ODTÜ MEMS Merkezi

Araştırma Altyapısı

2020 Yılı Faaliyet Raporu

Mayıs 2021, Ankara

İçindekiler

İçindekiler 2
Tablolar Listesi 4
1. Genel Bilgiler 5
1.1. Misyon ve Vizyon 5
1.2. Yetki, Görev ve Sorumluluklar 5
1.3. Araştırma Altyapısına İlişkin Bilgiler 6
1.3.1. Fiziksel Yapı 6
1.3.2. Yönetim Yapısı 7
1.3.3. MEMS Teknolojisine Genel Bakış 8
1.3.4. Makine Teçhizat ve Temizalan Altyapısı 9
1.3.5. Bilgi İletişim Altyapısı 15
1.3.6. İnsan Kaynakları 17
1.3.7. Sunulan Hizmetler 19
1.3.8. Yönetim ve İç Kontrol Sistemi 20
2. Amaç ve Hedefler 21
2.1. Araştırma Altyapısının Amaç ve Hedefleri 21
2.2. Temel Politikalar ve Öncelikler 22
3. Faaliyetlere İlişkin Bilgi ve Değerlendirmeler 26
3.1. Mali Bilgiler 26
3.1.1. Bütçe Uygulama Sonuçları 26
3.1.2. Temel Mali Tablolara İlişkin Açıklamalar 27
3.1.3. Mali Denetim Sonuçları 32
3.2. Performans Bilgileri 33
3.2.1. Proje ve Faaliyet Bilgileri 33
3.2.2. Performans Sonuçları Tablosu 45
3.2.3. Performans Sonuçlarının Değerlendirilmesi 46
3.2.4. Performans Bilgi Sisteminin Değerlendirilmesi 47
4. Kurumsal Kabiliyet ve Kapasitenin Değerlendirilmesi 48
4.1. GZFT analizi 48
4.1.1. Güçlü Taraflar 48
4.1.2. Zayıf Taraflar 48
4.1.3. Fırsatlar 48
4.1.4. Tehditler 48

Şekiller Listesi

Şekil 1 ODTÜ MEMS Merkezinin bulunduğu yer 6
Şekil 2 Merkeze ait görsel 6
Şekil 3 ODTÜ MEMS organizasyon şeması 8
Şekil 4 MEMS Üretim Aşamaları 9
Şekil 5 Temizalan görselleri 10
Şekil 6 Temizalan alt yapısının şematik gösterimi 11
Şekil 7 ODTÜ MEMS Merkezi Bilgi İletişim Altyapısı 16
Şekil 8 Personel sayısının (a) görevlerine ve (b) bulundukları birime göre dağılımları 17
Şekil 9 Araştırmacıların mezuniyet derecelerine göre dağılımları 18
Şekil 10 2020 yılı süresince ODTÜ MEMS Merkezinde görevlendirilmiş olan akademisyenlerin bağlı oldukları üniversitelerin şehir bazında dağılımı 18
Şekil 11 ODTÜ MEMS 2020 yılı harcamaları için kullanılan ödenekler 26
Şekil 12 ODTÜ MEMS Merkezi'nin 2020 yılı içerisinde yapmış olduğu harcamaların bütçe kalemi bazında dağılımı 27
Şekil 13 Gereksinimlere göre geliştirme 34
Şekil 14 Bilginin ürüne dönüşmesi 35
Şekil 15 ODTÜ MEMS Merkezi'nin hizmet sunduğu kurum ve kuruluşlar 38

Tablolar Listesi

Tablo 1 2020 yılı YK Onaylı ve Gerçekleşen Bütçelerin Karşılaştırılması 28
Tablo 2 2020 yılı Tüzel MEMS harcama ve gelirleri 29
Tablo 3 2020 yılı bilanço tablosu 31
Tablo 4 ODTÜ MEMS Merkezinde Yürüyen Projelere İlişkin Veriler 45
Tablo 5 ODTÜ MEMS Merkezinde Yapılan Yayınlara İlişkin Veriler 45
Tablo 6 ODTÜ MEMS Merkezi Teknolojik Üretim ve Ekonomik Katkı Tablosu 46
Tablo 7 ODTÜ MEMS Merkezi Dış Kullanım, Etkinlik ve Kullanım Verileri 46
Tablo 8 Stratejik ürün ve hizmetler 50

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 ve sahip olduğu nitelikli kadrosuyla birlikte 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: ODTÜ MEMS Merkezi'nin orta vadeli vizyonu, Türkiye'de Mikro-Elektro-Mekanik Sistemler alanında yüksek teknolojiye dayalı endüstrinin oluşmasını sağlamaktır.

1.2. Yetki, Görev ve Sorumluluklar

ODTÜ MEMS Merkezi, bilimsel araştırma çalışmalarıyla MEMS alanında öncü olmayı, özel sektörle iş birliği 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.
- 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.
- Araştırma altyapısı olarak, yeterlilik değerlendirme ve izleme sürecine ilişkin Araştırma Alt Yapıları Komitesi Sekreteryasına sunulmak üzere gerekli hazırlık ve raporlamaları yapmak.
- Merkezde bulunan nitelikli cihazların kullanımına yönelik hizmet vermek.

1.3. Araştırma Altyapısına İlişkin Bilgiler

1.3.1. Fiziksel Yapı

ODTÜ MEMS Merkezi; toplam 4500 m^2'lik kapalı alanda 100, 1000 ve 10000 sınıfında çeşitli temizalan ile laboratuvar, seminer, toplantı ve ofis alanlarına sahip bir tesis olarak faaliyet göstermektedir. ODTÜ MEMS Merkezinin (Merkez) bulunduğu ve ODTÜ Teknokent tarafından yönetilmekte olan arazi, ODTÜ Teknokent MET yerleşkesi bünyesinde olup, Bilim Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı tarafından onaylanan Teknoloji Geliştirme Bölgesi statüsüne sahiptir. ODTÜ MEMS Merkezi ve teknokent şirketleri bu yerleşke içinde yer almaktadır. Merkezin haritada bulunduğu konum ve Merkezin dış görünüşü 'de gösterilmektedir.

Şekil 1 ODTÜ MEMS Merkezinin bulunduğu yer

Şekil 2 Merkeze ait görsel

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 devredebileceği 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 Külah (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 (Sağlık Bakanlığı Özel Kalem Müdürlüğü), YK Üyesi
- Dr. Celal Sami Tüfekçi (Savunma Sanayi Başkan Yardımcısı), YK Üyesi
- Prof. Dr. Ahmet Yozgatlıgil (TÜBİTAK Başkan Vekili), YK Üyesi

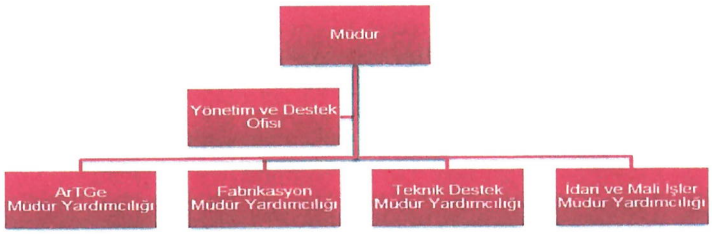
İcra Komitesi
Yönetim Kurulu'nun 18 Eylül 2017 tarihli toplantısında, karar alma süreçlerini kolaylaştırmak ve esnekleştirmek amacıyla Yönetim Kurulu'nun yetkilerinin bir bölümünü devretmek üzere Yönetim Kurulu tarafından oybirliğiyle üç kişiden oluşan bir İcra Komitesi beş yıllığına seçilmiştir. İcra 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 (Ümraniye Eğitim ve Araştırma Hastanesi),
- Prof. Dr. Fahrettin KELEŞTEMUR (Yeditepe Üniversitesi Hastaneleri Tıbbi Koordinatörü)
- Fuat AKÇAYÖZ (TTGV Yönetim Kurulu Üyesi)
- Haluk ZONTUL (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 (CEO/TEGG AŞ Başkanı)
- 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
- Şaduman AZİZ (SSB Ar-Ge Daire Başkanı)
- Yücel BAĞRIAÇIK (Kognitek Bilişsel Teknolojiler Kurucu Ortağı)

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 Şekil 3'de verilmektedir.



Şekil 3 ODTÜ MEMS organizasyon şeması

1.3.3. MEMS Teknolojisine Genel Bakış

MEMS, Mikro-Elektro-Mekanik-Sistem anlamına gelen bir kısaltmadır ve MEMS terimi son derece minyatürleştirilmiş elektriksel ve mekanik bileşenlerden oluşan kompleks yapıları tanımlar. Ancak daha derin bir bakış açısıyla bundan çok daha fazla olduğu söylenebilir. MEMS ürünleri 20 yıl önce çok özel askeri ve otomotiv uygulamalarında kullanılan çok pahalı ürünlerdi. Günümüzde ise her akıllı telefonda birkaç tane mevcut. Ayrıca önceden çok büyük ve pahalı olan ivmeölçerler ve jiroskoplar en çok öne çıkan MEMS ürünlerindendir. MEMS ürün mühendisliği disiplinler arası uzmanlık bilgisi gerektirmektedir. Bu nedenle, tek bir şirketin MEMS uygulamalarından hepsini kapsama olasılığı çok düşüktür (**Error! Reference source not found.**). MEMS uygulamalarını kapsayan iş modelleri aşağıdaki gibidir:

- **Sistem Tasarımı:** İş modelinin ilk adımı olup, kavramsal tasarımın yapıldığı aşamadır. Nihai ürünün genel işlevselliği ve bileşenleri tanımlanır.
- **Geliştirme:** Mikromekanik bileşenler ve mikroelektronik devreler gibi bileşenlerin fiziksel olarak uygulamasının gerçekleştirildiği adımdır.
- **Süreç Tasarımı:** MEMS bileşenlerini üretmek için çeşitli üretim tekniklerinin, uygun bir süreçte birleştirilmesi gereken ve MEMS ürün mühendisliğinde en çok zaman alan kısımdır.
- **Üretim:** MEMS bileşenlerinin silisyum diskler üzerinde oluşturulması aşamasıdır.
- **Paketleme ve Test:** Silisyum diskler ayrı ayrı parçalara ayrıştırılır, paketlenir ve test edilir.
- **Pazarlama ve Satış:** Üretilen ürünün müşteriye ulaştırıldığı adımdır.

MEMS Ürün Mühendisliği içinde yer alan ana taraflar; cihaz bileşenlerini ve üretimi geliştiren geliştiriciler ile cihazları üreten, monte eden ve test eden üreticilerdir. Ancak MEMS alanında gelişmeler devam ettikçe MEMS değerinin müşterisi olan nihai ürün üreticisi MEMS ürün mühendisliğinin arkasındaki itici güç olacaktır. MEMS uygulamaları yaygınlaştıkça ODTÜ MEMS Merkezinin değeri gün geçtikçe artacaktır.

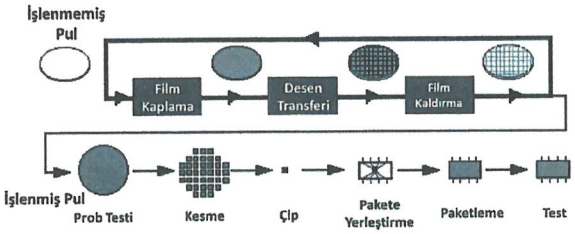
1.3.4. Makine Teçhizat ve Temizalan Altyapısı

Mikro Elektro-Mekanik Sistemler (MEMS) teknolojisi ile mikroçipler üzerinde sadece mikroelektronik entegre devreler değil, mikromekanik yapılar da yapılabilmektedir. Böylece hem mikroalgılayıcılar (microsensors) ve mikroeyleyiciler (microactuators) hem de elektronik devre bir çip içinde yapılabilmektedir.

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, cam, 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 (Şekil 4).

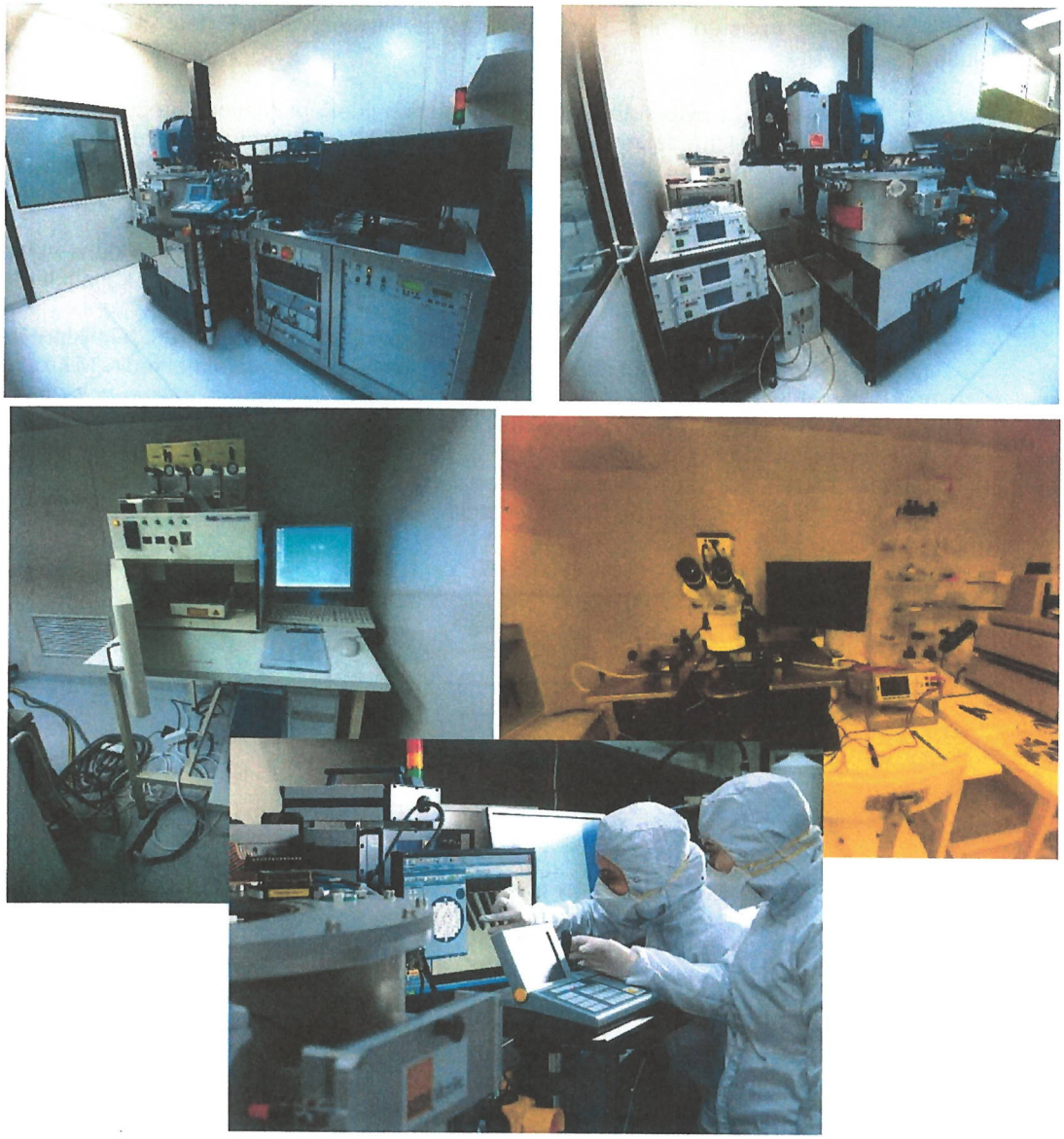
- Film kaplama aşamasında yüzey istenen elektriksel ve mekanik özelliklere sahip yalıtkan, iletken veya yarı iletken malzeme ile ihtiyaca göre değişen kalınlıklarda kaplanmaktadır.
- Kaplanan filmler üzerinde fotorezist filmi oluşturulmakta ve litografi teknikleri ile fotorezist filmi önceden tasarlanmış 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 maskeleme işlevi görmekte ve bu sayede desen transferi bir sonraki aşamada gerçekleşen maskeyle uyumlu film kaldırma işlemi ile gerçekleştirilebilmektedir.



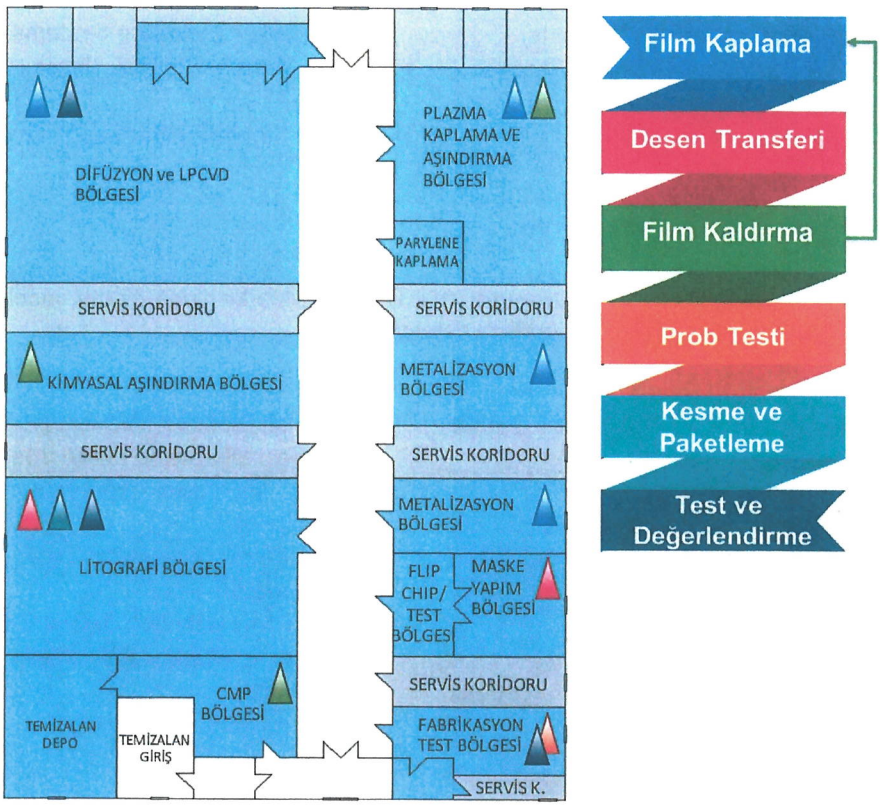
Şekil 4 MEMS Üretim Aşamaları

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 (Şekil 4).

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^2'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 (Şekil 5).



Şekil 5 Temizalan görselleri



Şekil 6 Temizalan alt yapısının şematik gösterimi

MEMS üretim teknikleri, özel ekipman ve cihazların kullanımını gerektirmektedir. ODTÜ MEMS Merkezi temizalanlarında bugüne kadar, ilk altyapının TESTAŞ bünyesinde oluşturulmasının ardından, gerçekleştirilen araştırma projelerinden sağlanan finansman ile toplam 40 Milyon USD tutarında makine ve teçhizat yer almaktadır. ODTÜ MEMS Merkezi'nde MEMS fabrikasyonuna 3" çapındaki pulların işlenmesi ile başlanmış, zaman içinde yapılan iyileştirme ve güncelleştirme faaliyetleri ile sırası ile 4", 6" ve 8" çapındaki pulların da işlenmesi sağlanmıştır. Merkezde yer alan temizalan alt yapısının krokisi ve temizalanda bulunan bölümler Şekil 6'da gösterilmektedir. ODTÜ MEMS Merkezi MEMS fabrikasyonunda kullanılan özel ekipmanlar aşağıdaki başlıklar altında gruplanabilir:

i. **Litografi (Desen transferi):** ODTÜ MEMS Merkezi'nde litografi işlemleri temizalan içinde bu işlemler için özel olarak ayrılmış ve koşullandırılmış bölgede gerçekleştirilmektedir. Bu bölgede yarı otomatik ve otomatik çevirme (spin) yöntemiyle kaplama ve açındırma (development) sistemleri ile kaplanan fotorezist filmlerinin fırınlama işlemleri için konveksiyon fırınları ve ısıtıcı tablalar mevcuttur. Fotorezistlerin şekillendirilmesine yönelik olarak kontak maske hizalayıcılar ve daha hassas işlemler için 'stepper' cihazı mevcuttur. Ayrıca, kullanılan litografi maske camlarının üretimini sağlayan bir litografi maskesi yazıcı cihazı bulunmaktadır. Bu cihaz sayesinde bilgisayar ortamında tasarlanan sensör üretim katmanlarının şekilleri hızlı bir şekilde üretilmekte ve MEMS yapılarının üretim süreçlerine başlanabilmektedir.

- Çevirmeli Fotorezist Kaplama Sistemleri (Spin Coater Systems)
- Stepper Pozlama Sistemleri (Stepper Exposure System)
- Maske Hizalama ve Pozlama Sistemleri (Mask Aligner Exposure Systems)
- Maske Yazma Sistemi (Mask Writing System)
- Litografi Fırınları (Lithography Ovens)

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

- Fourier-Transform Kızılötesi Analiz Sistemi (FTIR)
- Elipsometre (Elipsometer)
- Probe İstasyonu (Probe stations)
- Dört Nokta Ölçüm Probe (Four point probes)
- Dinamik MEMS Analizörü
- (Dynamic MEMS Analyzer)
- Stres Ölçüm Sistemi (Stress Measurement)
- Taramalı Elektron Mikroskopu (SEM)
- Kızılötesi Mikroskop (IR Microscope)
- Yüzey İnceleyici (Contact Surface Profilometer)
- Optik Yüzey İnceleyici (Optic Surface Profilometer)
- İnce Film Kalınlık Ölçüm Sistemleri (Optical Thickness Measurement Systems)
- Lazer Kesici (Laser Cutter)

iii. **Metal Kaplama:** Metalik filmlerin kaplanmasında termal buharlaştırma, saçtırma (sputter) ve elektro-kaplama (electroplating) yöntemleri ön plana çıkmaktadır. ODTÜ MEMS Merkezi temizalanı metalizasyon bölgelerinde kurulu farklı özelliklere sahip birkaç metal kaplama sistemi yer almaktadır.

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

iv. **Yüksek Sıcaklık Oksitleme ve Difüzyon:** Mikroelektronik ve MEMS proseslerinde katkılama (difüzyon) işlemleri 600-1200°C arasında çalışan yüksek sıcaklık fırınlarında yapılmaktadır. Difüzyon işlemleri genellikle malzemelerin farklı safsızlık atomları ile katkılanarak elektriksel ve mekanik özelliklerinin değiştirilmesi amacıyla gerçekleştirilmektedir. Ayrıca mikroelektronik uygulamalarında yaygın olarak kullanılan polisilisyum, silisyum nitrat ve silisyum 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) fırınları bulunmaktadır.

- Difüzyon ve Termal Oksitleme Fırınları (Thermal Oxidation and Diffusion Furnaces)
- LPCVD System (Düşük Basınç Kimyasal Buhar Kaplama Sistemleri)

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

- Derin Reaktif İyon Aşındırma Sistemleri (DRIE Systems)
- Reaktif İyon Aşındırma Sistemleri (RIE Systems)
- Reaktif İyon Aşındırma Sistemleri (ICP Systems)
- Plazma İle Kimyasal Buhar Kaplama Sistemi (PECVD Systems)
- Parylene Kaplama Sistemi (Parylene Deposition System)
- Atomik Katman Kaplama Sistemi (ALD System)
- Plazma Aşındırıcı (Plasma Ashers)
- XeF2 gazı ile Aşındırma Sistemi (XeF2 Etching System)
- Buhar Fazında HF ile Aşındırma Sistemi (VHF Etching System)

vi. **Kimyasal Sıvı Aşındırma ve Temizleme:** ODTÜ MEMS Merkezi temizalanında farklı bölgelerinde kimyasal temizlik ve aşındırma işlemleri için kullanılan asit, baz karışımları ile çözücülerin güvenli bir şekilde kullanılabildiği farklı boyut ve konfigürasyonlarda 19 adet kimyasal işlem istasyonu bulunmaktadır. Bunların yanında pul ve maske temizleme cihazı, kritik nokta kurutucusu, KOH ile silisyum aşındırma tankları, kimyasal mekanik parlatma (CMP) sistemi, taban inceltme (grinding and lapping) sistemleri, çevirmeli yıkama ve kurutma (SRD) sistemleri ve ısıtıcı tablalar bulunmaktadır.

- Kimyasal Aşındırma İstasyonları (Chemical Wet Benches)
- Disk-maske Temizleyici (Wafer-mask Cleaner)
- KOH İle Silisyum Aşındırma İstasyonu (Silicon KOH Etching Bench)
- Taban İnceltme Düzleştirme Sistemi (Lapping System)
- Kimyasal Mekanik Parlatma Sistemi (CMP System)
- Taban İnceltme Sistemi (Grinding System)
- Spin Drier (Kurutucu)
- Critical Point Drier (Kritik Sıcıklıkta Kurutma Sistemi

vii. **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)
- Acustic 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)

viii. **BiyoMEMS Test 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. BiyoMEMS Laboratuvarının yetenekleri:

- CO_2 İnkübatörü (CO_2 Incubator)
- Savurmaç (Centrifuge)
- Süper Yüksek Hızlı Savurmaç (Superhigh Speed Centrifuge (SHSC))
- Mini Savurmaç (Mini Centrifuge)
- Otomatik Hücre Sayıcı (Automated Cell Counter)
- Ultra Viyole (UV Transilluminator)
- Homojenleştirici (Homogenizer)
- (Ultrasonicator)
- Manto Isıtıcı (Mantle Heater)
- Mikro pipet setleri (Micropipette Set)
- (Microplate Reader)
- Nanoboyut damlatıcı (Nanodrop)
- (Inverted Bright Field / Flourecent Microscopes)
- Mikroakışkan Sistemleri (Microfluidic System)
- Pompalı Şırıngalar(Syringe Pumps)
- Buzdolabı ve Dondurucular (Fridge & Freezers)

1.3.5. Bilgi İletişim Altyapısı

ODTÜ MEMS Merkezi'nin dış hat ihtiyacı Superonline altyapısı kullanılarak ODTÜ üzerinden alınmakta ve güvenlik duvarı (Firewall) üzerinde kurallar yeniden tanımlanarak Merkezin BT hizmetlerinin güvenli ve kesintisiz olarak çalışması sağlanmaktadır. Merkezin ağ altyapısı, geniş alan bağlantıları (Internet), yerel alan ağı (Intranet) ve kablosuz servislerinden oluşmaktadır. Ayrıca, ODTÜ tarafından sağlanan her türlü lisans, online araştırma ve bilişim teknolojileri imkanlarına çalışanların erişimleri bulunmaktadır.

Farklı amaçlarla kullanılan birimler veya kullanıcılar için trafik ayrımı VLAN kullanılarak tasarlanmış olup, çalışmalar yürütülmektedir. Kullanıcıların kurum içindeki bilgisayarlarına veya Intranet altyapısına erişebilmeleri için kurum dışından SSL VPN hizmetiyle bağlanmalarına imkan sağlanmaktadır. Ayrıca, ODTÜ'de bulunan farklı lokasyonlar ile Ipsec VPN erişimi yapılmaktadır.

Merkezin veri depolama, yedekleme ve loglama sistemi mevcut olup, veri depolama sisteminin kapasite artırımı ile konfigürasyonları yapılmaktadır.

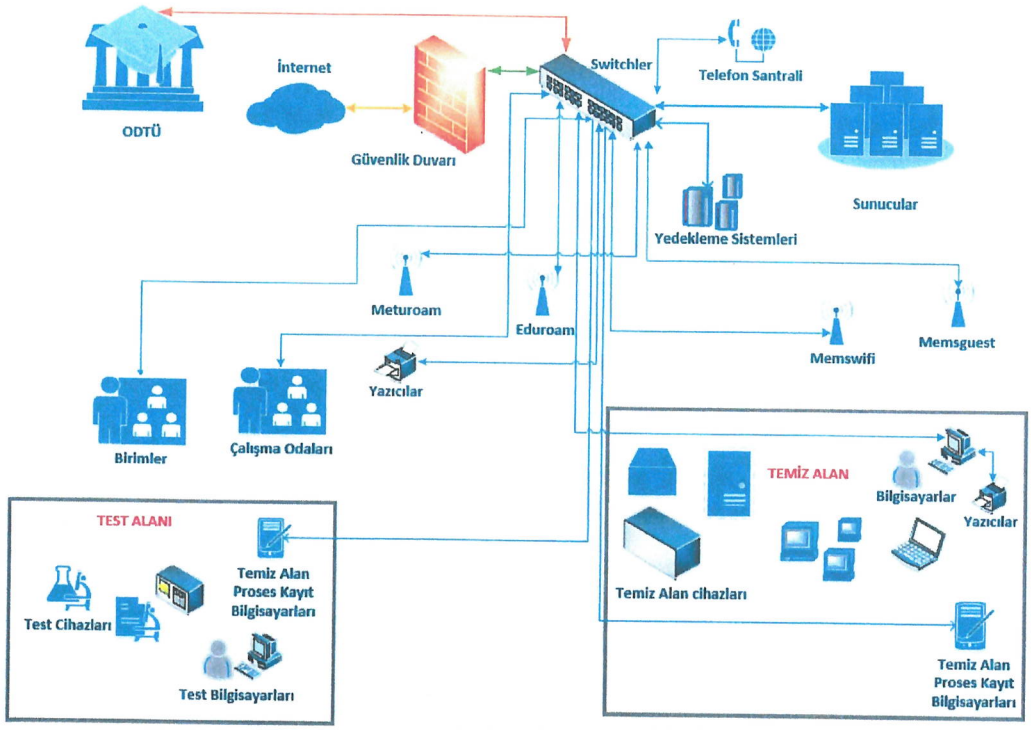
Merkez'de yeni nesil kurumsal anti virüs sistemi bulunmakta olup, bu sistemin düzenli güncellemeleri yapılmaktadır. Ayrıca ilgili yazılım üzerinden kullanıcıların makinalarındaki yazılımlarının güncellemeleri ve kontrolleri sağlanmaktadır.
Kurumsal kaynak kullanımı için hizmet veren sistemin veri tabanı ve uygulama sunucusu ayrılarak farklı sunuculara taşınmıştır. İlgili yazılımların kesintisiz ve güvenli şekilde sürekliliğinin sağlanabilmesi için sunucuların yazılım ve işletim sistemleri açısından güncellemeleri düzenli takip edilmekte ve versiyon geçişleri düzenli olarak uygulanmaktadır.

Araştırmacılarımızın kullanmakta olduğu tasarım ve araştırma programlarında sunucu ve lisans ihtiyaçlarının giderilmesi konusunda gerekli destek verilmektedir.

Merkezde bulunan seminer salonunda kullanılan görüntü ve ses sistemi için gereken destek sürekli olarak sağlanmaktadır. Online toplantılar, ODTÜ üzerinden hizmet alınan Cisco Webex uygulaması üzerinden gerçekleştirilmektedir.

Kullanıcıların gerek kurum içinde yaşadıkları BT'ye ilişkin sorunlarda gerekse kurum dışında yaşadıkları tüm BT problemlerinin sonuçlandırılması için BT destek kesintisiz olarak devam ettirilmektedir. Kurum içinde yedekli çalışan DNS sunucular üzerinden web sorgulama işlemlerinin kesintisiz olarak yapılabilmesi için çalışmalar sürdürülmektedir.

Merkezin Web sayfasının güncellemeleri ve yönetimi periyodik olarak yapılmaktadır.BT biriminde kullanılmakta olan yazılımların güncel sürümleri test edilmekte ve kontrolleri yapıldıktan sonra devreye alınmaktadır. Yeni başlayan kullanıcıların gerekli BT ihtiyaçlarının planlanması, kullanıcı hesaplarının oluşturulması ve ayrılan personellerin yetkilerinin sonlandırılması işlemleri yapılmaktadır. Kişisel verileri koruma kanununa (KVKK) uyum için gerekli çalışmalar yürütülmektedir. Merkez'in sahip olduğu bilgi iletişim altyapısı Şekil-7'de verilmektedir.

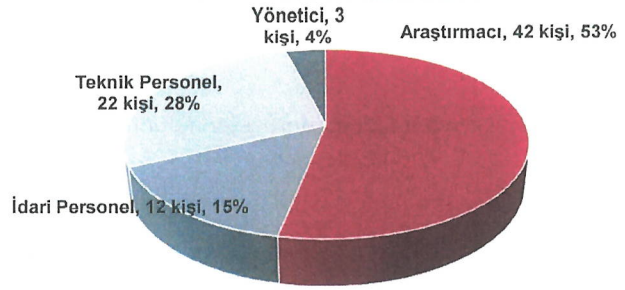


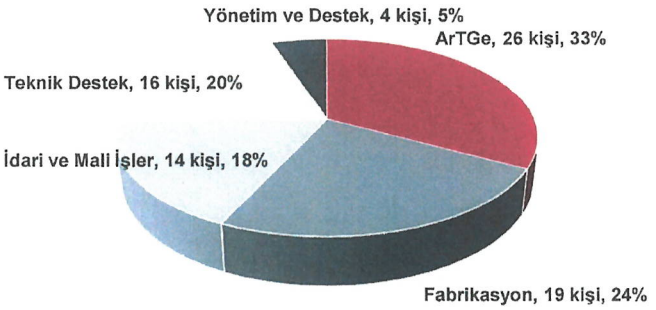
Şekil 7 ODTÜ MEMS Merkezi Bilgi İletişim Altyapısı

1.3.6. İnsan Kaynakları

ODTÜ MEMS Merkezi'nde 31.12.2020 tarihi itibariyle yönetici, araştırmacı, idari ve teknik eleman pozisyonlarında istihdam edilen **71** ve tam zamanlı görevlendirilen **8** olmak üzere toplam **79** personel bulunmaktadır. Şekil 8'de personelin görevlerine (a) ve bulundukları birime (b) göre dağılımları verilmektedir.

(a)

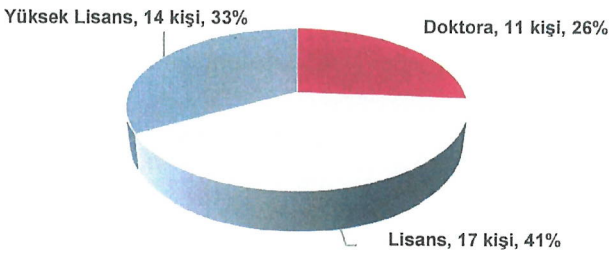




(b)

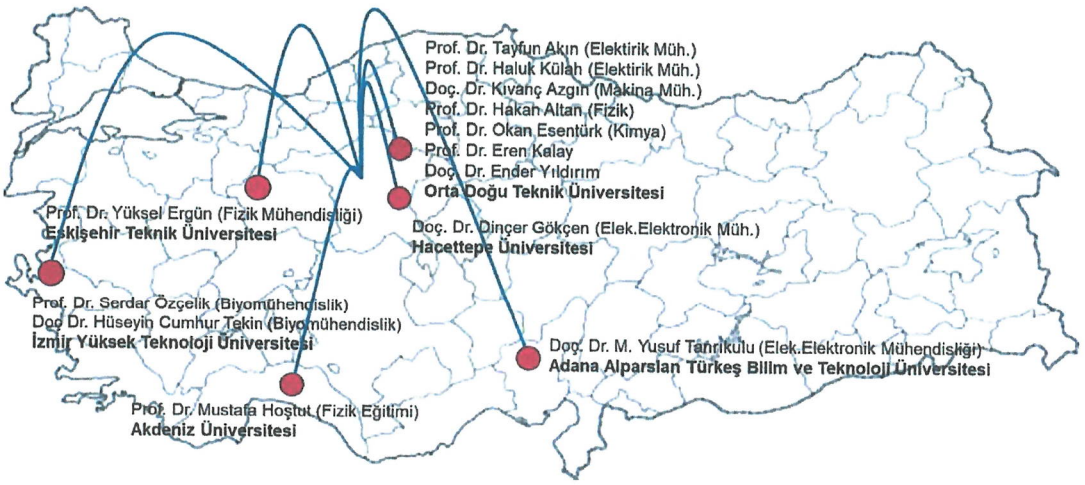
Şekil 8 Personel sayısının (a) görevlerine ve (b) bulundukları birime göre dağılımları

ODTÜ MEMS bünyesinde istihdam edilen **42** araştırmacının mezuniyet derecesine göre dağılımları Şekil-9'da verilmektedir.



Şekil 9 Araştırmacıların mezuniyet derecelerine göre dağılımları

Merkez bünyesinde, 2020 yılında doktora derecesine sahip **11** araştırmacı tam zamanlı olarak istihdam edilmiş, farklı üniversitelerden **13** akademisyen ise çalışmalarını yürütmek üzere Merkezde görevlendirilmiştir. 2020 yılında ODTÜ MEMS Merkezinde görevlendirilmiş olan akademisyenlerin bağlı oldukları üniversitelerin şehir bazında dağılımı Şekil-10'da yer almaktadır.



Şekil 10 2020 yılı süresince ODTÜ MEMS Merkezinde görevlendirilmiş olan akademisyenlerin bağlı oldukları üniversitelerin şehir bazında dağılımı

1.3.7. 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. Paydaşlara sunulan hizmetler, güncel temizalan kullanım maliyetleri gözetilerek oluşturulan ve Yönetim Kurulu tarafından onaylanan "ODTÜ MEMS Merkezi Fiyat Tarifesi" üzerinden verilmektedir.

MEMS teknolojisi yüksek maliyetli cihaz altyapısına dayanmaktadır. Bu altyapıyı kurmak ve çalışır tutmak çok büyük şirketler için dahi maliyet, iş yükü ve engin bir bilgi birikimi gerektirmektedir. Bu nedenle 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 tekniklerinin geliştirilmesi ile Merkez fabrikasyon olanaklarının özellikle KOBİ ölçeğindeki teknolojik girişim niteliği taşıyan işletmeler için hizmet verilmesi 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 Yapabilme-Bilgisi (Know How), ve deneyimi aktarımı sağlayacaktır ve bu destek karşılığında değişik iş modelleri ile düzenli ve uzun vadeli gelir elde edebilecektir. Bu faaliyetler ile ODTÜ MEMS Merkezinin sürdürülebilirliğine önemli bir katkı sağlanacağı öngörülmektedir. Yukarıda sıralanan teknolojik ilerlemelere paralel olarak, yüksek hassasiyetli fabrikasyon sistemlerinin oluşturulması, bu amaçla temin edilecek yeni makinaların 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 yapılmaktadır. 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 konusunda yapılan çalışmalar 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. Temizalana erişim ve cihaz kullanımı: Tanımlanan temizalana erişim şartlarını sağlayan kişilerin Merkez çalışanları eşliğinde/gözetiminde altyapıyı kullanması bu kapsamda değerlendirilmektedir.
   iii. Pilot ölçekte üretim: Dış kullanıcıların ihtiyaç duyması halinde verilecek düşük sayıda (pilot ölçekte) üretim hizmeti bu kapsamda ele alınmaktadır.

b) Merkez'de yeni malzemelerin araştırılması, algılayıcıları ve eyleyicileri de içeren yeni mikro yapıların geliştirilmesi ve bunların aygıta 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 Merkezin sahip olduğu malzeme, mikro yapılar ve fabrikasyon konularında deneyimle harmanlanmış bilgi birikiminin dış kullanıcılara kullandırılması bu kapsamda ele alınmaktadır.

1.3.8. Yönetim ve İç Kontrol Sistemi

ODTÜ MEMS Merkezinin 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 ; Ağustos 2020 tarihinden itibaren, ayda bir kez toplantı yapmıştır.**

6550 sayılı araştırma altyapıları mevzuatına göre, görev ve yetkileri Yönetim Kurulu tarafından belirlenen İcra Komitesi görevine devam etmiştir.

ODTÜ MEMS Merkezi Müdürü, 6550 sayılı araştırma altyapıları mevzuatında belirtilen görev ve yetkilere sahip olup, bu görev ve yetkilerinden dolayı Yönetim Kurulu'na ve İcra Komitesine karşı sorumludur. Ayrıca, Yönetim Kurulunun ve İcra Komitesinin sekretarya hizmetleri müdürlük tarafından yerine getirilir.

2. Amaç ve Hedefler

2.1. Araştırma Altyapısının Amaç ve Hedefleri

Merkez'in çalışma prensibi üç temel başlıkta özetlenebilir:

- MEMS teknolojisinde Dünya'da önde gelen tasarım evlerinden biri olmak,
- Sahip olduğumuz fabrikasyon altyapısı ile dikkatle seçilmiş özgün konularda uygulamalar yapmak,
- Fabrikasyon altyapısı imkanlarının dış paydaşlar tarafınan kullanılmasına yönelik hizmet vermek.

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 iş birlikleriyle, 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) Temizalana erişim: Gerekli eğitimi almış olması şartıyla, iş sağlığı ve güvenliği kuralları çerçevesinde, kişilere kontrollü bir şekilde temizalana erişim ve cihaz altyapısı kullanım hakkı tanınmaktadır:

i. Altyapıyı kullanacak kişilerin temizalan güvenliği ve cihaz kullanımı konusunda Merkez tarafından hazırlanan standart eğitim programlarını tamamlaması gerekmektedir. Eğitim programlarını başarı ile tamamlayan kullanıcılar temizalana 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 durumda 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.
- Bunların dışında ek ücretler (giriş ücreti, oransal genel gider) uygulanabilir.

iii. Fiyatlandırmada dış kullanıcı gruplarına göre belirlenen kurallar çerçevesinde indirim yapılabilir.
iv. Bilimsel araştırma amaçlı olarak gerçekleştirilen dış kullanımlarda eğer farklı kaynaklardan destek sağlanıyorsa (ulusal veya uluslararası fon kullanımı) indirim uygulanmayabilir.
v. Kullanımın artması için Merkez tarafından farklı mekanizmalar (abonelik, senelik kullanım hakkı, aylık kullanım ücreti, kullanım miktarına göre indirim gibi) geliştirilebilir.
vi. Fiyatlandırma tarifesi, gelir gider dengeleri de gözetilerek İcra Komitesi tarafından yapılır ve asgari yıllık olmak üzere gerektiğinde yenilenir.

İstihdam politikası

ODTÜ MEMS Merkezinin personel istihdamı idari süreçleri, Yönetim Kurulunun 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 mikroelektromekanik 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, inhisarı 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 bağımlıdır.

Bilgi güvenliğinin genel olarak amacı, ilgili yasalar ve sözleşmeler çerçevesinde tüm ilgili tarafların bilgi güvenliği farkındalığı arttırılarak 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. Gerektiği takdirde 3. taraf çalışanlarının politikaya uyması için süre tahsis edilir.

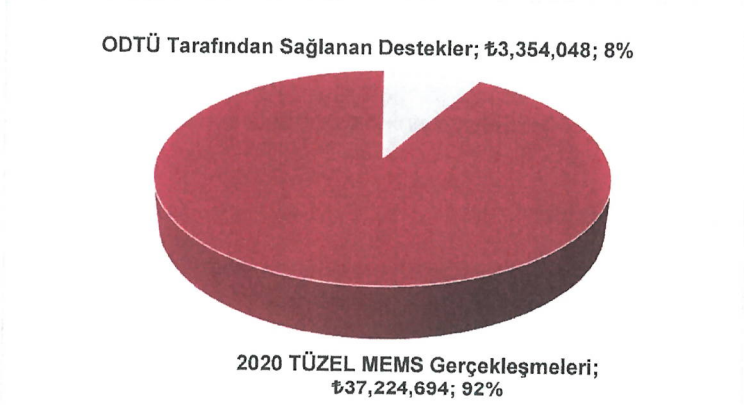
3. Faaliyetlere İlişkin Bilgi ve Değerlendirmeler

3.1. Mali Bilgiler

ODTÜ MEMS Merkezi'ne Araştırma Altyapıları Kurulu tarafından 2020 yılında verilmesi öngörülen 32.000.000 TL tutarındaki mali destek aktarılmamıştır. Bu doğrultuda 2019 döneminden devreden ödenekler kullanılarak harcamalar Merkez tarafından kontrollü bir şekilde yapılmıştır.

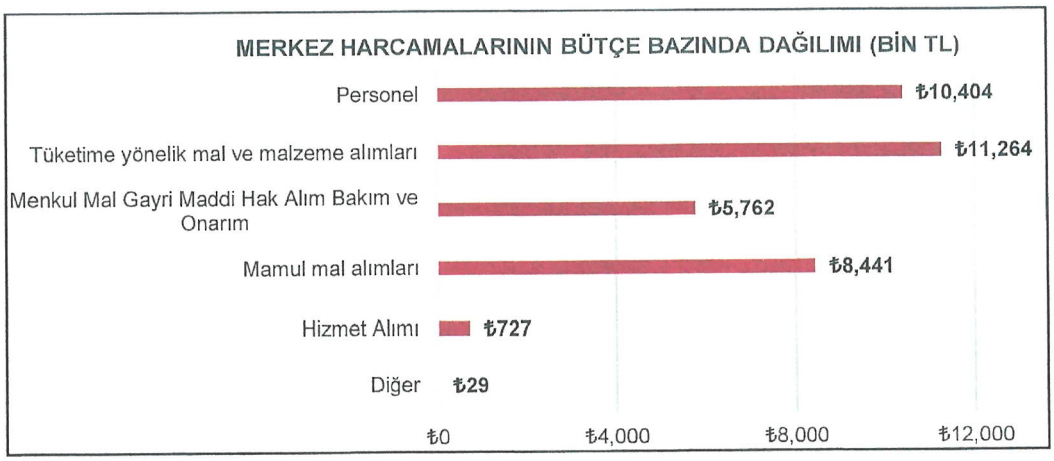
3.1.1. Bütçe Uygulama Sonuçları

ODTÜ MEMS Merkezi'nin araştırma altyapıları başvuru dosyasında 2018 yılı için 48.425.000 TL 2019 yılı için 48.690.000 TL , 2020 yılı için ise 47.893.000 TL destek talep edilmiş olup, ilgili yıl performans verileri bu tutar üzerinden belirlenmiştir. Araştırma Altyapıları Komisyonu Sekretaryasının talebi üzerine performans verileri 2019 yılında revize edilmiştir.
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 olan 16.000.000 TL'si 23 Ağustos 2019 tarihinde, aktarılmış, kalan %50'si 16.000.000 TL ise yıl sonunda 19 Aralık 2020 tarihine aktarılmıştır. Ancak, Merkeze verilmesi öngörülen 32.000.000 TL tutarındaki 2020 yılı ödeneği aktarılmamıştır. Bu nedenle, Merkez, 2020 yılı başından itibaren bir önceki yıldan devreden ödeneği temel ihtiyaçlar için kullanmıştır. Bu kapsamda harcamalar kısılmış ve planlanan yatırımlar yapılamamıştır.
Şekil 11, Merkez'in 2020 yılı içerisinde yapmış olduğu **37.224.694 TL** tutarındaki harcamanın kaynaklarının dağılımını göstermektedir. Bu dönemde Merkezin elektrik giderleri ODTÜ tarafından karşılanmıştır.



Şekil 11 ODTÜ MEMS 2020 yılı harcamaları için kullanılan ödenekler

ODTÜ MEMS Merkezi (Tüzel) tarafından 2020 yılı içerisinde yapılmış olan 37.224.694 TL tutarındaki harcamaların daha önce **5.759.220 TL** tutarındaki kısmı devreden onaylanmış cihaz yatırımları, **5.613.376 TL** tutarındaki kısmı ise devreden diğer harcamalardan oluşmaktadır. Devreden cihaz yatırımı harcamaları dışındaki toplam **31.465.474 TL** tutarındaki harcama personel istihdamı, cihaz alımları, malzeme ve hizmet alımları, Merkez'de bulunan önemli altyapının zorunlu bakım onarım masrafları ile cari giderlerden oluşmaktadır. Merkez'in diğer yeni temizalan kurulumu ve cihaz yatırımına ilişkin faaliyetlerin gerçekleştirilmesi 2020 ödeneğinin aktarılmamasına bağlı olarak 2021 yılına ertelenmiştir. Şekil 12, ODTÜ MEMS Merkezi'nin 2020 yılı içerisinde yapmış olduğu harcamaların bütçe kalemi bazında dağılımını göstermektedir.



Şekil 12 ODTÜ MEMS Merkezi'nin 2020 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 2020 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 (Tablo 1). Bu farklılığın temel nedeni, bütçe takibinde yer alan tutarların KDV dahil olarak ve amortismanlar düşürülmeden harcama ve tahsilat esaslı hesaplanmış olması ve blokeli harcamaların raporda harcanma olarak görünmemesidir. Diğer taraftan sonlandırılmamış cihaz ve temizalan yatırımları bütçe ve mali tablolara yansımamıştır.
Yönetim Kurulu (YK) onaylı bütçede bulunduğu halde harcama yapılamayan kalemlerle ilgili açıklamalar aşağıda sunulmaktadır.

- Gayrimenkul Mal Bakım Onarım: 2020 yılına ait bütçe transferi gerçekleşmediği için yapılması planlanan yeni temizalan yatırımı sonlandırılamamıştır.
- Cihaz yatırımları için ön siparişler verilmiş ancak bütçe transferi yapılmadığı için sonlandırılamamıştır.
- Lisans ve Patent Başvuruları: Bu kalemle ilgili harcama yapılmamıştır.
- Uluslararası kuruluşlara yapılan ödemeler: Merkez'in yazılım lisanslarına ilişkin üyelik kaydı ile ilgili harcamalar BAP projesinden gerçekleştirilmiştir.

Tablo 1 2020 yılı YK Onaylı ve Gerçekleşen Bütçelerin Karşılaştırılması

Gayrimenkul Mal Bakım Onarım Giderleri	
YK Onaylı Bütçe	198.192 TL
Tüzel 2020 Gerçekleşen Harcama	98.625 TL
Açıklama: Bu kapsamda Merkeze bünyesindeki Mekanik Atölyenin güvenliğini arttırmak ve ısı yalıtımını sağlamak amacıyla pencere ve kapıları yaptırılmış, ana binaya ısı santralinden gelen sıcak su hatları yenilenerek izolasyonu yapılmıştır.	

Gayrimenkul Büyük Onarım Giderleri	
YK Onaylı Bütçe	5.715.792 TL
Tüzel 2020 Gerçekleşen Harcama	498.555 TL
Açıklama: Merkezde kompresör bölgesinde basınçlı kapılar koruma altına alınmış, tavan üstü platform yürüme yolu ve korkuluklar yapılmış, gaz odaları, deiyonize ve nötrolizasyon odaları, acil çıkış kapılarının bakım onarımı yapılmış ve gerekli olanlar yenilenmiştir.	

Görev Giderleri	
YK Onaylı Bütçe	20.000 TL
Tüzel 2020 Gerçekleşen Harcama	9.988 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	847.398 TL
Tüzel 2020 Gerçekleşen Harcama	726.527 TL
Açıklama: Bu başlıkta Yeminli Mali Müşavirlik tam tasdik ve denetim raporu hizmetleri, hukuk danışmanlık hizmeti, ilaçlama ve atık yönetimi, İSG danışmanlığı, kurslara katılım ve eğitim giderleri, etüt-proje ve bilirkişi giderleri, yazılım destek hizmeti, iletişim, taşıt kiralama, yönetici sorumluluk sigortası, diğer hizmet alımları (E-imza, kurumsal kimlik tasarımı vb.) kapsamındaki harcamalar gerçekleştirilmiştir.	

Mamul Mal Alımları	
YK Onaylı Bütçe	4.284.022 TL
Tüzel 2020 Gerçekleşen Harcama *	8.441.433 TL
Açıklama: Merkez temiz alanında 4" InP tabanlı ekipmanlar üzerine ince film kaplamalar gerçekleştirmek amacıyla İnce Fil Kaplama Sistemi, sıcaklığa bağlı olarak elektriksel test ve karakterizasyonu için Açık Devre Kryostat Sistemi, Modüler Potansiyostat/Galvanostat Sistemi alınmıştır. Merkezde yürütülen çalışmalarda kullanılmak üzere tezgah üstü sıcaklık ve nem kabini, sorucemeter cihazı, ısıtıcı tablalar, halihazırda Merkezde bulunan Kryostat sistemi için turbo vakum sistemi alınmıştır. Merkezde acil durumlarda sistemlerin düzgün çalışabilmesi ve sürekli çalışması gereken cihazların elektrik kesintilerinden etkilenmemesi için UPS (kesintisiz güç kaynağı), pompalar alınmıştır. Bilgi teknolojileri altyapısını güçlendirmek için gerekli cihazlar alınmıştır. Personel sayısının artmasına bağlı olarak büro mobilyaları temin edilmiştir. (*) Mamul Mal alımları kalemindeki harcamaların 5.018.042 TL'lik kısmı 24.784.200 TL tutarındaki "2019 Yılı Devreden yatırım siparişleri" kaleminden yapılmıştır. Devreden 5.018.042 TL harcamanın 4.400.000 TL'si laboratuvar cihazı, 618.042 TL'lik kısmı Bilgi Teknolojileri yatırımını kapsamaktadır. Bütçe aşımı olmamıştır.	

Menkul Mal Gayri Maddi Hak Alım Bakım ve Onarım	
YK Onaylı Bütçe	6.698.466 TL
Tüzel 2020 Gerçekleşen Harcama	5.761.848 TL
Açıklama: Bu kapsamda sunucu yedekleme, sanallaştırma yazılımları ile "Lock-in amplifier" cihazı yazılımı, çip ve mikroakışkan modelleme ve simülasyon için COMSOL yazılımı, mikroskop yazılımı, Kurumsal Kaynak Planlama (ERP) ilave yazılımların da dahil olduğu 607.586 TL tutarında bilgisayar yazılım alımları ile 5.154.262 TL menkul mal bakım onarım ve yedek parça alımlarının gerçekleştirilmiştir.	

Temsil ve Tanıtma	
YK Onaylı Bütçe	36.000 TL
Tüzel 2020 Gerçekleşen Harcama	7.734 TL
Açıklama: Öngörülenin altında temsil ve tanıtma harcaması yapılmıştır.	

Tüketime Yönelik Mal ve Malzeme Alımları	
YK Onaylı Bütçe	11.294.940 TL
Tüzel 2020 Gerçekleşen Harcama	11.264.341 TL
Açıklama: Laboratuvar malzemeleri ve kimyasallar, gazlar, kırtasiye ve büro malzemeleri, akaryakıt, yağ (antifriz) ve mazot, temizlik malzemeleri, diğer tüketim malzemeleri ve yiyecek içecek alımları gerçekleştirilmiştir. Toplama dahil olmayan 3.354.048 TL tutarındaki elektrik giderleri ODTÜ tarafından karşılanmıştır.	

Elektrik, Su, Yakıt vb.	2,122,865
Sarf (Lab. Malz., Diğer Tüketim)	8,381,770
Diğer Cari	759,706
Toplam	**11,264,341**

Yolluklar (Yol, harcırah, konferans katılımı v.b.)	
YK Onaylı Bütçe	408.248 TL
Tüzel 2020 Gerçekleşen Harcama	11.428 TL
Açıklama: Sene boyunca etkisini sürdüren pandemiye bağlı seyahat kısıtlamaları nedeniyle yurt dışı ve yurt içi konferans katılımlarına ilişkin harcamalar sınırlı olmuştur.	

Personel	
YK Onaylı Bütçe	10.961.988 TL
Tüzel 2020 Gerçekleşen Harcama	10.404.215 TL
Açıklama: Personel harcamaları öngörülen tutarlara yakın gerçekleştirilmiştir.	

2020 yılına ait YK onaylı bütçe ve tüzel MEMS üzerinden yapılan harcamalar ve elde edilen gelirlerin dağılımı Tablo 2'de sunulmaktadır.

Yeterlik kararında Merkeze aktarılması öngörülen ödeneğin 2017 yılında 5 aylık kısmının tamamı aktarılmıştır. Gerçekleşen Merkez ödeneklerinin, 2018 yılında %92'si, 2019 yılında ise %89'u 6550'den sağlanan ödenektir. Merkez için 2020 yılı ödeneği %79'unun 6550'den sağlanması hedeflenmiştir. Ancak, Merkeze 2020 yılında aktarılması öngörülen ödeneğin aktarılmaması sebebiyle 2019 yılından devreden ödenekler ile proje ödenekleri kullanılmıştır.

Tablo 2 2020 yılı Tüzel MEMS harcama ve gelirleri

Bütçe Kalemleri	2020 YK Onaylı Bütçe (TL)	2020 Gerçekleşmeleri (TL)
Gayrimenkul Mal Bakım Onarım	198.192	98.625
Gayrimenkul Büyük Onarım Giderleri	5.715.792	498.555
Görev Giderleri	20.000	9.988
Hizmet Alımı	847.398	726.527
Lisans ve Patent Başvuruları	210.233	0
Mamul Mal Alımları*	4.284.022	8.441.433
Menkul Mal Gayri Maddi Hak Alım Bakım ve Onarım	6.698.466	5.761.848
Temsil ve tanıtma	36.000	7.734

Tüketime yönelik mal ve malzeme alımları	11.294.940	11.264.341
Uluslararası kuruluşlara yapılan ödemeler	0	0
Yolluklar (Yol, harcırah, konferans katılımı v.b.)	408.248	11.428
Personel	10.961.988	10.404.215
TOPLAM BÜTÇE	**40.675.279**	**37.224.694**
GELİRLER TOPLAMI	**40.731.883**	**12.275.726**
Hizmet Satışı Gelirleri	865.000	1.369.048
Ar-Ge Proje Gelirleri	7.866.883	8.210.547
Faiz Geliri		2.696.131
6550 Ödeneği	32.000.000	0

(*) Mamul Mal alımları kalemindeki harcamaların 5.018.042 TL'lik kısmı 24.784.200 TL tutarındaki "2019 Yılı Devreden yatırım siparişleri" kaleminden yapılmıştır. Bütçe aşımı olmamıştır.

ODTÜ MEMS Merkezi'nin 2020 yılı bilançosu (Tablo 3) aşağıda sunulmaktadır:

Tablo 3 2020 yılı bilanço tablosu

AKTİF HESAPLAR	31/12/2020 DETAY	31/12/2020 TOPLAM	PASİF HESAPLAR	21/12/2020 DETAY	21/12/2020 TOPLAM
1-DÖNEN VARLIKLAR		**41,117,513.90**	**3-KISA VADELİ YABANCI KAYNAKLAR**		**1,957,020.73**
HAZIR DEĞERLER		**29,175,908.28**	**KISA VADELİ İÇ MALİ BORÇLAR**		**0.00**
Banka Hesabı	29,175,908.28		**FAALİYET BORÇLARI**		**494,276.71**
FAALİYET ALACAKLARI		**1,030,426.39**	Bütçe Emanetleri Hesabı	470,864.67	
Gelirlerden Alacaklar Hesabı	1,024,783.50		Diğer Çeşitli Borçlar Hesabı	23,412.04	
Verilen Depozito ve Teminatlar Hesabı	5,642.89		**DİĞER BORÇLAR**		**0.00**
DİĞER ALACAKLAR		**746,410.40**	**ALINAN AVANSLAR**		**1,085,891.42**
Diğer Çeşitli Alacaklar Hesabı	746,410.40		Alınan Sipariş Avansları Hesabı	1,085,891.42	
STOKLAR		**6,584,458.15**	**ÖDENECEK DİĞER YÜKÜMLÜLÜKLER**		**373,204.40**
Diğer Stoklar	6,584,458.15		Ödenecek Vergi ve Fonlar	126,187.30	
ÖN ÖDEMELER		**1,555.80**	Ödenecek Sosyal Güvenlik Kesintileri	241,908.08	
İş Avans ve Kredileri Hesabı	1,555.80		Ödenecek Diğer Yükümlülükler Hesabı	5,109.02	
GELECEK AYLARA AİT GİDERLER VE GELİR TAHAKKUKLARI		**158,478.86**	**BORÇ VE GİDER KARŞILIKLARI**		**0.00**
Gelir Tahakkukları Hesabı	158,478.86		**GELECEK AYLARA AİT GELİRLER VE GİDER TAHAKKUKLARI**		**3,648.20**
DİĞER DÖNEN VARLIKLAR		**3,420,276.02**	Gider Tahakkukları Hesabı	3,648.20	
Devreden KDV Hesabı	3,007,537.36		**DİĞER KISA VADELİ YABANCI KAYNAKLAR**		**0.00**
Peşin Ödenen Vergiler ve Fonlar Hesabı	412,738.66				
2-DURAN VARLIKLAR		**44,117,052.39**	**4-UZUN VADELİ YABANCI KAYNAKLAR**		**4,143,313.69**
FAALİYET ALACAKLARI		**0.00**	**UZUN VADELİ MALİ BORÇLAR**		**0.00**
MADDİ DURAN VARLIKLAR		**40,932,548.86**	**FAALİYET BORÇLARI**		**0.00**
Tesis Makine ve Cihazlar Hesabı	48,195,957.47		**DİĞER BORÇLAR**		**0.00**
Demirbaşlar Hesabı	1,987,588.38				
Birikmiş Amortismanlar Hesabı (-)	-9,321,796.99		**ALINAN AVANSLAR**		**0.00**
Yatırım Avansları Hesabı	70,800.00				
MADDİ OLMAYAN DURAN VARLIKLAR		**913,045.50**	**BORÇLAR VE GİDER KARŞILIKLARI**		**0.00**
Haklar Hesabı	595,497.70		**GELECEK YILLARA AİT GELİR VE GİDER TA.**		**4,143,313.69**
Özel Maliyetler Hesabı	898,026.52		Gelecek Yıllara Ait Gelirler Hesabı	4,143,313.69	
Diğer Maddi Olmayan Duran Varlıklar Hesabı	9,750.00				
Birikmiş Amortismanlar Hesabı (-)	-590,228.72		**DİĞER UZUN VADELİ YABANCI KAYNAKLAR**		**0.00**
GELECEK YILLARA AİT GİDERLER VE GELİR TAHAKKUKLARI		**2,271,458.03**			
Gelecek Yılara ait Giderler	2,271,458.03		**5-ÖZKAYNAKLAR**		**79,134,231.87**
			NET DEĞER		**44,807,576.88**
			Net Değer Hesabı	44,807,576.88	
			YENİDEN DEĞERLEME FARKLARI		**0.00**
			GEÇMİŞ YILLAR OLUMLU FAALİYET SONUÇLARI		**53,202,232.81**
			Geçmiş Yıllar Olumlu Faaliyet Sonuçları He	53,202,232.81	
			GEÇMİŞ YILLAR OLUMSUZ FAALİYET SONUÇLARI (-)		**0.00**
			F-DÖNEM NET KARI VE ZARARI		**-18,875,577.82**
			Dönem Net Olumlu Faaliyet Sonuçları Hesa	-18,875,577.82	
AKTİF (VARLIKLAR) TOPLAMI		**85,234,566.29**	**PASİF KAYNAKLAR TOPLAMI**		**85,234,566.29**

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 2021 yılında harcanması ve muhasebeleşmesi öngörülen devreden siparişler, yansımamıştır. Hazırlanan mali tablolardan Harcamam Kalemi Bazında Dağılımını gösterir tabloda tüm giderler muhasebe standartları gereği KDV hariç olarak hesaplanmıştır. Söz konusu tabloda yine muhasebe standartları gereği nakit harcamaların dışında kalan amortisman vb. giderler de yer almaktadır. Rapor döneminde gelir tablosuna yansıtılan ve ekonomik gider yerlerine göre sınıflandırılan giderlerin toplamı 24.515.522,28 TL, yatırım harcamalarının toplamı 3.046.378,40 TL, sarf edilmemiş stoklarının toplamı ise 6.584.458,15 TL'dir. Söz konusu harcamaların yapılması esnasında 2020 yılında yüklenilen KDV tutarı ise 1.768.769,55 TL olup, bütün bu kalemlerin toplamı, cari yılda yapılan harcamaların toplamına işaret etmektedir. 6550 Sayılı Kanun kapsamında Merkeze önceden aktarılmış olan ödenek dışında olan ve proje kapsamında yapılan harcamaların toplamı 6550 Sayılı Kanun kapsamında araştırma altyapısına aktarılan ödenek dışında olan ve yukarıda belirtilen harcamaların toplamı 5.164.920,57 TL'dir.

3.2. Performans Bilgileri

3.2.1. Proje ve Faaliyet Bilgileri

ODTÜ MEMS Merkezi'nin 31 Aralık 2020 tarihine kadar gerçekleştirdiği projeler ve faaliyetler, araştırma ve yönetim yetkinliklerinin artırılmasına yönelik olmak üzere 2 başlık altında aktarılmaktadır.

3.2.1.1 Araştırma Yetkinliğinin Artırılmasına Yönelik Faaliyetler

ODTÜ MEMS Merkezi, MEMS konusunda yıllardır sürdürülen çalışmalarla edinilen bilgi birikimi, uygulama deneyimi nitelikli kadrosu ve teknokent şirketleriyle beraber oluşturulan ekosistem sayesinde yeterlik alabilmiştir. Bilimsel bilgi birikiminin artırılması için yüksek lisans ve doktora tez çalışmaları ile birlikte diğer akademik kuruluşlarla iş birliği faaliyetleri de yürütülmektedir. Teknoloji geliştirme, yenilik ve ticarileştirme ise sanayi kuruluşları ile yapılan iş birliği projeleri kapsamında gerçekleştirilmektedir.

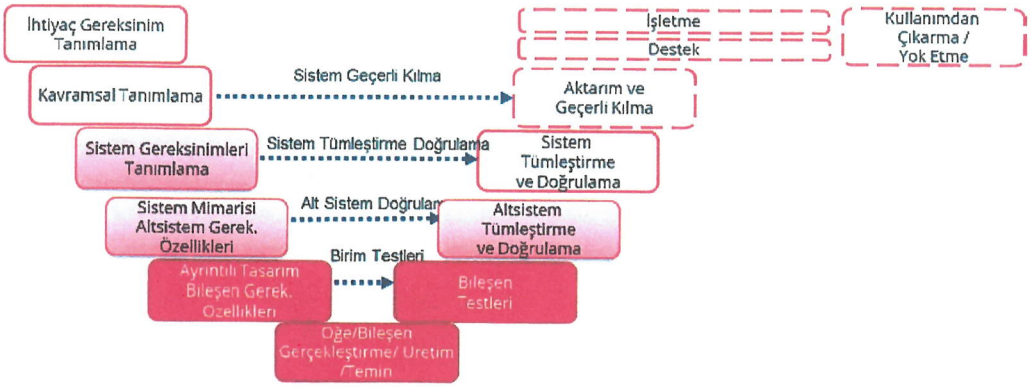
ODTÜ MEMS Merkezinde odaklanılan ArTGe faaliyet konuları; Görüntü Algılayıcılar, Eylemsizlik Algılayıcılar, RF MEMS, Biyo MEMS, Power MEMS, Vakum Paketleme, Tümdevre Tasarım ve Yeni Alanlar olarak belirlenmiştir. Merkez'in araştırma yetkinliğinin daha da iyileştirilmesi için altyapı, bilimsel/teknolojik üretim ve iş birlikleri ile ilgili olarak 2020 yılında gerçekleştirilen çalışmalar aşağıda özetlenmektedir:

3.2.1.1.1. MEMS Araştırma, Geliştirme ve Ürünleştirme:

ODTÜ MEMS Merkezinde araştırma, geliştirme ve ürünleştirmeye yönelik iş birliği faaliyetleri üç ana kategoride yürütülmektedir. Bunlar sanayi sözleşmeli iş birlikleri, ekosistem içindeki teknokent firmalarıyla yapılan iş birlikleri ve diğer iş birlikleridir. Söz konusu kategorilerde iş birliklerinin geliştirilmesi için farklı yaklaşımlar denenmektedir.

Sanayi sözleşmeli iş birliklerinde kullanılan yaklaşımlar

Gereksinimlere göre geliştirme: 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 (Şekil 13).
2020 yılı içinde yürütülen Kuzey Bulucu ve Mikrobolometre Kızılötesi Dedektör Takımı prototipi geliştirme projelerinde "gereksinimlere göre geliştirme yaklaşımı" kullanılmıştır.



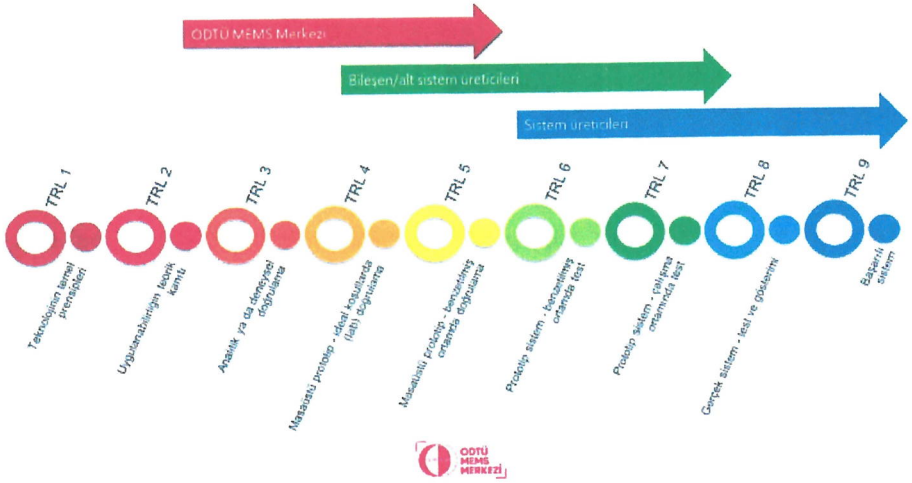
Şekil 13 Gereksinimlere göre geliştirme

Birlikte geliştirme: 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 Ar-Ge destekleri veya iç projeler yürütülmektedir. Ayrıca bu konuda üniversitelerde çalışma yürüten akademisyenler belirlenmekte ve onlarla iş birliği yapılarak çalışmalar sürdürülmektedir. 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 katılımlı toplantılar düzenlenmekte ve yapılan ön çalışmalarda elde edilen sonuçlar sanayi kuruluşları ile paylaşılmaktadır. Daha sonra her bir sanayi kuruluşunun Ar-Ge ekipleri ile görüşülerek onların mevcut problemleri belirlenmektedir. Bu problemlere yönelik gerekli hazırlıklar (simülasyon, ön inceleme, ölçüm vb.) yapılarak geliştirilmesi öngörülen teknolojilerin onlar için ne ölçüde çözüm olacağı belirlenmektedir. Daha sonra teknoloji hazırlık seviyesinin 3'den 6'ya çıkarılması için sonra ortak bir çalışma planlanmaktadır.

Ekosistem içindekiTeknokent firmalarıyla yapılan iş birliklerinde kullanılan yaklaşımlar

ODTÜ MEMS Merkezinde 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, iş birliği yapılan firmaların çalışmaları kapsamında oluşturulmaktadır. Bu kapsamda, bilginin ürüne dönüşmesi Şekil-14'te gösterilmiştir.

Bilginin Ürüne Dönüşmesi



Şekil 14 Bilginin ürüne dönüşmesi

Hizmet kapsamındaki iş birliği yaklaşımları

Bütün bunlara ek olarak Merkezde eğitim, danışmanlık, mikrofabrikasyon hizmetleri de verilmektedir. Bu kapsamda 2020 yılı içinde;

- TAI TUSAŞ için elektro optik konusunda danışmanlık hizmeti verilmeye başlanmıştır.
- TÜBİTAK SAGE'nin siparişi üzerine mikro çip üretimi yapılmış ve elektronik kart için wirebonding (tel dikişi) hizmetleri verilmiştir.

3.2.1.1.2. 2020 yılı içinde yapılan proje başvuruları

Merkez'in faaliyet alanındaki teknolojilerin THS seviyesini artırmak için hem üniversitelerle hem de sanayi kuruluşlarıyla iş birlikleri geliştirilmektedir. 2020 yılı içerisinde aşağıda belirtilen proje başvuruları gerçekleştirilmiştir.

1. *3-5 mikrometre Dalgaboylarında çalışan Gasb/Alsb/Inas T2SL Çift Renkli Dedektör Teknolojisinin Geliştirilmesi – Dr. Selçuk Özer (TÜBİTAK 1001)*

   TÜBİTAK 1001 Programı 2020 çağrısına başvurusu yapılan ve Dr. Selçuk Özer'in yürütücülük görevini üstlendiği proje önerisi için destekleme kararı çıkmış olup, projenin 2021 yılının ilk çeyreğinde başlaması öngörülmektedir.

2. *MEMS Tabanlı Dokunmalı Alkol Tespit Sistemi Geliştirme Projesi-Faz 1 – Prof. Dr. Hakan Altan (TOGG)*

   Türkiye'nin Otomobili Girişim Grubu (TOGG) tarafından MEMS Tabanlı Dokunmalı Alkol Tespit Sistemi Geliştirmesi talebinde bulunulmuştur. Proje, Faz-1 Teknolojik Gösterim, Faz-2 Geliştirme ve Doğrulama ve Faz-3 Seri Üretim olmak üzere üç fazdan oluşmaktadır. Merkez, TOGG otomobilleri için Dokunmalı Alkol Tespit sisteminin geliştirilmesini kapsayan ilk faz olan ve Laboratuvar Prototipi ile teknolojik olarak yapılabilirliğinin gösterileceği Faz-1

için 23/11/2020 tarihinde TOGG'a Teklif Dokümanı'nı iletmiştir. Projenin 2021 yılının ilk çeyreğinde başlaması öngörülmektedir.

3. *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 için desteklenme kararı çıkmış ve 2021 yılının ilk çeyreğinde başlaması öngörülmektedir.

4. *Novel 3D heterogeneous (SiP) components enabled through high performance materials for safer,smarter and greener transport and more secure society (SMARTSEC) – Prof. Dr. Tayfun AKIN (H2020)*

   SMARTSEC projesi THALES SA koordinatörlüğünde Avrupa Birliği H2020 Programı kapsamında "H2020-NMBP-LC-SPIRE-08-2020" çağrı başlığına 5 Şubat 2020'de sunulmuş olup, proje Avrupa Komisyonu tarafından desteklenmemiştir.

5. *Nano-scale Development of Plasmonic Amplifiers Based on 2D Materials (PLASNANO) – Prof. Dr. Hakan Altan (H2020)*

   PLASNANO projesi THALES SA koordinatörlüğünde Avrupa Birliği H2020 Programı kapsamında "FETOPEN-RIA-2020.01" çağrı başlığına 3 Haziran 2020'de sunulmuş olup, proje Avrupa Komisyonu tarafından desteklenmemiştir.

6. *Optical portable diagnostic devices for detection of viruses (OptiDiagnoVirus) – Prof. Dr. Tayfun Akın (H2020)*

   OptiDiagnoVirus projesi Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN) koordinatörlüğünde Avrupa Birliği H2020 Programı kapsamında "FETOPEN-RIA-2020.01" çağrı başlığına 3 Haziran 2020'de sunulmuş olup, proje Avrupa Komisyonu tarafından desteklenmemiştir.

3.2.1.1.3. 2020 yılı içinde başlayan ve devam eden projeler

1. *Meta-Malzeme Destekli Birleşik Etkin Ortam Katman Yapılan Soğurucu Olarak Terahertz Mikrobolometre Teknolojisi İçin Geliştirilmesi-Prof. Dr. Hakan Altan (Tübitak-1001)*

   01/07/2020 tarihinde başlayan bu proje ile, metamalzeme ve yenilikçi ince film malzemelerin kullanıldığı özgün terahertz mikrobolometre sensör geliştirilecektir. Projenin ilk 12 aylık döneminde THz mikrobolometre sensöründe kullanılacak ince film katmanların üretimi ve karakterizasyon çalışmaları sürdürülecektir. İleriki dönemde ise etkin ortam filmlerin üretimi ve karakterizasyon çalışmaları ile tek piksel sensör geliştirme çalışmaları gerçekleştirilecektir.

2. *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 taktirde, birçok sisteme entegre edilmesi öngörülmektedir. Sözleşme 18.10.2019 tarihinde imzalanmıştır. 2020 yılında, tasarımı tamamlanan "ilk versiyon" MEMS duyarganın prototip üretim çalışmaları, alımlar ve terazili platformun tasarımı çalışmaları devam etmiştir. İlk prototipin üretim sürecinde karşılaşılan sorunları aşmak amacıyla üretim süreçlerinde yapılan iyileştirmeler ve değişikliklerin etkileri incelenmektedir.

3. *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 Ön Tasarım Aşaması 2020'de tamamlanmış ve Kritik Tasarım aşamasına geçilmiştir. Proje kapsamında piksel seviyesinde mikrobolometre dedektörlerin tasarımları tamamlanmış ve tasarım doğrulamaları gerçekleştirilmiştir.

4. *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)*

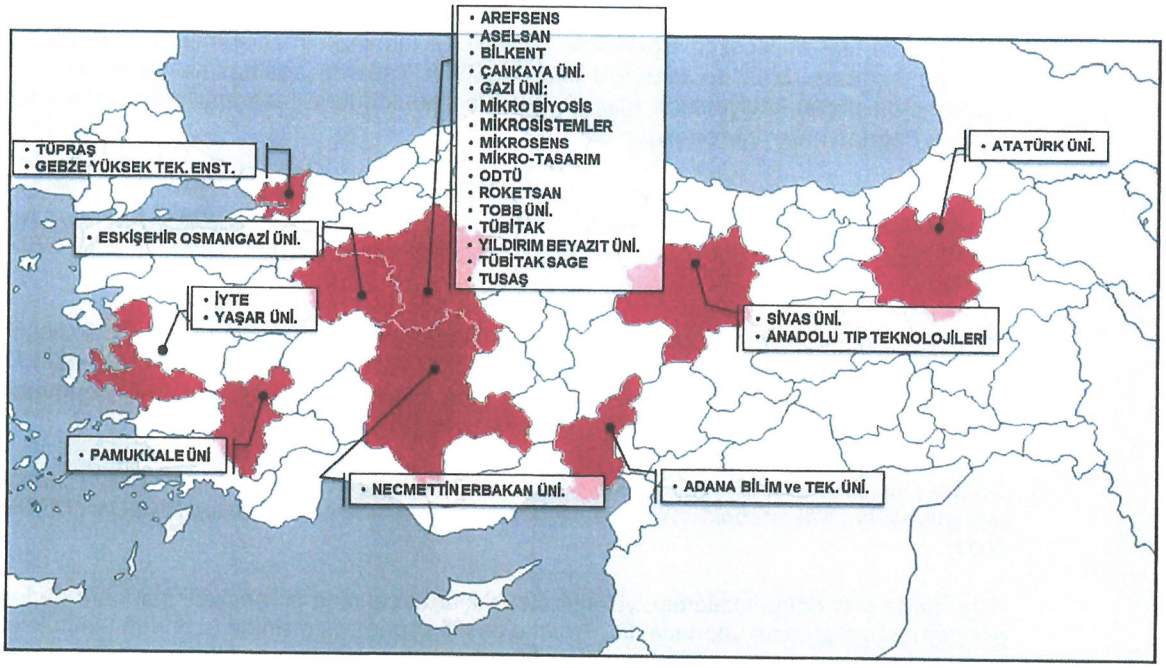
   TÜBİTAK 1001 Programı kapsamıında, 15/06/2020 tarihinde projenin başlangıç sözleşmesi imzalanmış olup, yürütücülük görevini ODTÜ MEMS Merkezi İcra Komitesi Üyesi olan *Prof. Dr. Haluk Külah* üstlenmiştir. Projenin ilk altı aylık dönemi herhangi bir sorun yaşanmadan tamamlanmış olup, proje başarılı bir şekilde devam etmektedir.

5. *3-5 µm Dalgaboylarında Çalışan Gasb/Aisb/Inas T2sl Bariyot Dedektörün Yapay Potansiyel Hesaplamaları, Mikrofabrikasyonu ile Karakterizasyonu – Prof.Dr. Yüksel ERGÜN (TÜBİTAK 1001)*

   Bu projede orta dalga kızılötesi, yüksek sıcaklıklarda çalışma potansiyeli bulunan, dedektör geliştirmesi çalışmaları yapılacaktır. Projede çeşitli süperörgü dizinleri üzerinde elektriksel ve optik karakterizasyon çakışmaları bu amaca uygun olarak sürdürülmektedir. Özellikle pasivasyon çalışmalarında epeyce deneyim kazanılmıştır.
   N-Structure T'SL grubumuz tarafından literatüre kazandırılmış özel bir T2SL süper örgü dizinidir. Yapılan çalışmalarımız 100'e yakın SCI dergilerde atıf almıştır. Bu çalışma ile N-Structure yapısının nBn ve pBb yapılarıyla birleştirilerek yüksek sıcaklık limitleri arttırılmaya çalışılacaktır.
   Proje kapsamında 2020 yılında, dedektör epikatman yapılarının tasarımı tamamlandı. Bu yapılar yurt dışında ürettirildi ve teslim alındı. Ayrıca dedektör proseslerinin aşındırma çalışmaları yapıldı. Test dedektörlerinin üretimine yönelik çalışmalar yürütülüyor. Önümüzdeki dönemde test dedektörleri ve sonrasında termal görüntü almaya yönelik sensör dizinleri üretimi gerçekleşecek. Projenin gelişme raporu TÜBİTAK'a sunulmuş ve TÜBİTAK tarafından onaylanmıştır.

3.2.1.1.4. Hizmetler

2020 yılında, TÜBİTAK SAGE, ROKETSAN, teknokent firmaları, ODTÜ, Atatürk Üniversitesi ve TUSAŞ gibi kurum ve kuruluşlara hizmet verilmiştir. Aşağıdaki şekilde ODTÜ MEMS Merkezi'nin yeterlik almasından bu yana hizmet sunduğu kurum ve kuruluşların bilgileri verilmektedir.



Şekil 15 ODTÜ MEMS Merkezi'nin hizmet sunduğu kurum ve kuruluşlar

3.2.1.1.5. Yayınlar

ODTÜ MEMS Merkezinde görev yapan araştırmacı ve akademisyenler tarafından 2020 yılında gerçekleştirilen bilimsel çalışmalar ile çeşitli dergilerde 13 adet makale, 6 adet bildiri yayınlanmış olup, bunların listesi aşağıda verilmektedir.

1. G. Demirhan ve T. Akın, "Resonance-Based Temperature Sensors using a Wafer Level Vacuum Packaged SOI MEMS Process," Advanced Materials Letters, 10.5185/amlett.2020.011462
2. K. Azgın, T. Köse ve O. Kaya, "A Dual-Resonator Temperature Sensing Approach With Time Base Error Suppression," IEEE Sensors Journal, 10.1109/JSEN.2019.2943289
3. D. Gökçen, İ. Bozyel ve Y. Şekertekin, "A Flexible and Low-Cost Tactile Sensor Produced by Screen Printing of Carbon Black/PVA Composite on Cellulose Paper," Sensors MDPI, 10.3390/s20102908
4. T. Akın, "Low-Cost LWIR-Band CMOS Infrared (CIR) Microbolometers for High Volume Applications," 33rd IEEE International Conference on Micro Electro Mechanical Systems, MEMS 2020, 10.1109/mems46641.2020.9056383
5. Aydemir ve T. Akın, "Self-Packaged Three Axıs Capacıtıve Mems Accelerometer," 33rd IEEE International Conference on Micro Electro Mechanical Systems (MEMS), 10.1109/mems46641.2020.9056192
6. T. Akın, M. Y. Tanrıkulu, A. K. Okyay, O. Akar ve A. Saraç, "Realization of Single Layer Microbolometer Detector Pixel Using ZnO Material," IEEE Sensors Journal, 10.1109/jsen.2020.2992991
7. H. Külah, E. Yıldırım, A. C. Atik, M. D. Özkan ve Ebru Öztürk, "Modeling and fabrication of electrostatically actuated diaphragms for on-chip valving of MEMS-compatible microfluidic systems," Journal of Micromechanics and Microengineering, 10.1088/1361-6439/aba16f
8. K. Azgın ve E. Şimşek, "MEMS Resonant Temperature Sensing with Variable Coupling Stiffness and Improved Sensitivity," IEEE, 10.1109/IFCS-ISAF41089.2020.9234946
9. K. Azgın ve E. Şimşek, "A MEMS Based Lens Microscanner for Resolution Enhancement of Infrared Imaging Systems," IEEE, 10.1109/SENSORS43011.2019.8956944
10. D. Gökçen ve E. Gül, "Active Memristive Layer Deposition via Mn(II)-Assisted Anodic Oxidation of Titanium," ECS Journal of Solid State Science and Technology, 10.1149/2162-8777/ab9519
11. M. S. Hanay, E. Orhan, M. Yüksel, A. B. Ari, C. Yanik, U. Hatipoğlu ve A. M. Yağcı, "Performance of Nano-Electromechanical Systems as Nanoparticle Position Sensors," Frontiers in Mechanical Engineering, 10.3389/fmech.2020.00037
12. H. C. Tekin, "Magnetic Susceptibility-Based Protein Detection Using Magnetic Levitation," Analytical Chemistry, 10.1021/acs.analchem.0c02479
13. T. Akın, Y. E. Kalay ve O. Temel, "Wafer-Level Low-Temperature Solid-Liquid Inter-Diffusion Bonding With Thin Au-Sn Layers for MEMS Encapsulation," Journal of Microelectromechanical Systems, 10.1109/JMEMS.2020.3040039
14. H. Külah, A. Muhtaroğlu ve S. Chamanian, "A Self-Adapting Synchronized-Switch Interface Circuit for Piezoelectric Energy Harvesters," IEEE Transactıons On Power Electronıcs, 10.1109/tpel.2019.2910410
15. H. Külah, Z. Çağlayan ve Y. Demircan Yalçın, "Examination of the Dielectrophoretic Spectra of MCF7 breast Cancercells and Leukocytes," Electrophoresis, 10.1002/elps.201900374
16. H. Külah, M. Okan, D. Çetin ve E. Bat, "A comparative study on EpCAM antibody immobilization on gold surfaces and microfluidic channels for the detection of circulating tumor cells," Colloids and Surfaces B: Biointerfaces, 10.1016/j.colsurfb.2020.110808
17. H. Külah, Ö. Zorlu, E. Özgür, N. A. Erkal, M. Okan ve B. Şen Doğan, "Enhancement of the Start-Up Time for Microliter-Scale Microbial Fuel Cells (mu MFCs) via the Surface Modification of Gold Electrodes," Micromachines, 10.3390/mi11070703
18. H. Külah, Y. Demircan Yalçın ve Z. Çağlayan, "A Prominent Cell Manipulation Technique in BioMEMS: Dielectrophoresis," Micromachines, 10.3390/mi11110990

19. H. Külah, E. Yıldırım, E. Özgür, A. C. Atik, M. K. Aslan ve M. D. Özkan, "Droplet based cell screening system integrated with CMOS image sensor and android-based application," 21st International Conference on Miniaturized Systems for Chemistry and Life Sciences, MicroTAS 2017

3.2.1.1.6. Katılım Sağlanan ve Düzenlenen Ulusal ve Uluslararası Etkinlikler

ODTÜ MEMS Merkezinde 2020 yılında MEMS teknolojilerine yönelik uluslararası ve ulusal etkinliklere katılım sağlanmıştır. Merkez tarafından 2020 yılında 3 etkinlik düzenlenmiş olup, bu etkinliklere 10 kişi uluslararası olmak üzere toplamda 149 kişi katılım sağlamıştır. Ancak, Mart ayında başlayan ve tüm dünyayı etkileyen Kovid-19 salgını nedeniyle yapılması öngörülen pek çok etkinlik iptal edildiğinden katılımlar sınırlı kalmıştır.

Katılım Sağlanan Etkinlikler

Uluslararası kongre/konferanslar:

- MEMS 2020, The 33rd IEEE International Conference on Micro Electro Mechanical Systems, 18-22 Ocak 2020.
- 2020 Joint Conference of the IEEE International Frequency Control Symposium and International Symposium on Applications of Ferroelectrics (IFCS-ISAF), 19-23 Temmuz 2020.
- International Conference On Natural Sciences And Technologies, Baku, Azerbaijan, 20-22 Ağustos 2020.

Uluslararası diğer etkinlikler:

- National Research Council Canada (NRC) ile ODTÜ- MEMS Merkezi ile işbirliği konularında yapılacak toplantıya katılım"Turkey-Taiwan Electronics and Optoelectronics Semiconductor" Forumu, 23-24 Ocak 2020.
- 9th International Workshop on Terahertz Technology and Applications, 3-4 Mart 2020.

Ulusal kongre/konferanslar:

- 32. Ulusal Kimya Kongresi, 17-19 Eylül 2020.

Düzenlenen Etkinlikler:

Ulusal diğer etkinlikler:

- Elektro-Optik Sistem Teknik Süreç Yönetimi, Milli Muharip Uçak Geliştirmesi (TF_X) Projesi için Elektro-Optik Sistem geliştirilmesi çalışmaları hakkında eğitim ve danışmanlık, 31 Ocak-09 Mart 2020.
- RF-MEMS ve mm-dalga Teknolojileri ve Uygulamaları Çalıştayı, 29 Eylül 2020.
- H2020 Green Deal, 13 Kasım 2020.

3.2.1.1.7. 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 2020 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 geçekleştirilen faaliyetlerin entegre bütünleşik bir veri tabanı üzerinden yönetilerek doğru planlama ile kurum kaynaklarının verimli kullanımının sağlanması amacıyla Kurumsal Kaynak Planlaması Yazılımı (ERP) alımı devreye alınmıştır. 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 ürünüyle birlikte kullanıma açılmıştır. Proje kapsamında uyarlanan ve kullanıma açılan modüller aşağıda belirtilmektedir:

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

İdari ve Mali İşler Birimi tarafından yürütülen proje, belirlenen takvim çerçevesinde Ekim 2019 tarihi itibariyle ilgili birimlerin katılımıyla analiz aşaması tamamlanarak yıl sonuna kadar test edilerek iyileştirilmiştir. Tüm sistem Ocak 2020 tarihi itibariyle ise canlı olarak kullanılmaya başlanmıştır. Bu şekilde tüm muhasebe ve bordro kayıtları da kurum içinde tutulmaya ve kurum için talep ve onay işlemleri 6550 sayılı kanun kapsamındaki Satın Alma ve İhale yönetmeliği, Bütçe ve Muhasebe Yönetmeliği ile ODTÜ MEMS Merkezi satın alma süreçleri Flow modülüne uyarlanarak elektronik ortamda gerçekleştirilmeye başlanmıştır. İş akışları ve mevzuat gereği Merkez tarafından kullanılan tüm formlar uyarlama ile sistem üzerinden oluşturulabilir hale gelmiştir.

J-GUAR'ın personelin özlük işlemlerini (izni, bordro vb.) sistem üzerinden gerçekleştirebilmesi amacıyla için uyarlanan HR Self Service modülü ise son düzenlememeler yapılarak kullanıma açılmaya hazır hale gelmiş, HR Self Service Modülünün bir üst sürümünün kullanıma açılmasıyla mevcut uyarlamalar bu yeni sürüme aktarılmış ve test edilmiştir. HR Self Service modülünün Personel Geçiş Sistemi (PGS) ile entegrasyonu ayrıca sağlanmıştır.

Mevzuat gereği ODTÜ MEMS Merkezinin 2020 yılının başından itibaren e-fatura mükellefi olmasıyla birlikte Logo Yazılımın e-dönüşüm modülleri devreye alınarak kullanıma açılmıştır.

Kurumsal Kaynak Sistemi süreç yönetim modülüyle birlikte 2020 yılı için Merkeze önemli faydalar sağlamıştır. Malzemeden başlayan, satın alma, bütçe, muhasebe ve insan kaynaklarına ilişkin tüm veriler izlenebilir, denetlenebilir ve raporlanabilir hale gelmiştir. Pandeminin etkisini sürdürdüğü ve uzaktan çalışmanın söz konusu olduğu dönemlerde gerçekleştirilen idari ve mali işlemlerin elektronik ortamda gerçekleştirilmesi Merkez faaliyetlerinin aksamdan yürütülmesi yönünden önemli bir fayda sağlamıştır. Akış (flow) uyarlamasıyla birlikte süreçlerdeki kontrol ve onayların da tamamen bilgi ve iletişim altyapısı üzerinde yürütülmesi gerçekleştirilmiştir.

Personel Geçiş Sistemi (PGS) Kullanımı Ve İyileştirilmesi : ODTÜ MEMS Merkez'inde 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 bulunduğunun belirlenmesi, personelin giriş çıkış saatlerinin takip edilmesi ve buna bağlı olarak puantaj hesaplamalarının yapılmasını sağlamak için yazılım ve donanımıyla birlikte gerçekleştirilmiş olan Personel Geçiş Sistemi (PGS) 2020 yılı içinde kullanılmaya devam edilmiştir. Kullanım sonucu donanımda ve yazılımda iyileştirmeler yapılmıştır.

KVKK (Kişisel Verileri Koruma Kanunu) Projesi: Merkezde gerçekleştirilen tüm faaliyetlerin KVKK'na uyumlu hale gelmesi ve kanun gereği VERBİS-Veri Sorumluları Sicil Bilgi Sistemine kaydın gerçekleştirilmesi amacıyla İnsan Kaynakları Biriminin koordinasyonunda Hukuk Müşavirliği ile birlikte Kişisel Verilerin Korunması Kanunu Uyumluluk Projesi yürütülerek tamamlanmıştır. Söz konusu proje aşağıda yer alan ve ayrıntıları verilen fazlarda yürütülmüş olup uygulanma aşamasına geçilmiştir,

- Faz 1: Kişisel Veri Envanterinin Çıkarılması ve İlgili Süreçlerin Tespiti
  Merkeze ait Veri Envanterinin çıkarılması amacıyla, Merkezdeki tüm birimler ile görüşmeler gerçekleştirilmiş; her bir birime özel iş ve kişisel veri akış süreçleri tespit edilmiştir. Bu kapsamda birimlerle ikincil görüşmeler ve takip edici nitelikte yazışmalar yapılmıştır.
- Faz 2: Kişisel Veri Envanteri ve Süreçlerin Hukuki Analizi, Mevzuata Uyumluluğun Tespiti ve Risklerin Belirlenmesi
  Bu fazda temel olarak ortaya çıkan Veri Envanterinin hukuki düzenlemelere uygun olup olmadığı, kişisel veriler mevzuatının gerekliliklerine uyum durumu her bir kişisel veri süreci hakkında Veri Envanter ile ara rapor hazırlanmıştır. İlgili raporda hukuki dokümanların ve sözleşmelerin (aydınlatma metinleri, açık rıza metinleri, ek KVKK taahhütleri gibi) neler olduğuna yer verilmiştir.
- Faz 3: Mevzuata Uyumluluk için Yol Haritasının Belirlenmesi
  Bu fazda, ikinci fazın sonunda teslim edilen içeriğinde uygulanacak aksiyonların bulunduğu Veri Envanteri ve ara rapor hakkında ilgili birimlerle toplantılar yapılmış ve birimlere bilgi verilecek ve birimlerden gelen geri dönüşler değerlendirilmiştir.
  Merkezin yapısına uygun çözümler üzerinde mutabakat sağlanıp yazılı bir aksiyon planı hazırlanmıştır.
- Faz 4: Projenin Sonlandırılması ve Doküman ve Rapor Teslimi
  Proje kapsamında, Veri Envanterine dayalı olarak mevcut durum, hukuka uygunluk ve süreçlerin veri işleme kapsamında ne yönde işletildiği, planlanması gereken eylemler, bu eylemlere ilişkin ilgili birimlerde gerçekleştirilen uygulama değişiklikleri açıklandığı bir Nihai Rapor hazırlanmış ve bu faz sonunda Nihai Rapor ile birlikte Veri Envanterinin nihai hali oluşturulmuştur.
  Eylem planı içerisinde, Raporla uyumlu olarak gerekli hukuki dokümanlar ve sözleşmeler (aydınlatma metinleri, açık rıza metinleri, ek KVKK taahhütleri gibi) tarafımızca hazırlanmıştır.
  Merkez Veri Sorumluları Siciline kayıt işlemi 23.11.2020 tarihinde gerçekleştirmiştir.

ODTÜ MEMS adına Yetkilendirilmiş Yükümlü Sertifikası Temini: İthalat işlemlerinde bazı avantajlardan yararlanılabilmesi amacıyla Yetkilendirilmiş Yükümlü Sertifikası başvurusu yapılarak temin edile sertifika 2020 yılı içinde kullanılmaya devam edilmiştir. Özellikleri nedeniyle Merkezin yurt dışından temin etmek durumunda kaldığı malzemelerin ithalatı sırasında aşağıdaki avantajları sağlayan sertifika zaman, işgücü ve iş çıktıların ilişkin kayıpların önüne geçmiştir.

- 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, 30 Haziran 2012 ve 28339 sayılı Resmi Gazetede yayınlanan 6331 sayılı "İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu" ve 4857 sayılı İş Kanunu hükümlerine ve bu Kanunlara göre yayınlanan ve yayınlanacak olan yönetmelikler çerçevesinde İSG faaliyetlerini sürdürmektedir. Bu kapsamda 2020 yılında gerçekleştirilen faaliyetler aşağıda listelenmektedir:

- Merkezde kompresör bölgesinde tavan üstü platform yürüme yolu ve korkuluklar yapılmıştır.
- Kimyasal maruziyetten korunma kapsamında gaz odaları ve deiyonize/nötralizasyon odalarının kapılarının revizesi/yenilenmesi çalışmaları tamamlanmıştır.
- Tüm çalışanlar için gerekli İSG eğitimleri verilmiştir.
- Acil Durum Eylem Planı (AEP) revize edilmiş, acil durum "Yangın Tatbikat ve Tahliye Planı", ziyaretçi krokisi hazırlanmıştır.
- Acil durum tatbikatının yapılabilmesi için tahliye planına göre acil çıkış işaretlerinin konulacağı yerler tespit edilmiş, malzeme ihtiyacı temin edilmiş ve montaj çalışmaları tamamlanmıştır.
- Yangın söndürücüler için tehlike ve çalışma bölgelerine göre sayı ve yerleri revize edilmiş olup, yönetmeliklere uygun olarak yerleştirilmiştir.
- İş ekipmanlarına yönelik gürültü, ısı, nem, gaz ve toz ölçümleri gibi periyodik ölçüm faaliyetleri için ölçüm yerleri belirlenmiştir.

Merkez Network Altyapısı ile İlgili Çalışmalar: ODTÜ'de bulunan farklı lokasyonlar ile VPN erişimi yapılmaktadır. Farklı amaçlarla kullanılan bilgi teknolojileri 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. Kablolu ve kablosuz altyapılarda iyileştirilmeler sağlanmıştır. Merkez'in BT ve network mimarisi yeniden gözden geçirilerek VLAN'lar yeniden yapılandırılmıştır. Kovid-19 salgını nedeniyle alınan önlemler kapsamında uzaktan çalışma sistemi için gerekli altyapı ve kurallar oluşturulmuştur. Kablosuz ağ altyapısı genişletilmiştir.

Merkez Sistem Altyapısı ile İlgili Çalışmalar: Merkez'in IT altyapısında ihtiyaç duyulan sunucu servisleri devreye alınmıştır. E-posta, e-posta güvenlik duvarı, DNS, TOSP, web, kimlik doğrulama, dosya paylaşım servisleri, lisans sunucuları, yazılım güncelleme servisleri, kurumsal kaynak kullanım programları, anti virüs sunucusu, güvenli çıktı sunucusu, kimlik doğrulama ve dosya paylaşım sunucuları gibi BT hizmetleri verilmeye devam etmiştir.
Merkez'de Domain yapısı ve LDAP kimlik doğrulama sistemiyle personel kimlik doğrulama sistemi hizmet vermektedir. Merkez bünyesindeki sunucuların tümünde sanallaştırma yönetim ve yedekleme yazılımları kullanılmaktadır. Veri yedekleme ve depolama sistemi kapasitesi artırılmıştır. Yedekli çalışan DNS sunucuları üzerinden hizmet verilmektedir. Sistem odası sunucu altyapısında depolama disk ünitesi ve sanallaştırma alt yapılarında güvenlik güncellemeleri ve ihtiyaç durumlarına göre ayarlamalar ile dosya paylaşım platformlarıyla ilgili geliştirmeler yapılmıştır. Kurumsal bilişim teknolojileri politikaları yeniden gözden geçirilmiştir. IT servisleri ile ilgili test çalışmaları tamamlanmıştır.
Yedekleme sistemiyle ilgili mevcut sisteme ek olarak tape backup sistemine geçme çalışmaları sürdürülmüştür.

Yazılım ve Donanımlar ile İlgili Çalışmalar: Merkez'in antivirüs sistemi yazılımı güncellenmiştir. E-posta sunucusu yazılımı güncellenmiştir. E-posta güvenlik duvarı yazılımı güncellenmiştir. Tasarım laboratuvarlarında kullanılan yazılımların güncellenmesi, lisanslarının yenilenmesi, kullanıcı hesap yetki işlemlerinin düzenlenmesi yapılmıştır. Temizalan 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 yönetimsel öneme sahip yazılımların güncellemeleri ve kuralları gözden geçirilmiştir. Kullanıcıların ihtiyaç duyduğu bilgisayar, iş istasyonu ve monitör gibi donanımların etkin şekilde karşılanması konusunda gerekli çalışmalar yapılmıştır. Tüm bilgisayarlarda ihtiyaç duyulan yazılımlar yüklenerek güncellemeleri yapılmıştır. VPN üzerinden kullanıcıların uzaktan çalışabilmeleri ve kurumsal kaynaklara erişebilmeleri için gerekli tüm altyapı çalışmalar tamamlanmıştır. İhtiyaç duyulan lisanslı yazılımların test ve kurulumları aşamasında destek verilmektedir. Kamera sistemi ile ilgili kapsam ve yedekleme alanıyla ilgili genişletme çalışmaları devam etmektedir. Seminer salonunda bulunan projeksiyon cihazı yenilenmiştir.

Kovid-19 Pandemisi Kapsamında Yapılan Uygulamalar: ODTÜ MEMS Merkezi, Kovid-19 pandemisinin ülkemizde etkisini göstermeye başlamasıyla tesis içinde önlemler alınmaya başlanmış ve yapılması gerekenler çalışanlara duyurulmuştur. Bu kapsamda yapılan başlıca faaliyetlerden aşağıda sıralanmaktadır:

- Pandeminin etkisini gösterdiği dönemde Kovid-19 Acil Eylem Planı hazırlanarak uygulamaya alınmıştır.
- Kişisel hijyen, sosyal mesafe, maske ve hastalık belirtisi konusunda çalışanların alacağı önlemler belirlenmiş, Merkeze asılan afişler vasıtasıyla tüm personele duyurulmuştur.
- Giriş-çıkış ve ortak alanlarda; düzenli temizlik ve dezenfeksiyon yapılmış, klimalar çalıştırılmamış, ortak alanlarda sosyal mesafe uygulanması ve maske takılması zorunluluğu getirilmiş, el dezenfektanlarının herkesin kolaylıkla ulaşabileceği alanlarda bulundurulması sağlanmıştır. Bu kapsamda bilgilendirme ve uyarı amaçlı posterler asılmıştır.
- Temizalan kullanımı ile ilgili olarak; temizalan kullanım öncesi ve sonrasında uyulacak kurallar belirlenerek duyurulmuş ve temizalanda kullanıcı sayısının sosyal mesafeyi koruyacak şekilde sınırlandırılması uygulamaları hayata geçirilmiştir.
- Kargo ve ziyaretçilere ilişkin önlemler kapsamında; Merkez adına gönderilen kargo paketlerinin dezenfekte edilip kullanım öncesi bekletilmesi, kişisel kargoların Kabul edilmemesi, ziyaretçi kabul edilmemesi ve toplantıların elektronik ortamda yapılması sağlanmıştır.
- İşyeri hekimi tarafından; Kovid-19 hakkında genel bilgiler, hastalık belirtileri, bulaşma, tedavi ve korunma yöntemleri, yaygın ve yanlış öneriler ve geleceğe ilişkin tahminler konularında Merkez personeline bilgilendirme sunumları yapılmıştır.
- Merkez personelinin birçoğu 17 Mart-8 Haziran 2020 tarihleri arasında evden çalışmaya başlamış ve bu kapsamda Merkeze uzaktan erişim sağlanmıştır.
- 8 Haziran 2020 tarihinde normalleşme sürecine geçildiğinde; tesise girişte alınacak önlemler, virüs yayılmasına karşı önlemler, temizalan ve diğer laboratuvarlarda yapılacak uygulamalar, ofislerde alınacak önlemler ve yeni oturma düzeni, toplantı salonlarının kullanımına ilişkin uygulamalar, yemek salonu, mescit, çay ocağı, lavabo gibi toplu olarak kullanılan alanlarda alınacak önlemler ile genel temizlik kuralları konularında bilgilendirmeler yapılmış ve afişler asılmıştır.

Kovid-19 kapsamında yukarıda sıralanan önlemlerin yanında tüm tesis dezenfekte edilmiş ve belirti gösteren ya da virüs taşıma şüphesi olan kişilere Merkez bünyesinde PCR testi uygulanmıştır. Ayrıca, hastalığı atlatan personel tesise döndüğünde iş başı yapmadan önce COVID-19IgG/IgMHızlı (antikor) testi uygulaması da yapılmıştır. Pozitif çıkan personel işbaşı yaptırılmamıştır.

3.2.2. Performans Sonuçları Tablosu

ODTÜ MEMS Merkezinin son üç yıllık proje performans verileri tablo 5'te verilmektedir. Merkez'de 2020 yılında aktif olarak yürüyen 8 adet proje bulunmaktadır. Bunun yanı sıra 3 proje 2020 yılında başlamış olup, aktif projelerin toplam bütçesi 18.461.000 TL'ye yükselmiştir.

Tablo 4 ODTÜ MEMS Merkezinde Yürüyen Projelere İlişkin Veriler

Ölçülebilir Göstergeler	2017	2018	2019	2020
Yeni Proje Sayısı	0	1	4	3
Yeni Proje Bütçesi (Bin TL)	0	75	16.744	2.164
Aktif Proje Sayısı	4	5	6	8
Aktif Projelerin Yıllık Geliri (Bin TL)	2.496	232	0	8.211
Aktif Projelerin Toplam Bütçesi (Bin TL)	14.221	14.296	16.744	18.461
Kamu Destekli Aktif Proje Sayısı	3	4	5	7
Kamu Destekli Aktif Proje Geliri (Bin TL)	2.169	232	0	5.062
Yurt İçi Özel Sektör Aktif Proje Sayısı	0	0	1	1
Yurt İçi Özel Sektör Aktif Proje Geliri (Bin TL)	0	0	0	3.148
Uluslararası Boyutlu Aktif Proje Sayısı	1	1	0	0
Uluslararası Boyutlu Aktif Proje Geliri (Bin TL)	327	0	0	0
Doktoralı Araştırmacı Başına Aktif Proje Sayısı	0.3	0.3	0.4	0.4
Doktoralı Araştırmacı Başına Aktif Proje Geliri (Bin TL)	178.3	15.4	0.0	373.2
TZE Doktoralı Araştırmacı Başına Aktif Proje Sayısı	0.6	1.0	0.8	0.9
TZE Doktoralı Araştırmacı Başına Aktif Proje Geliri (Bin TL)	367.0	45.3	0.0	882.9

Merkezin diğer bir performans parametresi, Merkez bünyesinde istihdam edilen araştırmacılar ile görevlendirilen akademisyenlerin yıl içinde yaptıkları yayın sayılarıdır. Son üç yıllık veriler incelendiğinde, 2020 yılında 10 adet etki değeri yüksek makale yayınlanmıştır.

Tablo 5 ODTÜ MEMS Merkezinde Yapılan Yayınlara İlişkin Veriler

Ölçülebilir Göstergeler	2017	2018	2019	2020
Etki Değeri Yüksek Makale Sayısı	5	6	8	10
Doktoralı Araştırmacı Başına Etki Değeri Yüksek Makale Sayısı	0.36	0.40	0.47	0.45
TZE Doktoralı Araştırmacı Başına Etki Değeri Yüksek Makale Sayısı	0.74	1.17	1.06	1.08
Toplam Makale Sayısı	5	6	8	12
Doktoralı Araştırmacı Başına Makale Sayısı	0.18	0.20	0.47	0.55

Tablo 7'de Merkezin son üç yıllık tescil edilen uluslararası yeni patent sayısı ve yeni ürün sayısı yer almaktadır. Merkez'de 2020 yılında teknolojiye 9 adet yeni ürün kazandırılmıştır.

Tablo 6 ODTÜ MEMS Merkezi Teknolojik Üretim ve Ekonomik Katkı Tablosu

Ölçülebilir Göstergeler	2017	2018	2019	2020
Tescil Edilen Uluslararası Yeni Patent Sayısı	2	3	1	1
Uluslararası Yeni Patent Başvuru Sayısı	5	1	1	0
Yeni Ürün Sayısı	0	0	4	9

Temizalana ilişkin kullanım oranları ve dış kullanıcılara verilen hizmetler tablo 8'de verilmektedir. Son üç yıllık veriler incelendiğinde 2020 yılında hizmet gelirlerinin arttığı görülmektedir. Ancak tüm dünyayı olumsuz yönde etkileyen pandemi koşulları dolayısıyla Merkez genelinde alınan önlemler kapsamında temizalan kullanımı sınırlandırılmıştır. Bu nedenle tekil dış kullanıcı sayısının önceki yıllara göre da az olduğu görülmektedir.

Tablo 7 ODTÜ MEMS Merkezi Dış Kullanım, Etkinlik ve Kullanım Verileri

Ölçülebilir Göstergeler	2017	2018	2019	2020
Kullanım Oranı[1]	-	-	35%	47%
Tekil Dış Kullanıcı Sayısı	29	32	20	10
Dış Kullanım Kaynaklı Hizmet Geliri (Bin TL)	356	771	719	1369
Düzenlenen Uluslararası Katılımlı Bilimsel Etkinlik Sayısı	0	0	1	0

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

3.2.3. Performans Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Merkez'de 2020 yılında 6 proje başvurusunda bulunulmuştur. Desteklenme kararı verilen 2 proje TÜBİTAK 1001 programı kapsamındadır. Başvuru yapılan 1 proje özel sektör projesi olup sözleşme görüşmeleri devam etmektedir. Ayrıca Merkez tarafından başvurulan 3 uluslararası proje için Avrupa Komisyonu tarafından desteklenmeme kararı verilmiştir.

Merkez faaliyetleri kapsamında 2 projenin sözleşmesi 2020 yılında imzalanarak çalışmalarına başlanmış, 3 proje 2019 yılında başlamış ve çalışmaları 2020 yılında devam etmiştir.
Merkez'de kamu kaynaklı ve özel sektörden elde edilecek 2020 yılı proje gelirleri toplamı 7.866.883 TL olarak hedeflenmiştir. Ancak, kamu ve özel sektör proje gelirleri toplamın hedeflenen değerin üzerinde 8.210.547 TL olarak gerçekleşmiştir.

Merkez performansını etkileyen faktörlerden biri de Merkezin alt yapısının dış kullanıcılar tarafından kullanılmasıdır. Merkez bünyesinde bugüne kadar başta üniversiteler olmak üzere pek çok kuruma hizmet verilmiş 2020 yılında bu kurumlara TUSAŞ ve TÜBİTAK SAGE de eklenmiştir.

Merkez'de görev yapan araştırmacı ve akademisyenler tarafından 2020 yılında gerçekleştirilen bilimsel çalışmalar ile çeşitli dergilerde 13 adet makale, 6 adet bildiri yayınlanmıştır. Merkez performansı yayınlara göre değerlendirildiğinde; 2020 yılı içerisinde 5 makale Q1, 4 makale Q2, 2 makale Q3 sınıfında olup, Q kategorisi tanımlı olmayan 2 makale ile toplam 13 makale yayınlanmıştır. Bilindiği üzere, Q değeri bilimsel bir derginin kendi grubu içindeki etki faktörüne göre sıralamasını göstermektedir. Örneğin kendi alanında atıf sayısına göre ilk %25'lik dilime giren dergi Q1 sınıfına girmektedir. Q1 ve Q2 sınıflarına giren yayınlar etki değeri yüksek yayınlardır. Bu kapsamda 2020 yılında Merkez'de etki değeri yüksek 9 makale yayınlanmıştır.

Yönetim yetkinliğinin artırılmasına yönelik faaliyetler kapsamında, 2020 yılında Merkezde Kurumsal Kaynak Planlaması Yazılımı (ERP) alımı ve projelendirilmesi tamamlanmıştır. İdari ve Mali İşler Birimi tarafından yürütülen proje, Ocak 2020 tarihi itibariyle ise canlı olarak kullanılmaya başlanmış ve 2020 yılı sonuna kadar test edilerek iyileştirilmiştir. Bu şekilde tüm muhasebe ve bordro kayıtları da kurum içinde tutulmaya ve kurum için talep ve onay işlemleri 6550 sayılı kanun kapsamındaki Satın Alma ve İhale yönetmeliği, Bütçe ve Muhasebe Yönetmeliği ile ODTÜ MEMS Merkezi satın alma süreçleri elektronik ortamda gerçekleştirilmeye başlanmıştır. Bu proje ile bahsi geçen süreçler izlenebilir, denetlenebilir, raporlanabilir ve daha kolay yürütülebilir olması nedeniyle Merkez faaliyetlerinin aksamadan gerçekleşmesi yönünden Merkeze önemli bir fayda sağlamıştır.

Personel Geçiş Sistemi (PGS) kullanımı, yazılım ve donanımıyla birlikte iyileştirilmesi, personelin giriş çıkış saatlerinin takip edilmesi ve buna bağlı olarak puantaj hesaplamalarının yapılmasını kolaylaştırmıştır.

KVKK (Kişisel Verileri Koruma Kanunu) Projesi ile Merkezde gerçekleştirilen tüm faaliyetler KVKK'na uyumlu hale gelmiştir.

İlaveten İş Sağlığı ve Güvenliği (İSG) yükümlülükleri kapsamında çalışanların alması gereken eğitimler tamamlanmış olup, gaz odalarının kapılarının yenilenmesi ve Acil durum Eylem Planının revize edilmesi gibi bazı önemli çalışmalar tamamlanmıştır.

BT altyapısını iyileştirme kapsamında merkez network ve sistem altyapısı çalışmaları ile yazılım ve donanımsal çalışmalar da gerçekleştirilmiştir.

Tüm bu çalışmalara ek olarak Kovid-19 pandemisinin ülkemizde etkisini göstermeye başlamasıyla birlikte Kovid-19'dan korunmaya yönelik pek çok önlem alınmış ve personelin bu önlemlere uyması sağlanmıştır. Bu sayede güvenli ve huzurlu bir çalışma ortamı oluşturulmaya özen gösterilmiştir.

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 yürümesine 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. GZFT analizi

Merkez'in kurumsal kabiliyetine yönelik değerlendirme yapabilmek için öncelikle güçlü ve zayıf yönleri objektif olarak ele almak gerekir. Bu nedenle, Merkez bünyesinde iç ve dış etkenleri dikkate alarak, var olan güçlü yönler ve fırsatlardan en üst düzeyde yararlanmak ve tehditler ile zayıf yanların etkisini en aza indirecek plan ve stratejiler geliştirme amacı ile kullanılan GZFT analizi yapımlış ve aşağıdaki maddelerde sıralanan sonuçlara ulaşılmıştır.

4.1.1. Güçlü Taraflar

- Ülke öncelikleriyle hizalı faaliyet alanları
- Küresel vizyon çerçevesinde dünyadaki bilimsel gelişmelerle uyumlu, global pazara ileri teknoloji ürün sunma
- Uluslararası tanınırlık
- Nihai ürüne giden odaklanmış çalışma
- Bugüne kadar elde edilen bilgi birikim
- Temizalan altyapısı ve büyüklüğü
- Cihaz parkı büyüklüğü (8inch'e kadar silisyum disk işleyebilme)
- Nitelikli akademik kadro (görevlendirme yoluyla)
- Yönetim etkinliği
- İş kanununa göre istihdam
- Özgün mekanizmalar (Lisans Lisansüstü cazip ortam)

4.1.2. Zayıf Taraflar

- Cihaz parkının eskimesi ve bakım onarım maliyetlerinin yüksekliği
- Araştırmacı kadrosundaki değişim oranı
- Eleman sayısındaki azlık – hızlı büyüme ihtiyacı
- Deneyimli eleman eksikliği /kaybı
- MEMS tasarım ve fabrikasyonu konularında temel bilgi birikimi oluşturma ve deneyim kazandırmanın uzun sürmesi
- Doktoralı eleman azlığı
- Kurumsallaşma çalışmalarının devam ediyor olması

4.1.3. Fırsatlar

- Aygıtların çok sayıda üretilebilmesi
- ArGe projeleri destek ortamı
- Kesintisiz değer zinciri
- Ekosistemdeki işbirlikleri
- Ülkemizde MEMS konusunda tüm paydaşların kullanımına açık benzeri bir altyapının olmaması
- Araştırma altyapıları mevzuatındaki avantajlar (Kamu ihale kanunundan muaf olma, Akademisyen görevlendirilebilme, kamu desteklerinde öncelik v.b.)

4.1.4. Tehditler

- Bütçe aktarımındaki belirsizlik ve gecikmeler
- Ücret limitleri ve artış olmaması (piyasa şartlarında rekabet edememe)
- Mevzuattaki değişim çalışmalarının uygulamaya geçmesinde yaşanan gecikmeler
- Satınalma ve ihale yönetmeliği yurtdışı peşin alımlarda oluşan sıkıntılar
- Pandemi nedeniyle yaşanan belirsizlik

- Kur artışı nedeniyle planlanan bütçenin öngörülen yatırımların yapılmasında yetersiz kalması
- Endüstriyel paydaşlarımızın mali yönden iyi olması gerekliliği
- İş geliştirme döneminin uzun sürmesi

Merkez'de geliştirilen duyargalar, teknokent şirketleri tarafından geliştirilen okuyucu devreler, elektronik kart ve sistem tasarımları entegre edilerek ürünleştirilmektedir. Bu ürünlere ve çalışma alanlarına yönelik strateji belirlerken ulusal hedeflerin yer aldığı Üst Politika Belgeleri referans alınmaktadır. Referans alınan Üst Politika Belgeleri; Onbirinci Kalkınma Planı, Sanayi ve Teknoloji Stratejisi ve Savunma Sanayi Başkanlığı 2019-2023 Stratejik Planıdır. Merkez'de geliştirilen stratejik ürün/hizmetler tablo 8'de görülmektedir.

- 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 8 Stratejik ürün ve hizmetler

		Ürün/Hizmet [1]
KAMU	**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
ÖZEL SEKTÖR	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 Interneti	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 teknokent şirketleri ile birlikte çalışılmaktadır. Bu tabloda yer verilen ürün ve hizmetlerde ODTÜ MEMS Merkezi tarafından geliştirilen duyargalar kullanılmaktadır.