyarlamasıyla birlikte süreçlerdeki kontrol ve onayların da tamamen bilgi ve iletişim altyapısı üzerinde yürütülmesi gerçekleştirilmiştir.

**Personel Geçiş Sistemi (PGS) Alımı ve Uyarlaması:** ODTÜ MEMS Merkezinde turnike, kapı, bariyer sistemlerine bağlanarak kişilerin güvenlik açısından önemli mahallere giriş ve çıkış yapabileceği noktaların belirlenmesi, giriş ve çıkış bilgilerinin tarih/saat/personel bazında kayıt edilmesi, raporlanması, yetkili kişilerin geçişinin sağlanması ve kimin hangi kritik alanlarda bulunduğu belirlenmesi, personelin giriş çıkış saatlerinin takip edilmesi ve buna bağlı olarak puantaj hesaplamalarının yapılmasını sağlamak için yazılım ve donanımıyla birlikte Personel Geçiş Sistemi (PGS) ihtiyacı tespit edilmiştir. PGS kurulumu ve ODTÜ MEMS Merkezi ihtiyaçları doğrultusunda uyarlama çalışmaları yürütülmüştür. Donanım kurulumu ve erişim kontrol tanımlamaları Teknik Destek Müdür Yardımcılığı, personel giriş-çıkış bilgilerinin raporlanması ve ERP ile entegrasyonu İdari Mali İşler Müdür Yardımcılığı ve İnsan kaynakları Birimi tarafından yürütülmüştür.

**ODTÜ MEMS adına Yetkilendirilmiş Yükümlü Sertifikası Temini:** İthalat işlemlerinde bazı avantajlardan yararlanılabilmesi amacıyla Yetkilendirilmiş Yükümlü Sertifikası başvurusu yapılarak ilgili sertifika temin edilmiştir. Söz konusu sertifikanın başlıca avantajları aşağıda belirtilmektedir:

- Eşyayı gümrük idaresine sunmaksızın işlemlerin tesislerden yapılması (Yeşil Hat)
- Kağıtsız ortamda tescil imkanı
- Güvenli depolama alanı veya güvenli park alanlarından gümrük işlemi yapma yetkisi
- Muayeneye tabi tutulacak eşyanın muayenesine 3 saat içinde başlanması

**İş Sağlığı ve Güvenliği (İSG) Çalışmaları:** ODTÜ MEMS Merkezi'ne bünyesinde İSG tedbirlerinin ve hizmetlerinin gerçekleştirilmesi için bu konuda yetkili olan Ortak Sağlık Güvenlik Birimi'nden hizmet alımı

yapılarak çalışmalara başlanmıştır. Bu kapsamda İSG Kurulu oluşturulmuş, İSG Kurulu Üyelerine eğitimler verilmiş ve İSG Kurulu toplantıları yapılmaya başlanmıştır.

**Merkez Network Altyapısı ile İlgili Çalışmalar:** ODTÜ’de bulunan farklı lokasyonlar ile VPN erişimi yapılmaktadır. Farklı amaçlarla kullanılan bilgi teknolojileri (IT) cihazları için farklı VLAN’lar oluşturularak network trafik ayrımı yapılmıştır. Merkez’in sistem odası güvenlik duvarı kuralları yenilenmiştir. Merkez ile Intranet bağlantısıyla haberleşen lokasyonların güvenlik duvarı yazılımları güncellenmiştir. Kablolü ve kablosuz altyapılarda iyileştirilmeler sağlanmıştır. Merkez’in IT ve network mimarisi yeniden gözden geçirilerek VLAN’lar yeniden yapılandırılmıştır.

**Merkez Sistem Altyapısı ile İlgili Çalışmalar:** Merkez’in IT altyapısında ihtiyaç duyulan sunucu servisleri devreye alınmaktadır. E-posta, web, kimlik doğrulama, dosya paylaşım servisleri, lisans sunucuları, yazılım güncelleme servisleri, anti virüs sunucusu gibi IT hizmetleri vermeye devam etmektedir. Merkez’de Domain yapısı ile personel geçiş kimlik doğrulama sistemi hizmet verilmektedir. Merkez bünyesindeki sunucuların tümünde sanallaştırma tamamlanarak yönetim yazılımları devreye alınmıştır. Veri yedekleme ve depolama sistemi iyileştirme çalışmaları yapılmıştır. Yedekli çalışan DNS sunucuları oluşturulmuştur. Sistem odası sunucu altyapısında depolama disk ünitesi ve sanallaştırma alt yapılarında güvenlik güncellemeleri ve ihtiyaç durumlarına göre ayarlamalar yapılmıştır. Dosya paylaşım platformlarıyla ilgili geliştirmeler yapılmıştır. Kurumsal bilişim teknolojileri politikaları yeniden gözden geçirilmiştir. IT servisleri ile ilgili test çalışmaları yapılmıştır.

**Yazılım ve Donanımlar ile İlgili Çalışmalar:** Merkez’in antivirüs sistemi yazılımı güncellenmiştir. E-posta sunucusu yazılımı güncellenmiş ve e-postalara disclaimer olarak tarif edilen kurumsal yasal uyarı mesajı eklenmiştir. E-posta güvenlik duvarı yazılımı güncellenmiştir. Tasarım laboratuvarlarında kullanılan yazılımların güncellenmesi, lisanslarının yenilenmesi, kullanıcı hesap yetki işlemlerinin düzenlenmesi yapılmıştır. Temizlenen içerisinde bulunan cihazlarda oluşan yazılımsal ve donanımsal problemlere destek verilmiştir. Kullanıcıların donanımsal ve yazılımsal sorunlarının en kısa sürede giderilmesi için gerekli düzenlemeler yapılmıştır. Sanallaştırma ve yönetim yazılımı, sunucu yedekleme yazılımı gibi yönetsel öneme sahip yazılımlar alınmıştır. Yeni bilgisayar, iş istasyonu ve monitör alımı gerçekleştirilmesi neticesinde ihtiyaç duyulan bilgisayar ihtiyacı karşılanmıştır. Eski bilgisayarların disk ve RAM güncellemeleri yapılmıştır. Tüm bilgisayarlarda ihtiyaç duyulan yazılımlar yüklenerek güncellemeleri yapılmıştır.

Yönetim yetkinliğinin artırılmasına yönelik gerçekleştirilmiş ve önümüzdeki dönemde tamamlanması planlanan çalışmalar Tablo 3’te sunulmaktadır.

Tablo 3: Kurumsallaşma Çalışmaları

	2017	2018	2019	2020
Muhasebe	✘	✓		
İnsan Kaynakları	✘	✓		
Satınalma	✘	✓		
Hukuk	✓			
Kurumsal Kaynak Planlama Sistemi	✘	✘	✓	✓
Personel Geçiş Sistemi	✘	✘	✓	✓
Bilgi ve İletişim Teknolojileri Altyapısı	✓	✓	✓	✓

### 3.2.2. Performans Sonuçları Tablosu

#### Projeler

Ölçülebilir Göstergeler	2017	2018	2019
Yeni Proje Sayısı	0	1	4
Yeni Proje Bütçesi (Bin TL)	0	75	16.744
Aktif Proje Sayısı	4	5	6
Aktif Projelerin Yıllık Geliri (Bin TL)	2.496	232	0
Aktif Projelerin Toplam Bütçesi (Bin TL)	14.221	14.296	16.744
Kamu Destekli Aktif Proje Sayısı	3	4	5
Kamu Destekli Aktif Proje Geliri (Bin TL)	2.169	232	0
Yurt İçi Özel Sektör Aktif Proje Sayısı	0	0	1



Yurt İçi Özel Sektör Aktif Proje Geliri (Bin TL)	0	0	0
Uluslararası Boyutlu Aktif Proje Sayısı	1	1	0
Uluslararası Boyutlu Aktif Proje Geliri (Bin TL)	327	0	0
Doktoralı Araştırmacı Başına Aktif Proje Sayısı	0,3	0,3	0,4
Doktoralı Araştırmacı Başına Aktif Proje Geliri (Bin TL)	178,3	15,4	0,0
TZE Doktoralı Araştırmacı Başına Aktif Proje Sayısı	0,6	1,0	0,8
TZE Doktoralı Araştırmacı Başına Aktif Proje Geliri (Bin TL)	367,0	45,3	0,0

## Yayınlar

<b>Ölçülebilir Göstergeler</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>
Etki Değeri Yüksek Makale Sayısı	5	6	8
Doktoralı Araştırmacı Başına Etki Değeri Yüksek Makale Sayısı	0,36	0,40	0,47
TZE Doktoralı Araştırmacı Başına Etki Değeri Yüksek Makale Sayısı	0,74	1,17	1,06
Toplam Makale Sayısı	5	6	8
Doktoralı Araştırmacı Başına Makale Sayısı	0,18	0,20	0,47

## Teknolojik Üretim ve Ekonomik Katkı

<b>Ölçülebilir Göstergeler</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>
Tescil Edilen Uluslararası Yeni Patent Sayısı	2	3	1
Uluslararası Yeni Patent Başvuru Sayısı	5	1	1
Yeni Ürün Sayısı			4

## Eğitim, Dış Kullanım ve Yayılım

<b>Ölçülebilir Göstergeler</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>
Kullanım Oranı <sup>1</sup>			35%
Tekil Dış Kullanıcı Sayısı <sup>2</sup>	29	32	20
Dış Kullanım Kaynaklı Hizmet Geliri (Bin TL)	356	771	719
Düzenlenen Uluslararası Katılımlı Bilimsel Etkinlik Sayısı			1

<sup>1</sup> MEMS fabrikasyonu ürüne göre optimize edilen bir dizi procesten oluşan süreçler halinde gerçekleştirilmektedir. Bu süreçler araştırmacılar tarafından uygulanmaktadır. Dolayısıyla cihazların tek tek kullanım oranları yerine süreçlerin kullanım oranları (araştırmacılar, proses dizilerini içeren) verilmektedir.

<sup>2</sup> 2017 ve 218 yıllarında hizmet faturaları ODTÜ üzerinden düzenlenmiş ancak hizmetler ODTÜ MEMS Merkezinde gerçekleştirilmiştir.

### **3.2.3. Performans Sonuçlarının Değerlendirilmesi**

Geçmiş deneyimler değerlendirildiğinde ODTÜ MEMS Merkezi iş geliştirme çalışmaları uzun döneme yayıldığı (örneğin Kuzey Bulucu projesi iş geliştirme çalışmaları yedi yıl sürmüştür) görülmektedir. Önceki yıllarda iş geliştirme çalışmaları yürütülen iki önemli projenin sözleşmeleri 2019 yılı içinde imzalanarak yürürlüğe girmiştir.

1. Yüksek Hassasiyetli MEMS Dönüölçer Tabanlı Pusula Geliştirilmesi (Kuzey Bulucu Pusula) (sanayi kontratlı proje, ASELSAN)
2. Mikrobolometre Kızılötesi Detektör Takımı Geliştirilmesi (SSB projesi)

Her iki proje de doğrudan ürüne dönüştürülebilecek MEMS aygıtlarının tasarımı ve fabrikasyonunu içermektedir. Bu aygıtlarla birlikte ülkemiz savunma sanayiine yerli, milli ve özgün ürünler kazandırılmış olacaktır. Ayrıca ODTÜ ile birlikte yürütülen RF MEMS Anahtarlarla Işıma Örüntüsü Şekillendirilen Anten Elemanlarını Kullanarak 5G Haberleşme Sistemleri için Oluşturulan Kitleli MIMO Sistemi Geliştirilmesi projesinde mikroüretim teknikleriyle önemli bir birikim oluşturulacaktır.

İş geliştirme çalışmaları kapsamında başvurusu yapılan projeler ise önceki yılda Merkez'de yürütülen iç projelerde elde edilen birikim üzerine kurgulanmıştır. Bu başvurular yükselen (emerging) teknolojiler kategorisinde olup Merkezin rekabetçi gücünün korunmasını sağlayacaktır:

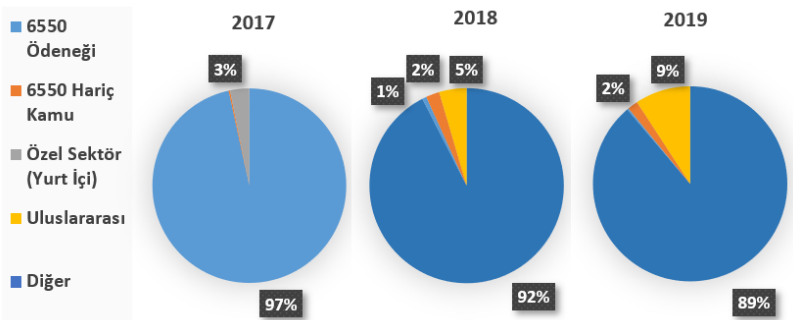
- Meta-malzeme Destekli Birleşik Etkin Ortam Katman Yapıların Soğurucu olarak Terahertz Mikrobolometre Teknolojisi için Geliştirilmesi – Prof. Dr. Hakan Altan (TÜBİTAK 1001)
- 3-5 µm Dalgaboylarında Çalışan GaSb/AlSb/InAs T2SL Bariyot Dedektörün Yapay Potansiyel Hesaplamaları, Mikrofabrikasyonu ile Karakterizasyonu – Prof. Dr. Yüksel ERGÜN (TÜBİTAK 1001)
- Terahertz Mikrobolometreler için Metayüzey Soğurucular (METAMEMS) – Prof. Dr. Hakan Altan (TÜBİTAK 2504)
- Minyatür X-ışını Kaynaklarında Kullanılacak Mikro Soğuk Katot Yapılarının Geliştirilmesi – Dr. Kaan Demirel (TÜBİTAK 1001)
- SWIR (1-3µm) Bandında Çalışacak In(Ga)As/Al(Ga)Sb/Ga(As)Sb Tip-II Süperörgü Dedektör Geliştirilmesi – Prof. Dr. Tayfun AKIN (TÜBİTAK 1001)
- Hepatosellüler Kansere Özgü ctDNA Tayini için Düşük Enerji ile Uyarılabilen ve Çoklu Analize Olanak Sağlayan Mikroakışkan Tabanlı ve Üst-Çevirici Nanopartikül-Kuantum Nokta Hibrid Yapılı Fotoelektrokimyasal Sensörün Geliştirilmesi – Prof. Dr. Haluk Külah (TÜBİTAK 1001)

Geçtiğimiz dönemde birinci fazı tamamlanan Terahertz Sensör Sistemleri ve Bileşenleri Araştırma Programı “TERASENS” – Prof. Dr. Tayfun AKIN (ARDEB 1004) ise dünya ile başa baş nitelikte bir teknolojinin sanayi ihtiyaçları doğrultusunda geliştirilmesini sağlayacaktır. Program bir sene boyunca her hafta ilgili kurum ve kuruluşlarla yapılan çalışma toplantılarında sistem mühendisliği yaklaşımları kullanılarak tanımlanmış örnek nitelikte bir oluşumdur. Bu programın kabul edilmesi halinde ülkemiz için önemli bir potansiyel yaratacağı düşünülmektedir. Program sadece teknik açıdan değil yönetim açısından da örnek olacak şekilde kurgulanmıştır.

Teknoloji geliştirme projelerine ek olarak entegre bir işbirliği ağı oluşturulması konusunda biri uluslararası iki proje başvurusu yapılmıştır:

- Link4MEMS Linking Scientific and Technological Competences for Excellence in Micro-Electro-Mechanical Systems – Prof. Dr. Tayfun AKIN (H2020) projesi kabul edildiği takdirde Avrupa’daki benzer kurum ve kuruluşlarla entegre araştırma işbirliği ağının oluşturulmasını sağlayacaktır.
- Ankara Sensör Teknolojileri Ekosisteminin Geliştirilmesi Projesi, Sağlık Endüstrisinde Pilot Uygulama – Prof. Dr. Tayfun AKIN (Rekabetçi Sektörler Programı 2014–2020) kabul edildiği takdirde OSTİM Teknik Üniversitesi ve Organize Sanayi Bölgesi ile işbirliği içinde MEMS teknolojilerinin sağlık sektöründe ürünleştirilmesi için çok önemli bir kazanım elde edilmiş olacaktır.

Mevcut durumda Merkez gelirlerinin büyük bir kısmı 6550 ödeneğinden gelmektedir. Önümüzdeki dönemde Merkezin kendi faaliyetlerinden elde edilen gelirlerin artırılması için çalışılmaktadır.



Faaliyetlerimiz kapsamında ayrıca kurumsallaşma yönünde de çok önemli adımlar atılmıştır.

### 3.2.4. Performans Bilgi Sisteminin Değerlendirilmesi

TÜBİTAK’ın Araştırma Altyapılarının performansını izleme süreci için talep etmiş olduğu “Ölçülebilir Göstergeler Veri Formu” ODTÜ MEMS Merkezi ve çalışanlarının performans takibi için kullanılmaktadır. Gerek istenen bilgilerin çok detaylı olması gerekse bilgilerin güncellenmesi için gerekli olan uzun süre, bu sistemin verimli bir şekilde yürütülmesine engel olarak karşımıza çıkmaktadır. Söz konusu form dönemsel olarak güncellenmekte olup, bu verilerin online bir sistem üzerinden takip edilmesi rapor hazırlama sürecini daha verimli kılacaktır.

## 4. Kurumsal Kabiliyet ve Kapasitenin Değerlendirilmesi

### 4.1. Üstünlükler

ODTÜ MEMS Merkezi'nde geliştirilen duyargalar filiz şirketleri tarafından geliştirilen okuyucu devreler, elektronik kart ve sistem tasarımları ile tümleştirilerek ürünleştirilmektedir. Bu ürünlere yönelik stratejik çalışma alanları aşağıdaki ulusal hedeflerle ilişkili olarak belirlenmektedir:

- Onbirinci Kalkınma Planı: Merkez teknoloji geliştirme çalışmaları, Kalkınma Planının Kritik Teknolojiler bölümünde söz edilen mikro/nano/elektro-optik konuları ile ilişkili olarak belirlenmektedir.
- Sanayi ve Teknoloji Stratejisi: Merkez çalışma konularında, Strateji belgesinde yer alan 5G ve ötesi bağlantı teknolojileri, robotik ve otonomi, nesnelerin interneti, insansız hava araçları, uzay teknolojileri, nanoteknoloji ve tarım teknolojilerine öncelik verilmektedir. Bu konuların alt alanları ile de ilişkilendirme yapılmaktadır.
- Savunma Sanayi Başkanlığı 2019-2023 Stratejik Plan: Merkez çalışma konularında Teknoloji Bazlı Ar-Ge Yol Haritasında geçen navigasyon, elektrooptik ve RF konuları önceliklendirilmektedir.

Tablo 4'te stratejik ürün ve hizmetler söz konusu dokümanlarda yer alan konularla ilişkilendirilerek gösterilmektedir.

Tablo 4: Stratejik ürün ve hizmetler

		Ürün/Hizmet <sup>1</sup>
<b>KAMU</b>	Üniversiteler	Fabrikasyon hizmetleri
	Kamu Kurum/Kuruluşları	İlaç ve tıbbi cihaz sistemlerine yönelik sensör ve bileşenler
	Savunma Sanayi	6417BA, 10217BA, 6412BA, SWIR6415, SWIR12815, MEMS Dönüölçer tabanlı pusula, THz Sensör Sistemleri ve Bileşenler Navigasyon, RF, E/O, Haberleşme sistemlerine yönelik sensör sistemleri ve bileşenler
	Havacılık ve Uzay- Uzay Teknolojileri	SWIR12815, 10212BD, T2SL-6415, MEMS Dönüölçer tabanlı pusula
<b>ÖZEL SEKTÖR</b>	Havacılık ve Uzay-İnsansız hava araçları	SWIR6415, 10217BA, MEMS Dönüölçer tabanlı pusula
	Havacılık ve Uzay-Yeni Jenerasyon Akıllı insansız hava araçları	SWIR6415, SWIR12815, 10212BD
	Havacılık ve Uzay- Hava Savunma Sistemleri	T2SL-6415
	Savunma Sanayi-Sınır Güvenliği/Anayurt Güvenliği	6417BA, SWIR6415, SWIR12815
	Savunma Sanayi-Askeri Araçlar	SWIR6415, SWIR12815
	Savunma Sanayi-İnsansız Otonom Sistemler	SWIR6415, SWIR12815, 6417BA, 10217BA
	Savunma Sanayi-Akıllı Sistemler	SWIR6415, SWIR12815, 6417BA, 6412BA, 10217BA
	Sanayi Kuruluşları-İleri İmalat, Robotik ve Otonomi	3817BA, 3825BA, MSCAM0835, MSCAM1635, MSCAM0825
	Sanayi Kuruluşları-Dijital Dönüşüm/Nesnelerin İnterneti	MS0835A, MS0825A, MS1635A, MS3217A
	Sanayi Kuruluşları-Otomotiv/Motorlu Kara Taşıtları	MS0835A, MS0825A, MS1635A, MS3217A
	Sanayi Kuruluşları-Raylı sistemler	MSC1635A, MS3217A
	Tarım Teknolojileri	SWIR6415, SWIR12815, 6412BA, 10217BA, 10212BD
	Sağlık - Biyoteknoloji	µbiyo-Mikro akışkan çip Kanser hastalığı çoklu ilaç dirençliliği (ÇİD) tespit sistemleri Kanda dolaşan kanser hücreleri (CTC) tespit sistemleri, AREFSENS
	5G ve Ötesi Bağlantı Teknolojileri	RF MEMS Minyatür Anten Dizileri

Not 1: Stratejik ürün ve hizmetlerin ticarileştirilmesinde filiz şirketler ile birlikte çalışılmaktadır. Bu tabloda yer verilen ürün ve hizmetlerde ODTÜ MEMS Merkezi tarafından geliştirilen duyarlar kullanılmaktadır.

## 4.2. Zayıflıklar

Güçlü üretim/test altyapısına ve araştırma faaliyetlerine karşın, üretim ve test cihazlarının yenilenmesi, bakım/onarım süreçleri ve MEMS alanında çalışan öğretim üyesi ve deneyimli eleman istihdamının sürekliliği çalışmaların sürdürülebilirliği açısından kritik önem arz etmektedir. MEMS alt ve yeni dallarında araştırma yapacak araştırmacıların istihdamı ve öğretim üyelerinin görevlendirilmesi, bu alanlarda yürütülecek projeler ve cihaz parkının modern halde tutulabilmesi Merkez'in MEMS konusunda mükemmeliyet merkezi olarak kalabilmesi açısından önemlidir.

Altyapı ve insan kaynağı bakımından Merkez'in sürdürülebilirliğini sağlayacak en önemli unsurun mali ödenek akışındaki istikrar olduğu düşünülmektedir. Önceki yıllarda yaşana sıkıntılara ek olarak 2019 ödeneğinin senenin son yarısında aktarılmasından dolayı, alımların gerçekleştirilmesi gecikmektedir.

MEMS alt alanında yüksek maliyetli altyapının kullanımı, nitelikli teknik personel ve araştırmacı ihtiyacını arttırmaktadır. ODTÜ MEMS Merkezi'nde personel alımları devam etmekle birlikte, personel sayısında önemli bir artış sağlanamamıştır. Personel ücret limitlerindeki artış 2016 yılından itibaren yaşanan enflasyon artışının altında kalmıştır. Bu durum Merkez'in araştırmacılar nezdindeki rekabet edebilirliğini zayıflatmıştır. Araştırma Altyapılarının Desteklenmesine dair 6550 sayılı Kanunun getirdiği mali, idari ve hukuki işlemlerdeki belirsizliklerin giderilmesine için yapılan çalışmalar sonunda oluşturulan yönetmelik değişiklikleri henüz yürürlüğe girmemiştir.

## 4.3. Değerlendirme

Faaliyet dönemi içinde İzleme ve Yeterlik Değerlendirme Komitesi üyeleri ile Merkez yöneticileri birçok kere bir araya gelmesiyle güçlü bir diyalog zemini sağlanmıştır. Bu çok olumlu bir gelişme olarak değerlendirilmektedir.

ODTÜ MEMS Merkezi 2019 yılı içinde iş geliştirme çalışmaları uzun yıllardır devam eden (kuzey bulucu için yaklaşık 7 yıl) devam eden iş geliştirme çalışmaları sonucunda Savunma Sanayi Başkanlığı ve ASELSAN ile iki önemli proje sözleşmesi imzalanmıştır. Her iki projenin tamamlanmasından sonra takip eden aşamalarının da olacağı öngörülmektedir.

ODTÜ MEMS Merkezi, 1004 yüksek teknoloji platformu oluşturma desteğini Kuruluş Protokolümüzde yer alan THz stratejik teknoloji hedefini gerçekleştirmesi için mükemmel bir fırsat olarak değerlendirmiş ve çalışmalarını bu doğrultuda yürütmüştür. THz uygulamalarında yönelik olarak 2018'de başlattığımız çalışmalar sonucunda oluşturulan araştırma programı ile TÜBİTAK 1004 desteğine başvurulmasıdır. Bu kapsamda konsorsiyum üyelerinden TÜPRAŞ, MILTAL ve KUTEM işbirliği ekosistemimize bu sene katılan kuruluşlardır. Bu sene içinde ayrıca İtalya ile ikili işbirliği projesi oluşturularak destek başvurusunda bulunulmuştur. Ayrıca iki farklı proje ile TÜBİTAK Ar-Ge desteğine başvurulmuştur.

RF MEMS alanında ODTÜ Elektrik ve Elektronik Mühendisliği koordinasyonunda 2018 yılında başvurusu yapılan 5G uygulamalarına yönelik MIMO anten yapısı geliştirilmesi projesi desteklenmeye uygun bulunmuştur. Ayrıca yine stratejik teknoloji olarak belirlediğimiz ve 2018 yılında çalışmalarını iç proje olarak başlattığımız tip iki süperörgü projesi ile TÜBİTAK'a yaptığımız proje de desteklenmeye uygun bulunmuştur. Bu sene bu teknolojilere ek olarak SWIR konusunda da (foton dedektörleri) teknoloji geliştirme çalışmalarına başlanmıştır.

Bu yıl yapılan çalışmalara genel olarak bakıldığında araştırma yetkinliğinin artırılması ile ilgili aşağıdaki gelişmeler elde edilmiştir:

- Araştırma programı yönetimi: TÜBİTAK Yüksek Teknoloji Platformları 1004 çağrısı kapsamında özgün bir program yönetim modeli oluşturulmuştur. Modelin oluşturulmasında H2020 konsorsiyum anlaşmaları, 1004 usul ve esasları, sistem mühendisliği alanlarındaki bilgi birikimleri bir araya getirilmiştir. Daha sonra tüm tarafların ArGe yöneticileri ile hukuk birimlerinin görüşleri alınarak model son haline getirilmiş ve çerçeve protokol ve ekindeki fikri haklar protokolüyle resmîyet kazanmıştır.

- İş geliştirme ve sözleşme yönetimi: Gereksinimlere göre geliştirme projelerinin sözleşmelerinin imzalanmasına yönelik olarak ilgili taraflarla müzakereler yürütülmüş, fikri mülkiyet, idari konular, mali konular ve teknik konuları içeren sözleşmeler imzalanmıştır.
- Proje yönetimi: Projelerin planlanmasında önce yapılacak işleri içeren iş kırılım ağaçları hazırlanmış, daha sonra iş paketleri belirlenmiş ve her bir iş için işgücü, malzeme, yatırım kalemleri tanımlanmış, aralarındaki ilişkiler kullanılarak planlar oluşturulmuştur.
- Sistem mühendisliği: Savunma sanayi ile ilişkili kuzey bulucu ve mikrobolometre projeleriyle güvenlik ve rafineri uygulamalarına yönelik Terasens araştırma programında sistem mühendisliği yaklaşımları kullanılarak sistem, altsistem, bileşen kırılımları yapılarak proje ve araştırma programları ile ilişkilendirilmiştir. Planlama çalışmaları sistem ömür devrindeki tasarım ve gerçekleştirme aşamaları ile ilişkilendirilerek tanımlanmıştır.
- Konfigürasyon yönetimi, Kalite Güvencesi, Risk yönetimi: Önümüzdeki dönemde mikrobolometre projesi sözleşmesi gereği konfigürasyon yönetimi, kalite güvencesi ve risk yönetimi sistemlerine ilişkin çalışmalar yapılacaktır.

Tablo 5: Program ve Proje Yönetimi ile Sistem Mühendisliği

	2017	2018	2019	2020
Araştırma Program Yönetimi	✘	✘	✔	✔
İş Geliştirme Yönetimi	✘	✔	✔	✔
Sözleşme Yönetimi	✘	✔	✔	✔
Çok Taraflı Fikri Mülkiyet Hakları	✘	✘	✔	✔
Proje Yönetimi	✘	✔	✔	✔
Sistem Mühendisliği	✘	✘	✔	✔
Konfigürasyon Yönetimi	✘	✘	✘	✔
Kalite Güvencesi	✘	✘	✘	✔
Risk Yönetimi	✘	✘	✘	✔