

Yönetim Kurulu Toplantısı Kararları

Toplantı No : 2022 - 12

Toplantı Tarihi : 13 Nisan 2022

Toplantıya Katılanlar: Prof. Dr. Mustafa Verşan Kök, Prof. Dr. Abdullah Atalar, Dr. Hakkı Gürsöz, Prof. Dr. Haluk Külâh, Ahmet Özkayan, Prof. Dr. Ahmet Yozgatlıgil, Aysun Ataoğlu

Karar 1

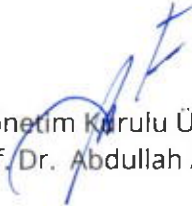
ODTÜ MEMS Merkezi 2021 Yılı Faaliyet Raporu ekleriyle birlikte görüşülerek onaylanmış ve Araştırma Altyapıları Komisyonu'na sunulmasına karar verilmiştir.

Ekler

EK 1 - ODTÜ MEMS Merkezi 2021 Yılı Faaliyet Raporu



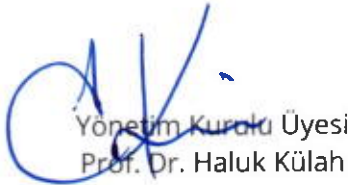
Yönetim Kurulu Başkanı
Prof. Dr. Mustafa Verşan Kök



Yönetim Kurulu Üyesi
Prof. Dr. Abdullah Atalar



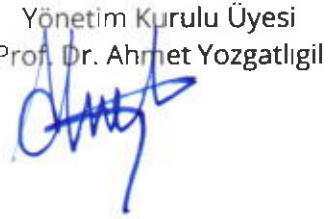
Yönetim Kurulu Üyesi
Dr. Hakkı Gürsöz



Yönetim Kurulu Üyesi
Prof. Dr. Haluk Külâh



Yönetim Kurulu Üyesi
Ahmet Özkayan



Yönetim Kurulu Üyesi
Prof. Dr. Ahmet Yozgatlıgil



ODTÜ MEMS Merkezi

Araştırma Altyapısı

2021 Yılı Faaliyet Raporu

Nisan 2022, Ankara

Handwritten signatures in blue ink:
xy mkk Hkk - [Signature] K D

İÇİNDEKİLER

1. GENEL BİLGİLER.....	6
1.1. Misyon ve Vizyon	6
1.2. Yetki Görev ve Sorumluluklar	6
1.3. Araştırma Altyapısına İlişkin bilgiler	7
1.3.1. Fiziksel Yapı	7
1.3.2. Yönetim Yapısı	7
1.3.3. Makine, Teçhizat ve Temizalan Altyapısı	10
1.3.4. Bilgi İletişim Altyapısı	17
1.3.5. İnsan Kaynakları	18
1.3.6. Sunulan Hizmetler	20
1.3.6.1. Dış Kullanım Hizmeti (Hizmet Akışı)	21
1.3.7. Yönetim Sistemi.....	22
2. AMAÇ VE HEDEFLER.....	23
2.1. Araştırma Altyapısının Amaç ve Hedefleri	23
2.2. Altyapı Kullanımı ve Temel Politikalar ve Öncelikler	23
2.2.1. Altyapının kullanım şartları.....	23
2.2.2. İstihdam politikası	24
2.2.3. Fikri mülkiyet hakları politikası	24
2.2.5. Bilimsel Sorumluluk.....	25
2.2.6. Etik Sorumluluk.....	25
2.2.7. Veri Güvenliği Politikası	25
3. FAALİYETLERE İLİŞKİN BİLGİ VE DEĞERLENDİRMELER	26
3.1. Hizmetlere İlişkin Bilgi ve Değerlendirmeler	26
3.1.1. Yeni Talep Sisteminin Oluşturulması	26
3.1.2. Hizmet Durumu.....	27
3.2. Projelere İlişkin Bilgi ve Değerlendirmeler.....	29
3.2.1. Merkezin Proje Yaklaşımı	29
3.2.2. 2021 Yılı Proje Başvuruları ve Devam Eden Projeler	30
3.2.3. Yürütülen Projelere İlişkin Özet Bilgiler	31
3.2.4. Proje Gelirleri.....	36

[Handwritten signatures and initials in blue ink]

3.3. Yayınlar	37
3.4. Katılım Sağlanan ve Düzenlenen Ulusal ve Uluslararası Etkinlikler	40
3.5. Yönetim Süreçlerine İlişkin Bilgi ve Değerlendirmeler	41
4. MALİ BİLGİLER	45
4.1. Bütçe Uygulama Sonuçları	45
4.2. Temel Mali Tablolara İlişkin Açıklamalar	47
4.3. Mali Denetim Sonuçları	53
5. PERFORMANS SONUÇLARI VE DEĞERLENDİRME	54
5.1. Performans Sonuçları Tablosu	54
5.2. Performans Sonuçlarının Değerlendirilmesi	55
5.3. Performans Bilgi Sisteminin Değerlendirilmesi	56
6. GZFT ANALİZİ	57
6.1. Güçlü Taraflar	57
6.2. Zayıf Taraflar	57
6.3. Fırsatlar	58
6.4. Tehditler	58

Handwritten signatures and initials in blue ink:

xy MK Hllh A K R

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1 Merkez organizasyonel şeması	9
Şekil 2 MEMS üretim aşamaları	10
Şekil 3 Temizalan görselleri	11
Şekil 4 Temizalan altyapısının şematik gösterimi	12
Şekil 5 Personel sayısının (a) görevlerine ve (b) buldukları birime göre dağılımları	19
Şekil 6 Araştırmacıların mezuniyet derecelerine göre dağılımları	19
Şekil 7 2021 Yılı Merkezde görevli akademisyenlerin üniversitelerinin şehir bazında dağılımı..	19
Şekil 8 Dış kullanım hizmeti akış şeması.....	22
Şekil 9 Merkezin yıllara göre teklif sayıları	28
Şekil 10 Merkezin yıllara göre hizmet gelirleri	29
Şekil 11 Hedeflenen ve gerçekleşen proje gelirleri	37
Şekil 12 2021 yılı hedeflenen ve gerçekleşen gelir kalemleri grafiği	46
Şekil 13 Merkez gelirlerinin giderleri karşılama oranı.....	47

MY

MC

HMK

Ş

K

Ş

TABLolar LİSTESİ

Tablo 1 Yönetim Kurulu üyeleri	8
Tablo 2 Danışma Kurulu üyeleri	8
Tablo 3 Fabrikasyon aşamaları ve kullanılan cihaz/sistemler	13
Tablo 4 Merkez'de sunulmakta olan hizmet türleri	20
Tablo 5 2021 yılı hizmet durumu	28
Tablo 6 2021 yılı proje başvuruları	30
Tablo 7 2021 yılı başlayan ve devam eden projeler	31
Tablo 8 2021 yılı yayınları	37
Tablo 9 Düzenlenen etkinlikler	40
Tablo 10 Katılım sağlanan etkinlikler	40
Tablo 11 2021 yılı yönetim yetkinliğinin artırılması faaliyetleri	42
Tablo 12 2021 yılı hedeflenen ve gerçekleşen gelir kalemleri	45
Tablo 13 2021 yılı YK onaylı bütçenin ve gerçekleşmelerin karşılaştırılması	48
Tablo 14 2021 yılı Tüzel MEMS harcama ve gelirleri	51
Tablo 15 Merkezin 2021 yılı bilançosu	52
Tablo 16 Yürüyen projelere ilişkin veriler	54
Tablo 17 Yayınlarla ilişkin veriler	55
Tablo 18 Teknolojik üretim ve ekonomik katkı tablosu	55
Tablo 19 Dış kullanım, etkinlik ve kullanım verileri	55



1. GENEL BİLGİLER

1.1. Misyon ve Vizyon

ODTÜ MEMS Merkezi (Merkez), Araştırma Altyapılarının Desteklenmesine Dair 6550 sayılı Kanun kapsamında İleri Araştırma Laboratuvarı olarak 2017 yılında 5 yıl süre ile yeterlik almış ve tüzel kişilik statüsü kazanmıştır. Bu süre içerisinde vizyonuna ulaşmak için misyonu çerçevesinde çalışmalarını sürdürmüştür.

Merkez'in misyonu, Mikro-Elektro-Mekanik Sistemler (MEMS) alanında ülkemize bilimsel ve ekonomik katma değer sağlayacak şekilde ileri teknoloji çözümler geliştirmektir.

Merkez'in vizyonu, Türkiye'de Mikro-Elektro-Mekanik Sistemler alanında yüksek teknolojiye dayalı endüstrinin oluşmasını sağlamak olarak belirlenmiştir.

1.2. Yetki Görev ve Sorumluluklar

Merkez, bilimsel araştırma çalışmalarıyla MEMS alanında öncü olmayı, özel sektörle iş birliği içinde bilgiyi ürüne dönüştürmeyi ve Ülkemiz için ekonomik değer yaratmayı hedeflemektedir. Merkezin 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 fikri 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 Sekretaryasına 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

Merkez; toplam 4500 m²'lik kapalı alanda 100, 1000 ve 10000 sınıfında çeşitli temizalan ile laboratuvar, seminer, toplantı ve ofis alanlarına sahip bir tesis olarak faaliyet göstermektedir. Merkezin bulunduğu ve ODTÜ Teknokent tarafından yönetilmekte olan arazi, ODTÜ Teknokent MET yerleşkesi bünyesinde olup, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı tarafından onaylanan Teknoloji Geliştirme Bölgesi statüsüne sahiptir. Merkez ve Teknokent şirketleri bu yerleşke içinde yer almaktadır.

1.3.2. Yönetim Yapısı

Merkez, 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 Yönetim Kurulu, Danışma Kurulu ve Merkez Müdürlüğü olarak belirlenmiştir.

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 haizdir. Yönetim Kurulu Üyeleri listesi Tablo 1'de verilmiştir.



Merkez Yönetim Kurulu, Merkez'in faaliyetlerini ve performansını düzenli olarak izlemek için 2021 yılında ayda bir kez toplantı yapmıştır.

Tablo 1 Yönetim Kurulu üyeleri

Yönetim Kurulu Üyeleri	Kurum	Kontenjan Türü
Prof. Dr. Mustafa Verşan Kök (Başkan)	ODTÜ	İlgili Üniversite
Prof. Dr. Tayfun Akın (5 Nisan 2021 tarihine kadar)	ODTÜ	İlgili Üniversite
Prof. Dr. Haluk Külâh	ODTÜ	İlgili Üniversite
Prof. Dr. Abdullah Atalar	Bilkent Üniversitesi	Diğer Üniversite
Dr. Hakkı Gürsöz	Sağlık Bakanlığı	Kamu
Dr. Celal Sami Tüfekçi (27 Ocak 2021 tarihine kadar)	SSB	Kamu
Prof. Dr. Ahmet Yozgatlıgil	ODTÜ	Kamu
Ahmet Özkayan	ERMAKSAN A.Ş.	Özel Sektör

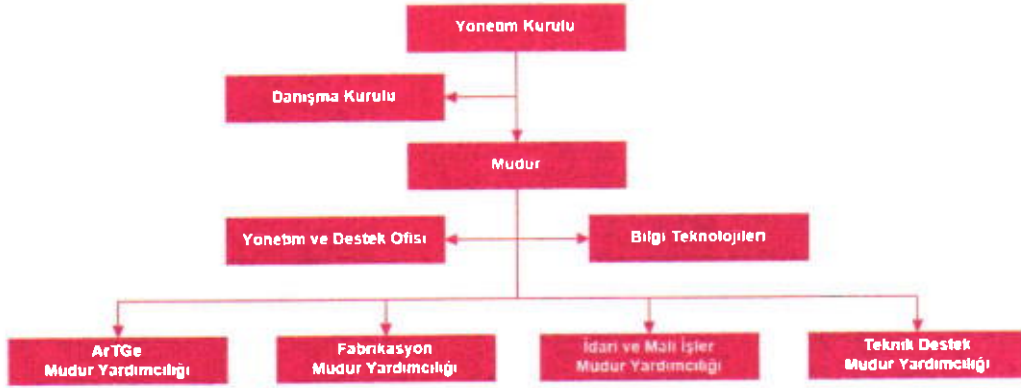
Yönetim Kurulu'nun 2 Kasım 2021 tarihinde üç yıl süreyle görev yapmak üzere belirlediği Danışma Kurulu üyeleri listesi Tablo 2'de sunulmaktadır:

Tablo 2 Danışma Kurulu üyeleri

Danışma Kurulu Üyeleri	Görevi
Fahrettin Keleştemur	Yeditepe Üniv. Hastaneleri Tıbbi Koordinatörü
Haluk Zontul	Diffusion Capital Partner (DCP) Yönetici Ortağı
Yücel Bağrıaçık	Kognitek Bilişsel Teknolojiler Kurucu Ortağı
Mehmet Toner	Massachusetts General Hospital Harvard Medical School
Fuat Akçayöz	TTGV Yönetim Kurulu Üyesi
Serdar Alemdar	ODTÜ Teknokent Yönetim A.Ş. Genel Müdürü
Murad Bayar	İcra Kurulu Başkanı, IC İbrahim Çeçen Yatırım Holding A.Ş.
Nihat Bayız	CTO, ARÇELİK A.Ş.
Orhan Aydın	Ostim Org. San. Bölgesi Yön. Kur. Bşk.
Prof. Dr. Eyüp Gümüş	Sağlık Bakanlığı



Merkez Müdürlüğü organizasyon yapısı Merkez Müdürü, Araştırma ve Teknoloji Geliştirme (ArTGe) Müdür Yardımcısı, Fabrikasyon Müdür Yardımcısı, Teknik Destek Müdür Yardımcısı ile İdari ve Mali İşler Müdür Yardımcısı'ndan oluşmaktadır. Bunların yanı sıra Yönetim ve Destek Ofisi ile Bilgi Teknolojileri de Müdürlük bünyesindedir. Merkez'in organizasyon yapısı Şekil 1'de verilmektedir.



Şekil 1 Merkez organizasyonel şeması

Merkez Müdürü, 6550 sayılı araştırma altyapıları mevzuatında belirtilen görev ve yetkilere sahip olup, bu görev ve yetkilerinden dolayı Yönetim Kurulu'na karşı sorumludur. Ayrıca, Yönetim Kurulunun sekretarya hizmetleri müdürlük tarafından yerine getirilir. Müdüre bağlı Müdür Yardımcılıklarının görev ve sorumlulukları aşağıda açıklanmaktadır.

ArTGe Müdür Yardımcılığı; MEMS alanında gerçekleştireceği ileri düzey öncü çalışmalarla, bilimsel ilerlemeyi, teknoloji geliştirmeyi ve yeniliğe dönüştürmeyi sağlar. Kendisine bağlı birimlerle koordineli olarak, yeni araştırma-teknoloji geliştirme projesi fırsatlarının araştırılması, araştırma konularının ve çıktılarının belirlenmesi, fırsatlardan yararlanılabilmesi için gerekli tekliflerin hazırlanması, başvuru yapılması, takibi ve raporlanması faaliyetlerini yürütür.

İdari ve Mali İşler Müdür Yardımcılığı; Satın Alma, İnsan Kaynakları, Mali İşler ve İdari İşler Birimlerinden oluşmaktadır. Satın alma, mali işler, insan kaynakları ve idari konulardaki çalışmaları gerçekleştirir, takibini, koordinasyonu ve raporlamasını yapar. Kendisine bağlı birimlerle Merkez plan ve kararlarına girdi olabilecek verilerin takibi ve raporlanmasını gerçekleştirir.

Fabrikasyon Müdür Yardımcılığı, Merkezin yüksek maliyetli cihaz altyapısını kurmak, çalışır tutmak, dış ve iç paydaşların fabrikasyon hizmetlerini ve proje faaliyetlerinin cihaz parkı ve süreç organizasyonunu sağlanmasından sorumludur.



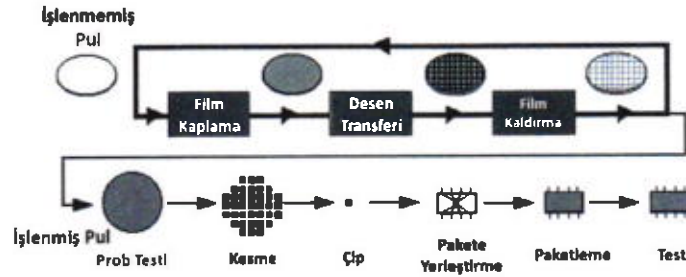
Teknik Destek Müdür Yardımcılığı; Merkez'in laboratuvar cihaz ve bağlı sistemleri başta olmak üzere her türlü cihaz/tesisat kurulum, nakil, sökme, tadilat, bakım, onarım ve idame çalışmalarının malzeme, süre ve işgücü dikkate alınarak planlanması, ilgili tesis birimleri ile koordine edilmesi, gerçekleştirilmesi, yeni laboratuvarların kurulumu, ölçüme ve teste tabi cihazların kalibrasyon planlarının yapılması, yetkili ve akredite bir laboratuvar/kuruluş tarafından kalibre edilmesi, periyodik olarak takip edilmesi; temizalanın işletilmesi ve düzenin sağlanması, temizalan parametrelerinin (partikül, sıcaklık, nem, vb.) periyodik ölçümlerinin gerçekleştirilmesi çalışmalarını yürüten birimdir.

1.3.3. 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, paketlenme 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 2).



Şekil 2 MEMS üretim aşamaları

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

(Handwritten signatures and initials)

şekillendirme işleminin çok düşük boyutlarda ve tekrar edebilir şekilde gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Şekillendirilen fotorezist, üzerine serildiği filme maskeleyme işlevi görmekte ve bu sayede desen transferi bir sonraki aşamada gerçekleşen maskeyle uyumlu film kaldırma işlemi ile gerçekleştirilebilmektedir. Bir döngü halinde gerçekleşen işlemlerin, yapılacak olan aygıtların karmaşıklığına göre çok sayıda tekrarlanması gerekmektedir. Bu işlemler tamamlandığında pul üzerinde MEMS aygıtlar oluşturulmuş olur. Bir pul üzerinde yüzlerce ve hatta binlerce aygıt oluşturulabilmektedir. Paketleme aşamasına sadece çalışan aygıtların geçmesini sağlamak için pul üzerinde aygıtlar bir arada iken test işlemine tabi tutulmaktadır. Bu işlem prob testi olarak adlandırılmaktadır. Bu aşamada çalışan çipler tespit edilir ve kaydedilir. Daha sonra çiplerin kesim aşamasına geçilir ve çipler birbirinden hassas bir şekilde ayrıştırılır. Prob testi aşamasında testten geçen çipler paketlenmek üzere paket yapısına yerleştirilir. Paketleme aşamasında tel bağlama yöntemi kullanılarak aygıtların elektriksel bağlantıları paket yapısı üzerinde yapılır ve daha sonra paket yapısı kapatılır. Paketlenen aygıtlar elektriksel, optik ve/veya mekanik testlere tabi tutularak aygıt performansının istenen seviyeleri sağlayıp sağlamadığı test edilir.

MEMS üretim teknikleri mikro ve nano ölçeklerde gerçekleştirildiği için, ortamda bulunan ve üretim süreçlerine istemsiz bir şekilde karışan tozlar MEMS aygıtlarının performanslarının düşmesine veya aygıtların çalışmamasına neden olmaktadır. Bu nedenle bu aygıtların temizalan denilen tozdan arındırılmış ve kontrollü ortamlarda üretilmesi gerekmektedir. ODTÜ MEMS Merkezi'nde

MEMS fabrikasyonunun gerçekleştirilmesine yönelik olarak 1.300 m²'lik bir temizalan bulunmaktadır (Şekil 3 Temizalan görselleri

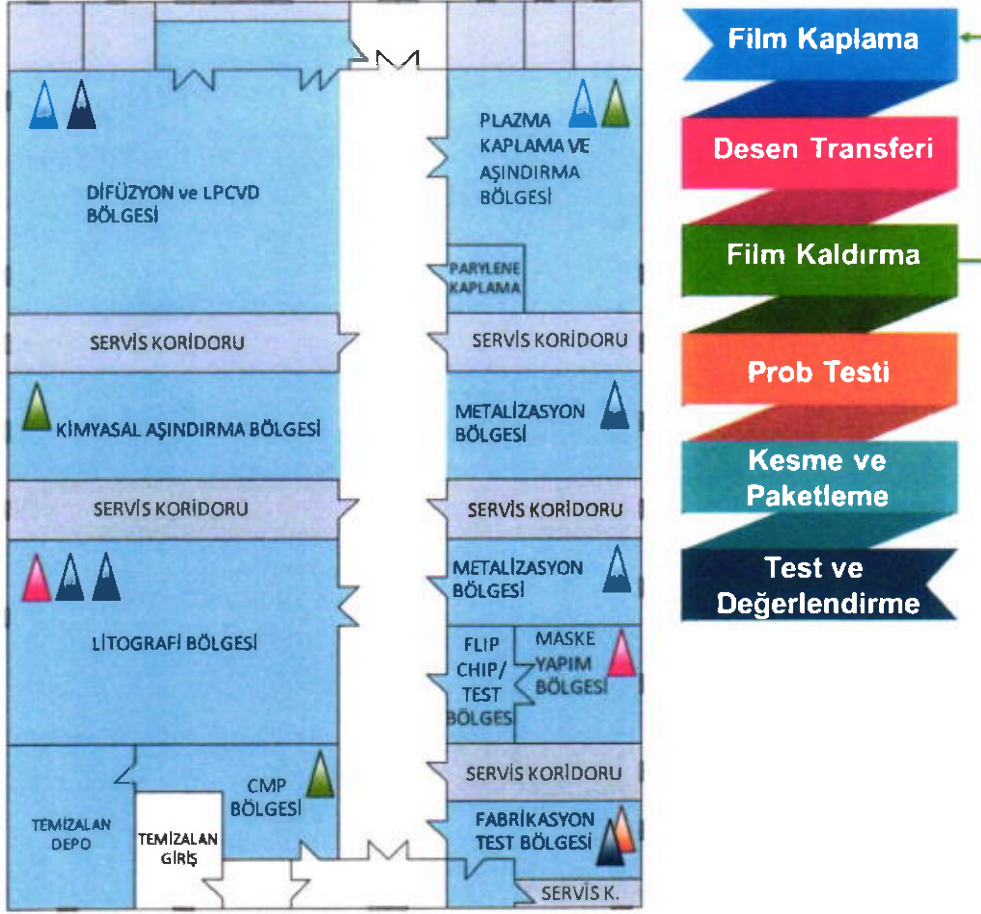
). Mevcut temizalan temizlik derecesine göre 10.000 sınıfı, 1.000 sınıfı ve 100 sınıfı olacak şekilde bölgelere ayrılmıştır. 100 sınıfı bölgelerde yoğunluklu olarak yüksek hassasiyet gerektiren litografi işlemleri gibi işlemler gerçekleştirilirken, 1.000 sınıfı bölgelerde film kaplama ve aşındırma işlemleri ve 10.000 sınıfı bölgelerde pul kesme, test ve diğer mekanik işlemler



gerçekleştirilmektedir. Merkezde dış kullanıcılara da fabrikasyon hizmeti verilmektedir.

Şekil 3 Temizalan görselleri





Şekil 4 Temizalan altyapısının şematik gösterimi

MEMS üretim teknikleri, özel ekipman ve cihazların kullanımını gerektirmektedir. Merkezin temizalanında bugüne kadar, ilk altyapının TESTAŞ bünyesinde oluşturulmasının ardından, gerçekleştirilen araştırma projelerinden sağlanan finansman ile toplam 40 Milyon USD tutarında makine ve teçhizat yer almaktadır. Merkezde 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 4'de gösterilmektedir. Merkezin MEMS fabrikasyonunda kullanılan özel ekipmanlar Tablo 3'te belirttiği şekilde gruplandırılabilir.

Handwritten signatures and initials in blue ink.

Tablo 3 Fabrikasyon aşamaları ve kullanılan cihaz/sistemler

MEMS Fabrikasyonu Aşamaları		Kullanılan Cihaz / Sistemler
Metal Kaplama	Metalik filmlerin kaplanması termal buharlaştırma, saçtırma (sputter) ve elektrokaplama (electroplating) yöntemleri ön planda çıkmaktadır. Metalizasyon bölgelerinde kurulu, farklı özelliklere sahip birkaç metal kaplama sistemi yer almaktadır.	Tozutmaya Yöntemiyle Metal Kaplama Sistemleri (Sputter Systems)
		Elektron Demeti Buharlaştırma Yöntemiyle Metal Kaplama Sistemleri (e-Beam Metal Evaporation Systems)
		Yüksek Sıcaklık Kaplama Sistemi (Thermal Deposition System)
		Elektroliz Yöntemiyle Kaplama Sistemleri (Metal Electroplating Systems)
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 polisilyum, silisyum nitrat ve silisyum dioksit gibi malzemeler düşük basınçlı kimyasal buharlaştırma yöntemleriyle kaplanabilmektedir.	Difüzyon ve Termal Oksitleme Fırınları (Thermal Oxidation and Diffusion Furnaces)
		Düşük Basınç Kimyasal Buhar Kaplama Sistemleri (LPCVD System)
Plazma Ortamında Kuru Kaplama ve 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.	Derin Reaktif İyon Aşındırma Sistemleri (DRIE Systems)
		Reaktif İyon Aşındırma Sistemleri (RIE Systems)
		Reaktif İyon Aşındırma Sistemleri (ICP Systems)
		Plazma İle Kimyasal Buhar Kaplama Sistemleri (PECVD Systems)
		Parylene Kaplama Sistemi (Parylene Deposition System)
		Atomik Katman Kaplama Sistemi (ALD System)
		Plazma Aşındırıcı (Plasma Asher)
		XeF ₂ Gazı İle Aşındırma Sistemi (XeF ₂ Etching System)
Buhar Fazında HF İle Aşındırma Sistemi (VHF Etching System)		

Handwritten signatures in blue ink at the bottom of the page.