Biyomedikal Eğitim-Öğretim Çalıştayı Sonuç Raporu

BİYOTED
Biyomedikal Teknikerleri Derneği

BİYOTED

28 Kasım 2025

İÇİNDEKİLER:

ÖNSÖZ…….…….3
Çalıştayın Amacı ve Hedefi ……4
Çalıştayın Önemi…….….5
Çalıştayın Genel Kapsamı…….……6
Katılımcılar / Paydaşlar…….……7
GIRIŞ…….…..8
I- Eğitim-Müfredat, Teknoloji ve Güncel Konular……..…10
A- Eğitim ve Müfredat…….....……..10
B- Geleceğin Trendleri ve Yükselen Konular ……..……..15
C- Yenilikçi Öğretim Yöntemleri……...…..…..16
D- Akreditasyon ve Kalite Yönetimi…….…….….16
II- Uygulama Eğitimleri (Lab., Staj, İme) ve Sektör İş Birliği…….……..…18
A- Laboratuvar ve Uygulamalı Eğitimin Genel Durumu …….……..18
B- Uygulama Dersleri, Kontenjan ve Öğretim Elemanı Sorunları…….…….…....20
C- Lisans Eğitimi ve Laboratuvar Altyapısı Geliştirme…….....20
D- Staj Uygulamaları ve Mesleki Yönlendirme……..…21
E- Sektör İş Birlikleri ve Mezunların İstihdamı…….…….…22
F- Yenilikçi Öğretim Yöntemleri ve Uzaktan Eğitim…….…23
G- Akreditasyon, Dil Eğitimi ve İstihdam…….…….….24
III- Mesleki Gelecek, Etik ve Sosyal Boyut…….……...25
A- Gelecek Odaklı Konular…….25
B- Yapay Zeka Çalışmaları……..…...25
C- Anonimleştirilmiş Ulusal Veri Setlerinin Oluşturulması…….…..25
D- Akreditasyon ve Kalite Güvence Sistemi.…….……...….27
E- Mesleki Sorumluluk ve Etik …….…….……27
F- Sosyal Boyut ve Toplumsal Etki…….……28
Teşekkür…….…….…….…30
Katılımcı Listesi…….…….…….…31
Çalıştay Fotoğrafları…….…….…...33
Biyomedikal Çalıştay Programı…….…….…….37

ÖNSÖZ

Biyomedikal Mühendisliği/Teknikerliği, hızla dönüşen yapısı ile eğitim-müfredat gelişimi, teknolojik yenilikler, uygulamalı öğretim süreçleri ve sektör iş birlikleri ile disiplinler arası etkileşimi ve toplumsal etkisi, geleceğin sağlık teknolojilerini şekillendirmede kritik bir rol üstlenmektedir Bu kapsamda düzenlediğimiz Biyomedikal Çalıştayı, alanın akademik, teknolojik, etik ve toplumsal boyutlarını bütüncül bir bakış açısıyla ele almak amacıyla farklı üniversitelerden akademisyenleri, sektörden uzmanları, öğrencileri ve ilgili paydaşları bir araya getirmiştir. Katılımcı paydaşların uzmanlık ve deneyimlerinden beslenen bu rapor, yalnızca mevcut durumu değerlendirmekle kalmayıp, disiplinin geleceğine yön verecek stratejik öneriler de sunmaktadır.

Çalıştay boyunca çağdaş eğitim ve müfredatın güncellenmesi, yeni sağlık teknolojilerindeki hızlı dönüşümün ve güncel araştırma eğilimlerinin müfredata entegrasyonu, laboratuvar, uygulama, staj ve İME (İşyeri Mühendislik/Mesleki Eğitimi) süreçlerinin niteliğinin artırılması, sektör–üniversite iş birliğinin güçlendirilmesine yönelik somut çıktılar üretilmiş ve biyomedikal mühendisliğinin geleceğine yön verecek stratejik yaklaşımlar üzerine kapsamlı değerlendirmeler yapılmıştır. Ayrıca, çağımızın en önemli gerekliliklerı arasında yer alan biyomedikal mesleki sorumluluk ve etiği, toplumsal katkı boyutu, veri güvenliği, yapay zekâ tabanlı sistemlerin sorumlu kullanımı, klinik uygulamalarda hasta güvenliği gibi kritik noktalar titizlikle sürdürülebilir ve kapsayıcı bir mesleki gelişim perspektifiyle değerlendirilmiştir. Bunun yanında, alanın yalnızca teknolojik değil, aynı zamanda toplumsal sorumluluk boyutu da çalıştayın önemli gündem maddelerinden biri olmuş; sağlık teknolojilerine erişilebilirlik, dezavantajlı gruplara yönelik mühendislik çözümleri ve toplum sağlığını geliştirmeye dönük mühendislik yaklaşımları detaylı biçimde tartışılmıştır. Ortaya konan görüş ve öneriler, bu raporda sistematik bir biçimde bir araya getirilmiş hem mevcut durumun değerlendirilmesine hem de geleceğe dair yol haritalarının oluşturulmasına katkı sağlayacak somut çıktılara dönüştürülmüştür.

Bu sonuç raporunun, kurumsal gelişim süreçlerimize ışık tutacağına; geleceğin biyomedikal mühendislerini yetiştirmeye yönelik stratejik planlamalara ve sektörel yol haritalarına değerli katkılar sağlayacağına inanıyoruz. Bu çalıştayın gerçekleşmesine katkı sunan katılımcılara, akademik ve sektörel temsilcilere, öğrencilerimize ve destek veren tüm kurumlara ve paydaşlara teşekkür eder; hazırlanmış olan bu raporun, biyomedikal mühendisliği/teknikerliği alanında sürdürülebilir gelişime, nitelikli iş birliğine ve yenilikçi yaklaşımlara ışık tutmasını, ortaya çıkan önerilerin alanımızın ulusal ve uluslararası ölçekte güçlenmesine hizmet etmesini temenni ederiz. 28 Kasım 2025.

Prof. Dr. Yasin KİŞİOĞLU	Ufuk KARANFİL
Çalıştay Koordinatörü	BİYOTED Başkanı

ÇALIŞTAYIN AMACI VE HEDEFİ

Bu çalıştay, Biyomedikal Mühendisliği/Teknikerliği öğretim ve uygulama alanında ulusal ve uluslararası düzeyde sürdürülebilir bir gelişim vizyonu oluşturmak, mevcut durum analizi yapmak ve geleceğe yönelik stratejik adımlar belirlemek, önerilerde bulunmak amacıyla düzenlenmiştir.

Çalıştay;

- Eğitim–Müfredat, Teknoloji ve Güncel Konular,
- Uygulama (Laboratuvar, Staj ve Klinik İş Birlikleri), Sektör İş Birliği,
- Biyomedikal Mesleğinin Geleceği, Biyomedikal Etiği ve Sosyal Sorumluluk,

başlıklarını temel alarak, disiplinlerarası katılımcı bir ortamda ortak aklın oluşması amaçlanmıştır.

Bu kapsamda çalıştayın temel hedefleri;

- Biyomedikal Mühendisliği/Teknikerliği eğitim-öğretim programlarının çağın gerektirdiği teknoloji, yetkinlik ve standartlarla uyumlu hâle getirilmesine yönelik öneriler geliştirmek,
- Yeni nesil teknolojiler ve sektörel dönüşümler ışığında güncel ihtiyaçları değerlendirmek,
- Uygulamalı eğitim süreçlerini güçlendirerek öğrenci–sektör–akademi etkileşimini artırmak,
- Sağlık teknolojileri ekosisteminin paydaşları arasında sürdürülebilir iş birliği modelleri oluşturmak,
- Biyomedikal Mühendisliği/Teknikerliği mesleğinin geleceğine yön verecek stratejik perspektifleri ortaya koymak,
- Mesleki etik ilkeler ve toplumsal sorumluluk bilincini güçlendirecek yol haritaları oluşturmak,

suretiyle biyomedikal alanında kaliteyi, yenilikçiliği ve etki değerini artıracak bir ulusal vizyon geliştirmeyi amaçlamaktadır. Bu çalıştay ile,biyomedikal sektörünün gelişimine katkı sağlayan tüm paydaşların ortak hedefler doğrultusunda buluşması, bilimsel, teknolojik ve toplumsal açıdan bütüncül bir yaklaşımın benimsenmesi, ülkemizin sağlık teknolojileri alanında rekabet gücünün yükseltilmesi hedeflemektedir.

ÇALIŞTAYIN ÖNEMİ

Bu çalıştay, Biyomedikal bilim ve teknolojilerinin hızla dönüşen yapısı, eğitimden sektörel iş birliklerine kadar tüm paydaşların ortak bir vizyon geliştirmesini gerektirmektedir. Eğitim-Müfredat, Teknoloji ve Güncel Konular, Uygulama ve Deneyim Temelli Öğrenme, Sektör İş Birliği, Mesleğin Geleceği ve Biyomedikal Etiği ile Sosyal Sorumluluk ana başlıkları altında disiplinler arası bir değerlendirme ve yol haritası oluşturulması açısından gerçekleştirilen bu çalıştay çıktıları son derece önemlidir. Bu kapsamda çalıştay, hem akademik hem de endüstriyel paydaşların görüşlerini bir araya getirerek nitelikli insan kaynağının yetiştirilmesi, yenilikçi çözümlerin geliştirilmesi ve toplumsal faydayı önceleyen mesleki sorumluluk ve etik kültürün güçlendirilmesi için önemli ve kritik bir platform oluşturur.

Elde edilen çıktılar, biyomedikal alanının sürdürülebilir gelişimine yön verecek stratejik adımlara temel oluşturarak ülkemizin sağlık teknolojilerindeki rekabet gücünü artırmayı, üretim, Ar-Ge ve innovasyon kültürünün içselleştirilmesi, medikal / tıbbi ürünler açısından dışa bağımlılığın azaltılması açısından büyük önem azretmektedir.

ÇALIŞTAYIN GENEL KAPSAMI

Gerçekleştirilen Biyomedikal Çalıştayı; Eğitimden sektörel iş birliklerine, etik yaklaşımlardan geleceğin mesleki yönelimlerine uzanan geniş eğitim/öğretim müfredatının güncel gereksinimlere uyum sağlaması, teknolojik gelişmelerin ve güncel bilimsel eğilimlerin analiz edilmesi, laboratuvar, uygulama ve staj süreçlerinde kalite ve verimliliğin artırılması, sektör odaklı iş birliklerinin güçlendirilmesi, Biyomedikal Mühendisliği/Teknikerliği mesleğinin geleceğine yönelik stratejik öngörülerin geliştirilmesi ile etik ve sosyal sorumluluk boyutlarının disiplinler arası bir yaklaşımla ele alınmasını kapsamaktadır. Teknik ve medikal mesleki öğretim müfredatın güncel ihtiyaçlara göre yeniden şekillendirilmesi, teknolojik gelişmelerin ve sektördeki güncel eğilimlerin analiz edilmesi**,** laboratuvar, uygulama ve staj süreçlerinin iyileştirilmesi**,** sanayi-akademi iş birliğinin güçlendirilmesi ve mesleğin geleceğine dair stratejik öngörülerin geliştirilmesi çalıştayın temel kapsamını oluşturmaktadır. Ayrıca, biyomedikal mesleğinin toplumsal sorumlulukları ve etik boyutları içerisinde sağlık hizmetlerinde güvenilirlik, sürdürülebilirlik ve insani değerler çerçevesinde ele alınmakta; sektörün gelecekteki rolünü belirleyecek vizyoner yaklaşımlar tartışılmaktadır.

Çalıştay, Biyomedikal Mühendisliği/Teknikerliği ekosistemi tüm paydaşların katkısıyla; biyomedikal alanında nitelikli insan kaynağı oluşturulmasına, çözüm odaklı, sürdürülebilir teknoloji üretimine ve toplumsal faydayı önceleyen, mesleki standartların güçlendirilmesine yönelik bütüncül bir perspektif sunmayı hedeflemektedir.

KATILIMCILAR / PAYDAŞLAR

Biyomedikal Çalıştayı, yükseköğretim, kamu politikaları, sektör ihtiyaçları ve toplumsal beklentiler arasında güçlü bir etkileşim oluşturmayı amaçlayan kapsamlı bir istişare platformu olarak planlanmış ve gerçekleştirilmiştir.
Bu kapsamda, farklı uzmanlık alanlarını ve kurumsal perspektifleri temsil eden aşağıdaki paydaş grupları çalıştaya katkı sunmuşlardır.

- **Akademi Temsilcileri:** Üniversitelermizin ilgili fakülte ve biyomedikal bölümlerinden öğretim elemanlarından oluşan, bilimsel bilgi birikimi, eğitim-öğretim süreçlerine dair deneyim ve araştırma odaklı yaklaşımlarıyla çalıştayın teorik çerçevesinin oluşturulmasına katkı sunan akademik paydaşlar.

- **Kamu Temsilcileri:** Kamu kurumlarımızdan katılım sağlayan temsilciler, mevzuat, ulusal politikalar, standartlar ve kamu hizmetlerinin geliştirilmesine ilişkin görüşleriyle çalıştayın stratejik doğrultusunun belirlenmesinde katkı sunan paydaşlar.

- **Sektör Temsilcileri:** Medikal özel sektör kuruluşları, üretici firmalar ve hizmet sağlayıcı kuruluşların temsilcilerinden oluşan, piyasa dinamikleri, teknolojik trendler, istihdam ihtiyaçları ve uygulama odaklı beklentiler konusunda çalıştaya saha verisi ve reel sektör perspektifi açısından katkı sunan paydaşlar.

- **Sivil Toplum Kuruluşlarının Temsilcileri:** Mesleki dernekler, vakıflar ve toplumsal katılım odaklı örgütlerden oluşan, toplumsal fayda, etik sorumluluklar ve sosyal gelişim açısından çalıştaya kapsayıcı katkı sunan paydaşlar.

- **Öğrenci Temsilcileri:** Biyomedikal Bölümü öğrenci toplulukları, temsilcilerinden oluşan, eğitim süreçlerinin doğrudan hedef kitleri olarak öğrenme ihtiyaçları, beklentileri ve deneyimlerini paylaşarak çalıştaya katkı sunan paydaşlar.

GİRİŞ

Biyomedikal Mühendisliği/Teknikerliği, sağlık hizmetlerinin dönüşümüne yön veren ve niteliğini artıran disiplinlerarası yapısı, yenilikçi teknoloji üretme kapasitesi ve toplum refahına doğrudan katkı sunan stratejik konumu ile günümüzün en kritik alanlarından biri haline gelmiştir. Sağlık teknolojilerinin hızla geliştiği, veri odaklı çözümlerin yaygınlaştığı ve mühendislik–tıp etkileşiminin hiç olmadığı kadar güçlendiği bu dönemde, ülkemizin bu alanda yetkin insan kaynağına, güçlü bir ekosisteme ve sürdürülebilir iş birliklerine sahip olması stratejik bir gereklilik olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu kapsamda düzenlenen Biyomedikal Çalıştayı, ülkemizin bilimsel kapasitesini güçlendirmeyi, sektörün dinamiklerini analiz etmeyi ve güncel ihtiyaçlarına karşılık veren, eğitimden uygulamaya, etik yaklaşımlardan geleceğin teknolojik vizyonuna kadar geniş bir perspektifte ortak akıl üretmeyi amaçlamaktadır.

Gerçekleştirilen Biyomedikal Çalıştayı, Öğretim ve Müfredat, Teknoloji ve Güncel Konular, Uygulama (Lab., Staj, İME vb.) ve Sektör İş Birliği, Biyomedikal Mühendisliği/Teknikerliğinin Geleceği, Biyomedikal Etik ve Sosyal Sorumluluk Boyutu başlıkları altında, alanın tüm paydaşlarını bir araya getirerek mevcut durumu değerlendirmek, ihtiyaçları tespit etmek ve gelişim fırsatları için uygulanabilir stratejiler oluşturmaktır. Bu başlıklar, yalnızca mevcut ihtiyaçları değil, aynı zamanda disiplinin gelecekte şekillenecek yönelimlerini de kapsamlı biçimde ortaya koymuştur. Akademi, sektör, kamu, sivil toplum temsilcileri ve öğrencileri aynı platformda buluşturan bu çalıştay hem ulusal kapasitenin güçlendirilmesi hem de geleceğe yönelik stratejik yol haritalarının oluşturulması açısından önemli bir adım niteliğinde olup, tüm paydaşlar arasında güçlü bir iletişim zemini kurulmuştur.

Bu rapor, katılımcı görüşlerini, ortak akıl toplantılarında ortaya çıkan değerlendirmeleri ve geleceğe yönelik önerileri sistematik bir çerçevede bir araya getirerek, ülkemizde Biyomedikal Mühendisliğinin/Teknikerliğinin nitelikli gelişimine katkı sunmayı amaçlamaktadır. Çalıştay kapsamında elde edilen bulgular, yalnızca mevcut durumun bir fotoğrafını sunmakla kalmayıp; eğitimden Ar-Ge'ye, uygulamadan etik ve sosyal sorumluluk boyutuna kadar geniş bir yelpazede sürdürülebilir politikaların ve uygulanabilir stratejilerin geliştirilmesine ışık tutmaktadır.

Ülkemizin küresel ölçekte rekabet gücünü artırması, sağlık teknolojilerinde yaşanan hızlı dönüşüme ayak uydurabilmesi, yenilikçi sağlık teknolojileri üretiminde öncü konuma ulaşması, dışa bağımlılığın azaltılması ve toplumsal sorumluluk ve sürdürülebilirlik eksenlerinde Biyomedikal Mühendisliği/Teknikerliği alanında yetkin profesyoneller yetiştirmesi için gerekli olan dönüşüm; ancak disiplinler arası iş birliği, güçlü akademik yapılanma, sektörel koordinasyon ve etik temelli bir mesleki yaklaşım ile mümkün olacaktır. Bu nedenle çalıştay çıktıları, yalnızca mevcut sorunları ele almakla kalmayıp, ulusal biyomedikal vizyonunun güçlendirilmesine ve geleceğin sağlık sistemine yön verebilecek yenilikçi ve uygulanabilir çözüm önerileri geliştirmeyi hedeflemiştir.

Etik ilkelere bağlılık, toplumsal sorumluluk bilinci ve sürdürülebilirlik odağında şekillenen Biyomedikal Mühendisliği/Teknikerliği vizyonu; sadece teknolojik gelişmeleri takip etmekle sınırlı olmayan, aynı zamanda insanı merkeze alan bir yaklaşımı zorunlu kılmaktadır. Bu rapor, çalıştay süresince ortaya konan görüş, değerlendirme ve önerilerin

sistematik bir şekilde derlenmesiyle oluşturulmuştur. Raporun hem akademik yapılar hem de sektör paydaşları için yol gösterici bir kaynak niteliği taşıyacağı, ülkemizde biyomedikal mühendisliği alanında kaliteyi yükseltmeye, disiplinler arası iş birliklerini güçlendirmeye ve uluslararası rekabet gücünü artırmaya katkı sağlayacağı öngörülmektedir.

Çalıştay gruplarında tartışılan başlıklar hem Biyomedikal Teknikerliği (önlisans), hem de Biyomedikal Mühendisliği (lisans) öğretimi özelinde zaman zaman ayrı ayrı zaman zaman da ortak tespitler olarak ele alınmıştır. Genel olarak ifade edilmesi gerekir ki, hem Biyomedikal Teknikerliği (önlisans), hem de Biyomedikal Mühendisliği (lisans) öğretiminin sorunlarının ortak olduğu görülmektedir. Ayrıca, sektörün de hem Biyomedikal Teknikerinden hem de Biyomedikal Mühendisinden beklentileri açığa çıkarılmıştır.

Bu raporun, Biyomedikal Mühendisliği/Teknikerliği alanında politika geliştirme süreçlerine katkı sağlayacağına, eğitimden üretime uzanan tüm ekosistemin gelişimine ışık tutacağına ve geleceğe yönelik stratejik adımların atılmasında yol gösterici olacağına inanıyoruz. Bu vesileyle; çalıştayın gerçekleşmesine katkı sunan tüm paydaşlara teşekkür eder, bu çıktılar doğrultusunda daha güçlü, yenilikçi ve sürdürülebilir bir biyomedikal ekosistemi oluşturma hedefimize kararlılıkla ilerlediğimizi önemle belirtmek isteriz.

I- EĞİTİM-MÜFREDAT, TEKNOLOJİ ve GÜNCEL KONULAR

A- Eğitim ve Müfredat

Tespit:

Biyomedikal cihaz teknolojisi önlisans ve Biyomedikal Mühendisliği lisans öğrencilerinin, öğrenimleri esnasında hastane ortamında bulunması, ameliyat ortamında cihaz bilgisine ihtiyaç duyulan klinik mühendislik uygulamalarının koşulları ve mesleki sorumluluklarını geç kalmadan tecrübe etmesi gerektiği tespit edilmiştir.

Öneriler:

- Geleneksel staj uygulamalarına ek olarak, hastane ortamında sürekli bulunmayı ve etkileşimli öğrenmeyi mümkün kılan yeni bir eğitim modeline ihtiyaç duyulmaktadır. Öğrencilerin klinik süreçleri bütüncül olarak deneyimleyebilmesi için, hastane içinde gerçekleştirilen "bütüncül uygulama dersleri" müfredatta yapılandırılmalıdır. Bu derslerin, ilgili öğretim elemanının akademik gözetimi ve mesleki sorumluluğu altında yürütülmesi, hem eğitim kalitesinin güvence altına alınması hem de öğrenci kazanımlarının sistematik biçimde izlenmesi açısından kritik önem taşımaktadır.
- Mevcut hastane ortamlarında yürütülen staj uygulamalarının, staj eğitiminde kurumsal yetkinliğe sahip sağlık kuruluşlarında gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Bu kapsamda, biyomedikal mühendisleri ile teknikerlerine kurumsal düzeyde değer atfeden, bu değer bilincini sürdürülebilir stratejilerle destekleyen ve özellikle deneyim ile uzmanlık açısından güçlü bir biyomedikal birim yapılanmasına sahip hastanelerin, devlet tarafından teşvik mekanizmaları ile önceliklendirilmesi önem arz etmektedir.
- Bu tür hastanelerin görünür kılınması; kamuoyunda farkındalığın artırılması, başarı odaklı ödüllendirme sistemlerinin geliştirilmesi ve yetkinliği belgelenmiş kurumlarda "seçilmiş ve nitelikli" öğrencilerin staj yapmasına yönelik bir yapı kurulması, bütüncül bir değer zincirinin oluşmasına katkı sağlayacaktır. Ayrıca, staj imkânlarının hastaneler arasında dengeli biçimde dağıtılabilmesi için il sağlık otoritelerinin yönlendirici ve teşvik edici rol üstlenmesi, staj sürecinin nitelikli biçimde yürütülmesi için ise üniversite ders danışmanlarının bu süreçte aktif olarak bulunması ve düzenli takip gerçekleştirmesi gerekmektedir.

Tespit:

Nitelikli ve analitik düşünebilen biyomedikal teknikerleri ile mühendislerinin yetiştirilmesi ve bu uzmanların disiplinler arası işbirliği içerisinde çalışmasının sağlanması, sağlık hizmetlerinin sürdürülebilir gelişimi açısından stratejik bir gerekliliktir. İnsan yaşamını doğrudan etkileyen kritik hataların önlenmesi; kullanılan tıbbi cihazların teknik özelliklerine hâkimiyet, sistematik bilgi birikimi ve uygulama pratiği ile mümkündür. Bu bağlamda, hastanelerin biyomedikal birimlerinde karşılaşılan çeşitli vakalar, hem hata tespiti hem de çözüm üretme süreçleri için önemli birer deneyim alanı oluşturduğu tespit edilmiştir.

Öneriler:

- Bölümlere yönelik talebin artırılması ve daha yüksek başarı sıralamasına sahip öğrencilerin programa kazandırılması, alanın akademik ve mesleki niteliğini

güçlendirecek temel unsurlardan biridir. Bu doğrultuda, biyomedikal mühendisleri ile teknikerlerinin istihdam koşullarının iyileştirilmesi kritik önem taşımaktadır. Meslek mensuplarına sunulan ücret (maaş) skalasının yükseltilmesi ve imza yetkisi gibi mesleki yetkinlik alanlarının genişletilmesi, alanın cazibesini artıracak ve nitelikli insan gücünün sektöre yönlendirilmesi önerilmektedir.

- Hastanelerde A-B-C sınıfı cihazlara yönelik sistematik bir sınıflandırmanın yapılması, biyomedikal mühendisleri ve teknikerlerinin görev, yetki ve sorumluluklarının bu sınıflara göre açık bir biçimde tanımlanmasını gerekli kılmaktadır. Görev tanımlarının netleştirilmesi ve teknik sorumluluk alanlarının rasyonel bir biçimde ayrıştırılması, meslek grupları arasında çalışma verimliliğini artıracak, kurum içi teknik işleyişte sinerji ve bütünlük sağlaması gerekmektedir.
- Biyomedikal teknikerleri ve mühendislerinin hem eğitim süreçlerinde hem de profesyonel kariyerlerinde ortak çalışma kültürünü destekleyen uygulamaların güçlendirilmesi gerekmektedir. Bu doğrultuda, iki meslek grubunu kaynaştırıcı nitelikteki bilimsel etkinliklere, teknik proje çalıştaylarına, ortak araştırma faaliyetlerine ve etkileşimli uygulama programlarına kurumsal ve maddi destek sağlanması, disiplinler arası uyumu ve yenilikçi üretim kapasitesini önemli ölçüde geliştireceği önerilmektedir.

Tespit:

Biyomedikal mühendisliği ve teknikerliği eğitimini nitelikli biçimde yürüten üniversitelerin görünürlüğünün artırılması ve bu kurumların iyi uygulamalarının teşvik mekanizmalarıyla ulusal ölçekte yaygınlaştırılmasına yönelik stratejik yol haritaları oluşturulmalıdır.

Öneri:

Biyomedikal mühendisliği ve teknikerliği eğitiminde kurumsal yetkinlik, büyük ölçüde mezunların sektördeki ve Ar-Ge ekosistemindeki performansıyla görünür hâle gelmektedir. Mezunları sektörde kurumsal yapısı ve ihracat değeri yüksek firmalarda çalışan, uluslararası akademik ortamlarda konumlanabilen veya yüksek etki değerine sahip Ar-Ge kuruluşlarında istihdam edilen üniversitelerin bu birikimi, ulusal ölçekte yaygınlaştırılmalı ve stratejik biçimde desteklenmelidir. Bu doğrultuda, yetkinliği sektörel olarak tescillenmiş üniversitelere altyapı güçlendirme, uluslararası hareketlilik programlarının finansmanı ve akademik kadroların sürekli mesleki gelişimine yönelik teşvikler sağlanarak bilgi transferi ve eğitimde mükemmeliyet kültürü sürdürülebilir hâle getirilmelidir.

Tespit:

Uygulamalı eğitim ve staj etkin eğitimin yaygınlaştırılması son derece önemlidir. Önlisans öğretimi için en az “3+1”, lisans öğretimi için en az “7+1” modeli uygulanmalıdır.

Öneriler:

- Nitelikli staj olanaklarının sınırlılığı, biyomedikal mühendisliği ve teknikerliği programlarında eğitim kalitesini zayıflatma potansiyeli taşımaktadır. Bu nedenle, tüm üniversiteleri kapsayan zorunlu ve planlı bir kontenjan azaltımı uygulanmalıdır. Alanın mesleki değerinin güçlendirilmesiyle birlikte, kademeli ve ihtiyaç odaklı kontenjan artışı ilerleyen dönemlerde yeniden değerlendirilebilir.
- Ayrıca, mühendislik programlarında bilimsel hazırlık süreçlerinin güçlendirilmesi, önlisans düzeyinde ise elektronik/biyomedikal odaklı lise programlarından geçişin teşvik edilmesi kritik önem arzetmektedir. Bu doğrultuda, tematik lise–önlisans ve tematik lise-

lisans bütünleşik eğitim modelleri geliştirilerek nitelikli insan kaynağının sürdürülebilirliği sağlanmalıdır.

Tespit:

Bazı bölgelerde mevcut altyapıya rağmen akademik yeterliliklerin homojen dağılmaması, müfredatın bütünsel ve etkin biçimde uygulanmasını sınırlamaktadır. Bu durum, ulusal ölçekte eğitim kalitesinin standardize edilmesi ve bölgesel kapasitenin dengeli biçimde güçlendirilmesine yönelik stratejik adımların atılması gerekmektedir.

Öneriler:

- Biyomedikal Mühendisliği programlarının açılışında öngörülen temel uzmanlık alanları (biyomedikal, elektrik-elektronik, mekanik, yazılım ve yaşam bilimleri) başlangıçta sağlansa da, öğretim üyesi sayısı arttıkça bu dengeli dağılım korunmamaktadır. Bu durum, belirli alt alanlarda yoğunlaşmaya ve disiplinlerarası yapının zayıflamasına yol açmaktadır. Bu nedenle, toplam kadro kapasitesi dikkate alınarak uzmanlık alanlarının eşit ağırlıkta sürdürülmesini sağlayan düzenli akademik denetimler yapılmalı, ayrıca elektromanyetik gibi temel derslerin sürekliliği güvence altına alınmalıdır.
- Güncel ve ileri teknolojik geleceğe dair konular göz önünde bulundurularak, Malzeme Mühendisliği ve Yazılım Mühendisliği gibi alanlardan akademik kadroların bulunması zorunlu hale getirilmelidir. Biyomedikal öğretiminin iki temel ekseni olan; (A) donanım–yazılım–sinyal/görüntü işleme ve (B) biyomalzeme–malzeme–nanomalzeme alanlarının, kadro artışına paralel olarak ileri düzey uzmanlıklarla (biyosensörler, giyilebilir teknolojiler, biyolojik enerji sistemleri vb.) dengeli biçimde güçlendirilmesi, bölümlerin uluslararası rekabet gücünü artıracaktır.
- Uluslararası başarı modellerinin temel göstergelerinden biri, mühendislik fakültelerinde tıp kökenli, tıp fakültelerinde ise mühendislik kökenli en az iki akademisyenin yapıya entegre edilmesidir. Bu çift yönlü akademik entegrasyon zorunlu hale getirilmelidir. Bitirme projelerinde tıp fakültesinden ortak danışmanlık mekanizmasının işletilmesi ve bu bütüncül yaklaşımı benimseyen akademisyenlerin teşviklerle görünür kılınması, disiplinlerarası eğitimin kurumsal sürdürülebilirliğini güçlendirecektir.

Tespit:

Saha gerekliliklerivle uyumlu eğitim modelleri sunmayan kurumların mezun ettiği biyomedikal mühendisleri, mesleğin genel yeterlilik algısının zayıflamasına yol açmaktadır. Bu durumun önüne geçilebilmesi için, eğitim süreçlerinin sektörel beklentilerle bütünleşik, uygulama ağırlıklı ve güncel teknolojik eğilimleri önceleyen bir yapıya kavuşturulması stratejik bir zorunluluktur. Bunu önlemek için;

Öneriler:

- Temel mühendislik derslerinin derinlikli biçimde sunulması ve bu birikimin biyoloji ile sağlık alanındaki özgün problem çözme süreçlerine entegre edilmesi kritik önemdedir. Bu amaçla, ders içeriklerinin bir bölümünde dış paydaş akademisyenlerin katkılarının alınması, mühendislik fakülteleri arasında disiplinlerarası etkileşimin artırılması ve öğretim elemanları arasında yeterlilik temelli iş birliği modellerinin teşvik edilmesi gerekmektedir. Gerekli durumlarda derslerin ortak yürütücülük modeliyle verilmesi, kurumsal teşvik mekanizmalarıyla desteklenmelidir.

- Çift ana dal ve yan dal programlarının daha etkin kullanılması, bu programlara katılma yeterliliğini sağlayan öğrencilere burs, barınma ve benzeri desteklerin sunulmasıyla güçlendirilmelidir.
- Biyomedikal mühendisliğinin yüksek disiplinlerarası yapısı, lisans eğitiminin doğal bir şekilde yüksek lisans programlarıyla bütünleşmesini gerekli kılmaktadır. Bu nedenle, yüksek lisans düzeyi, biyomedikal mühendisliğine özgü uzmanlıkların yapılandırıldığı stratejik bir aşama olarak ele alınmalı ve program kurguları bu doğrultuda yeniden tasarlanmalıdır.

Tespit:

Mevcut düzenlemeler doğrultusunda, cihazlardan veri aktarımı, *e-nabız* sistem entegrasyonu, eski nesil ekipmanların uyumluluk değerlendirmesi ve bina altyapısı ile cihaz arayüzleri arasındaki etkileşimde kritik teknik uyumsuzluklar gözlenmektedir. Bu durum, sürdürülebilir ve ileri teknolojiye dayalı bir altyapı dönüşümünün gerekliliğini açıkça ortaya koymaktadır.

Öneri:

Yeni hastanelerin planlanması ve inşasında biyomedikal mühendisliğinin uzmanlık katkısı zorunlu bir unsur haline gelmiştir. Bu nedenle, mesleğin stratejik konumunu güçlendirecek şekilde tanımlı görev alanları ve imza yetkilerinin oluşturulması, biyomedikal mühendisliğini daha cazip ve geleceğe dönük bir profesyonel alan olarak konumlandıracaktır.

Tespit:

Biyomedikal mühendisliğinin görev ve sorumluluk alanı tanımlamalarına sahip çıkılması önem arzetmektedir.

Öneri:

Mevcut durumda mesleğin Elektrik Mühendisleri Odası (EMO) altında konumlanması, biyomedikal mühendisliğinin kurumsal gereksinimlerini karşılamada yetersiz kalmaktadır. Bu nedenle ya EMO'nun Biyomedikal Mühendisliği alanına yönelik kapsamlı ve görünür bir yapısal dönüşüm gerçekleştirmesi ya da bağımsız bir Biyomedikal Mühendisleri Odası'nın oluşturulması gerekmektedir. Ayrıca, Yükseköğretim Kurulu'nun, mesleki örgütlenmenin yükseköğretimle entegrasyonu ve kalite güvencesine katkısı bağlamında daha belirgin bir değerlendirme ve yönlendirme rolü üstlenmesi önem arz etmektedir.

Tespit:

Translasyonel eğitim yaklaşımı doğrultusunda, klinik mühendislik alanındaki problemlerin sistematik biçimde tanımlanması, çözüm prototiplerinin geliştirilmesi ve ilgili düzenleyici süreçlerin etkin biçimde yönetilerek inovasyonun kliniğe taşınması sağlanmalıdır.

Öneri:

Tıp Fakültesi öğrencilerinin klinik ortamlarda edindikleri uygulamalı deneyime benzer şekilde, Biyomedikal Mühendisliği öğrencilerinin de klinik mühendislik uzmanları eşliğinde hastanelerde yapılandırılmış saha eğitimine erişimi sağlanmalıdır. Bu yaklaşım, öğrencilerin yenilikçi çözümleri cihaz ve yöntemlere entegre edebilmesini, patentlenebilir teknolojiler

geliştirmeye yönlendirilmesini ve sektörle etkileşimin kurumsal düzeyde yaygınlaşmasını mümkün kılacaktır.

Tespit:

Biyomedikal Mühendisliği Bölümlerinin kurulmasının ardından, bazı üniversitelerde temel bilim kökenli (Biyoloji, Kimya, Fizik) akademisyenlerin bu bölümlerde görevlendirilmesi, mühendislik temelli eğitim yaklaşımının zayıflamasına yol açmaktadır. Bu durum, mezunların özellikle teknik altyapı, sistem entegrasyonu ve medikal cihazlara yönelik uygulamalı yetkinlikler açısından yetersizlikler yaşamasına neden olmaktadır.
Büyük ölçüde (%90) ithalata bağımlı olan medikal cihaz sektöründe, yerli tasarım, üretim ve teknoloji geliştirme kapasitesinin artırılmasını sınırlayan bu yapısal sorunun giderilmesi kritik önem taşımaktadır. Bu kapsamda, Biyomedikal Mühendisliği Bölümlerinde akademik kadro planlamasının mühendislik disiplinleri ağırlıklı, uygulama ve sektör deneyimi yüksek bir yapıya kavuşturulması; ulusal sağlık teknolojileri ekosisteminin güçlendirilmesi ve yerli üretim vizyonunun sürdürülebilir biçimde hayata geçirilmesi açısından stratejik bir öncelik olarak değerlendirilmelidir.

Öneri:

Biyomedikal Mühendisliği Bölümlerinde görevlendirilecek akademik personelin, Tasarım-imalat, Elektrik-elektronik, elektromekanik sistemler ve yazılım-donanım entegrasyonu alanlarında güçlü bir mühendislik altyapısına sahip olması büyük önem arz etmektedir. Bu çok disiplinli yetkinlik seti, ülkemizin ihtiyaç duyduğu tıbbi cihazların teknik tasarım, geliştirme ve yerlileştirme süreçlerinde nitelikli insan kaynağının yetiştirilmesini mümkün kılacaktır. Bu doğrultuda, Biyomedikal Mühendisliği bölümlerine yapılacak akademik görevlendirme ve atamaların, mühendislik temelli, uygulama ve tasarım odaklı bir yaklaşımı esas alacak şekilde planlanması stratejik bir gereklilik olarak değerlendirilmektedir.

Tespit:

Bazı bölgelerde altyapı ve akademik kapasite yeterli olsa da, lise düzeyindeki bilgi farklılıkları özellikle önlisans programlarında öğrenim bütünlüğünü zayıflatmaktadır. Elektrik temeli güçlü öğrenciler ile diğerleri arasındaki belirgin seviye ayrışması, eğitimin gereksiz biçimde sadeleştirilmesine yol açmaktadır. Bu nedenle, programların geleceğe uyumlu ve nitelikli iş gücü üreten bir yapıya kavuşması için, giriş düzeyi yeterliliklerinin yeniden tanımlanması ve öğrenci profilini dengeleyici mekanizmaların geliştirilmesi kritik önem taşımaktadır.

Öneriler:

- Önlisans programlarına geçişte öğrenci yeterliliklerinin sistematik biçimde analiz edilmesi ve farklı hazır bulunuşluk düzeylerine göre uyarlanmış, modüler bir eğitim modeli geliştirilmelidir.
- Lisansüstü kurumlar ile tematik liseler arasında karşılıklı etkileşimi güçlendirecek teşvik mekanizmaları oluşturulmalı; böylece tematik lise–önlisans–lisans-lisansüstü ekseninde bütüncül, sürekliliği olan bir yetenek geliştirme ekosistemi tasarlanmalıdır.

Tespit:

İstihdam süreçlerinde mesleki yeterliliği belgelenmiş kişilerin tercih edilmesi temel ilke olmalıdır. Bu ilkenin uygulanmaması, teknikerlik mesleğinin kurumsal niteliğini ve profesyonel kapasitesini zayıflatmaktadır.

Öneri:

İŞKUR'un mevcut işe alım modelinin güncellenmesi gereklidir. Zira uzun süre mesleki pratikten uzak kalmış bireylerin sisteme kontrolsüz biçimde dâhil edilmesi, nitelikli istihdamın sürdürülebilirliğini zayıflatmaktadır. Bu nedenle, mesleki güncellik ve yetkinlik temelli bir seçme-değerlendirme mekanizması oluşturulmalıdır.

Tespit:

Dikey geçiş imkanlarının korunmasıyla birlikte, nitelikli tekniker yetiştirme odağının zayıflamaması sağlanmalı, iki yapı arasındaki denge sürdürülebilir bir biçimde gözetilmelidir.

Öneri:

DGS (Dikey Geçiş Sınavı) kapsamında, öğrencilerin mühendislik programlarına geçişten önce mühendislik ağırlıklı çalışma ortamlarında staj olanaklarına erişimi sağlanmalı ve geçiş hakkı, belirlenen bir süre teknikerlik deneyimi veya farklı görüşlerledetaylı incelenerek geliştirilmelidir. Bu model, hem uygulamalı mesleki olgunlaşmayı teşvik edecek hem de dikey geçişe gerek kalmaksızın nitelikli tekniker yetiştirilmesini kurumsal bir standart hâline getirecektir.

B- Geleceğin Trendleri ve Yükselen Konular

- Klinik mühendisliği ve klinik araştırma süreçleri; öncelikle hastanesi, Tıp Fakültesi ve Biyomedikal Mühendisliği Bölümleri olan üniversitelerin ortak katılımıyla bütüncül bir çerçevede ele alınmalı, devamında geniş katılımla ve ulusal ölçekte standartlaştırılmalıdır. (Bu husus kamu hastanelerinin Sağlık Bakanlığı Biyomedikal Mühendislik Hizmetleri Daire Başkanı Mustafa Arslan tarafından çalıştay esnasında dile getirilmiştir.)
- Risk planlama, risk yönetimi ve güncel kalite rehberlerine ilişkin saha bilgisinin müfredata sistematik ve kademeli biçimde yansıtılması zorunludur. Öğrencilerin MDR ve IVDR gibi regülasyonlara hâkimiyetinin güçlendirilmesi esastır.
- Veri bilimi, veri analitiği ve klinik veri değerlendirme dersleri müfredatın zorunlu bileşeni olmalı, saha deneyimleriyle desteklenerek uygulanabilirlik artırılmalıdır.
- Sağlık ekonomisi ve teknoloji-ekonomisi kapsamında temel ekonomik bilgi ve analiz yetkinlikleri arttırıcı dersler müfredata ekelenerek tüm öğrenciler için zorunlu hale getirilmelidir.
- Markalaşma, teknoloji okuryazarlığı, gelecek öngörüsü ve inovasyon yönetimi konuları sahadan uzman katkısıyla sürekli desteklenmelidir. Sanayinin müfredata marka bazlı içerik sunabilmesini sağlayacak yeni teşvik mekanizmaları geliştirilerek staj ve uygulama iş birlikleri güçlendirilmelidir. Bu derslerin akademik danışmanlık yapısı mutlaka üniversite tarafından koordine edilmelidir.
- Stratejik derslerde kapsam ve yetkinlik eşliği sağlanmalıdır. Örneğin "Biyomedikal Mühendisliğine Giriş" dersi tüm üniversitelerde ortak bir yetkinlik profiline sahip olmalıdır. Öğrencinin daha ilk yıldan mesleğin makro ve mikro ölçekli etkilerini

görmesini sağlayan yapı korunmalı, üst sınıflarda tasarım ve proje temelli bütünleştirme mekanizmaları desteklenmelidir.

- İş Sağlığı ve Güvenliği (İSG) rehberindeki temel yükümlülüklerin öğrenciler tarafından erken dönemde kavranması için vaka temelli oturumlar ve kurum temsilcileriyle buluşmalar düzenlenmelidir.
- Avrupa ve seçilmiş ortak ülkeler (Türkiye, Slovenya, Letonya, Doğu Avrupa ülkeleri vb.) ile eğitimde karşılıklı tanınırlık ve mobiliteyi artıracak modeller geliştirilmelidir. Akademik iş birliklerinin ticari ve teknolojik iş birlikleriyle paralel ilerlemesi yeni fırsatlar yaratacaktır.
- Mikrorobotik sistemler, lab-on-a-chip platformları, kişiselleştirilmiş implant teknolojileri ve "ikiz laboratuvar" modelleri gibi yenilikçi alanlar müfredatta daha görünür hale getirilmeli ve ileri laboratuvar altyapılarıyla desteklenmelidir.

C- Yenilikçi Öğretim Yöntemleri

- Temel öğretim yetkinliğinin güçlendirilmesi için; yenilikçi öğretim yaklaşımları ancak sağlam bir pedagojik temel üzerinde etkili olabilir. Bu kapsamda, stres altında öğrenme ve uygulamalı öğretimin etkinliği dikkate alınarak proje temelli ve laboratuvar odaklı öğretim modellerinin sistematik biçimde yaygınlaştırılması gereklidir.
- Önlisans ve lisans düzeylerinde nitelikli öğretimi teşvik etmek amacıyla, mezuniyetin üzerinden en az iki yıl geçmiş bağımsızlaşmış mezunların değerlendirmelerine dayanan, kurum içi veya dışı bağımsız kuruluşlarca yürütülen bir "Eğitim Yetkinliği En İyi Akademisyen" ödül mekanizması oluşturulmalıdır.
- Yenilikçi öğretim ekosisteminin geliştirilmesi için, yenilikçi pedagojik yöntemleri uygulayan akademisyenler arasında etkileşim ve deneyim paylaşımını artıracak yapılar kurulmalı, geri bildirimlerin bağımsız, ölçülebilir ve sistematik değerlendirilmesi standart hale getirilmelidir.
- Temel öğretim yöntemlerinin güçlendirilmesine paralel olarak, sanal gerçeklik gibi hızla gelişen özel sektör eğitim teknolojilerinin üniversite müfredatına entegrasyonu sağlanmalı ve öğrencilerin bu teknolojileri deneyimlemesi desteklenmelidir.
- Akademisyenlerin güncel yapay zekâ araçlarıyla aktif etkileşimini sağlayacak mekanizmalar oluşturulmalı, bu teknolojilerin erişimi güvence altına alınmalı ve düzenli tartışma platformlarıyla kurumsal öğrenme kültürü desteklenmelidir.
- Biyomedikal Mühendisliği ile Bilgisayar Mühendisliği arasında ortaklaştırılmış, yapay zekâ içerikli zorunlu dersler geliştirilmelidir. Bu dersler, uluslararası akademisyenlerin uzaktan katılımına imkân veren esnek ve küresel ölçekte erişilebilir bir modelle sunulmalıdır.

D- Akreditasyon ve Kalite Yönetimi

- Biyomedikal alanında akreditasyon normlarının (MÜDEK ve MEDEK vb bağımsız kuruluşlar) Biyomedikal alanında yetkin akademisyenlerin katkılarıyla güncellenmesi, alanın özgün gereksinimlerini yansıtan dinamik ve farklılaştırılmış standartların oluşturulması gerekir.
  MÜDEK (*Mühendislik Eğitim Programları Değerlendirme ve Akreditasyon Derneği*)
  MEDEK (*Mesleki Eğitim Değerlendirme ve Akreditasyon Derneği*)

- Akreditasyonun temel bileşeni olan öğrenci anketlerinin niteliği, öğrencinin bilinç düzeyiyle doğrudan ilişkilidir. Bu nedenle akreditasyon kuruluşlarının, öğrenciye anketlerin etkisini ve kurumsal dönüşümdeki rolünü anlatan bilinçlendirme mekanizmalarını desteklemesi; ayrıca anket sonuçlarına dayanarak yapılan iyileştirmelerin şeffaf ve düzenli biçimde geri bildirilmesi önem taşır.
- Tersine mentorluk uygulamalarının, farkındalık ve metodolojik doğruluk temelinde kurumsal kültüre entegre edilerek yaygınlaştırılması, sürdürülebilir kalite gelişimi açısından stratejik bir gerekliliktir.

II- UYGULAMA EĞİTİMLERİ (Lab., Staj, İME) ve SEKTÖR İŞ BİRLİĞİ

Üniversitelerimizdeki Biyomedikal Cihaz Teknolojisi önlisans ve lisans programlarında, bilgisayar destekli simülasyon ve mikrodenetleyici temelli uygulamalar bulunmasına karşın, laboratuvar altyapısının yetersizliği, güncel tıbbi cihazlara sınırlı erişim ve sinyal eğitim seti eksikliği temel sorunlar olarak öne çıkmaktadır. Akademik kadroların sektörün hızla dönüşen gereksinimlerine uyum sağlayamaması, müfredat-sektör etkileşiminin zayıflığını daha da derinleştirmektedir.

Bu kapsamda, ders içeriklerinin ve saatlerinin yeniden yapılandırılması, hastanelerle güçlü iş birlikleri kurularak modern cihaz ve laboratuvar desteğinin sağlanması, sektör temsilcilerinin müfredat geliştirme ve eğitim süreçlerine sistematik biçimde entegre edilmesi gerekmektedir. Ayrıca, senkron uzaktan eğitimin sınırlandırılması ve proje-tabanlı, disiplinler arası öğrenme modellerinin yaygınlaştırılması, uygulamalı eğitimin niteliğini artıracaktır.

Orta ve uzun vadede, programların akreditasyon süreçlerine yönlendirilmesi ve kamuda biyomedikal personel istihdamının artırılması, hem mesleki standartların yükseltilmesine hem de ulusal sağlık teknolojileri ekosisteminin güçlendirilmesine katkı sağlayacaktır.

A- Laboratuvar ve Uygulamalı Eğitimin Genel Durumu

Tespitler:

- Kalibrasyon eğitiminin etkililiğinin artırılabilmesi için dersin uygulama ağırlıklı olarak yeniden yapılandırılması ve pratik beceri kazanımını önceleyen pedagojik yaklaşımların müfredata entegrasyonunun sağlanması gerekmektedir.
- Kalibrasyon dersine tahsis edilen haftalık ders saatlerinin, güncel sektör ihtiyaçları, öğrencilerin uygulama gereksinimleri ve program çıktıları doğrultusunda yeniden değerlendirilmesi önerilmektedir.
- Uygulamalı eğitim süreçlerinde kullanılan ileri düzey tıbbi cihazlara erişimde yaşanan kısıtlılıkların giderilmesi için sektör iş birliklerinin güçlendirilmesi, cihaz tedarik mekanizmalarının çeşitlendirilmesi ve paydaş temelli çözüm modellerinin geliştirilmesi önem arz etmektedir.
- Temel ve ileri düzey biyomedikal sinyallerin öğretilmesinde kritik öneme sahip sinyal eğitim setlerindeki eksikliklerin giderilmesi, simülasyon temelli öğrenme materyallerinin güncellenmesi ve laboratuvar altyapısına entegre edilmesi gerekmektedir.
- Laboratuvar altyapısında yaşanan fiziki kapasite ve donanım yetersizliklerinin giderilmesi; öğrencilerin tıbbi cihazlara doğrudan temas ederek gözlem, analiz ve uygulama yapabilmesine imkân sağlayacak güvenli, erişilebilir ve standartlara uygun öğrenme ortamlarının oluşturulması stratejik bir ihtiyaçtır.
- Radyoloji cihazları dışında, laboratuvar altyapısının birçok tıbbi cihaz kategorisi açısından zengin ve çeşitlendirilmiş bir yapıya sahip olduğu görülmüş olup, bu mevcut kapasitenin daha etkin kullanımı için eğitim–öğretim süreçlerinin optimize edilmesi önerilmektedir.

Öneriler:

- Uygulama altyapısının güçlendirilmesi amacıyla, biyomedikal laboratuvarlarında mevcut ekipman eksikliklerinin sistematik bir envanter çalışmasıyla belirlenerek önceliklendirilmesi ve tamamlanması gerekmektedir.
- Sinyal üretimi ve analizine yönelik eğitim setlerinin, tüm Biyomedikal Cihaz Teknolojisi programlarında standartlaştırılarak yaygınlaştırılması; ilgili derslerin ağırlıklı olarak laboratuvar ortamında, uygulamalı öğrenme yöntemleriyle yürütülmesi önem arz etmektedir.
- Tıbbi cihazlara ilişkin uygulama sürelerinin artırılması, öğrencilerin mesleki yeterlilik, arıza tespiti, bakım–onarım ve kalibrasyon becerilerinin güçlendirilmesine yönelik önemli bir katkı sağlayacaktır.
- Hizmet dışı bırakılan (H.E.K.: Hurda-Enkaz-Köhne) veya teknolojik açıdan güncelliğini yitirmiş cihazların, eğitim amaçlı kullanılmak üzere hastanelerden temin edilmesi; böylece öğrencilerin geniş cihaz çeşitliliğiyle deneyim kazanmasının sağlanması önerilmektedir.
- Sağlık kurumları ile kurumsal iş birliklerinin güçlendirilmesi amacıyla, laboratuvar kurulumu ve modernizasyonu için resmi protokoller yapılması; hastanelerden teknik ve donanımsal destek alınmasına yönelik sürdürülebilir bir mekanizma oluşturulması gerekmektedir.
- Hazır yazılım (Arduino, SolidWorks, AutoCAD vb.) uygulamalarına yönelik becerilerin geliştirilmesi, problem çözme ve tasarım odaklı düşünme yetkinliklerinin artırılması amacıyla; sanal gerçeklik (VR) tabanlı bir eğitim laboratuvarının yapılandırılması stratejik bir yatırım niteliği taşımaktadır.
- Biyomedikal alanında nitelikli insan kaynağının yetiştirilmesi ve uygulama temelli eğitimin güçlendirilmesi amacıyla, biyomedikal programlarının; bünyesinde Biyomedikal ve Klinik Mühendislik birimi bulunan büyük ölçekli hastanelerin yer aldığı illerde konumlandırılması stratejik bir gereklilik olarak değerlendirilmektedir. Bu çerçevede, Sağlık Hizmetleri ve Teknik Bilimler bünyesinde faaliyet gösteren biyomedikal programları arasında kurumsal ve sürdürülebilir iş birliği mekanizmalarının oluşturulması; eğitim, uygulama, staj ve ortak proje süreçlerinin bütüncül bir yaklaşımla yürütülmesi önerilmektedir. Bu yapılanmanın, mezunların sektörel yetkinliklerini artıracağı ve sağlık teknolojileri ekosistemine doğrudan katkı sağlayacağı öngörülmektedir.
- Sağlık Hizmetleri veya Teknik Bilimler bünyesinde yürütülen Biyomedikal programlarında, öğrencilerin uygulama yetkinliklerinin artırılmasına yönelik olarak yapılandırılmış ve sürdürülebilir bir eğitim modeli geliştirilmesi önerilmektedir. Bu kapsamda, programın 1., 2. ve 3. yarıyıllarında öğrencilerin mesleki ve teknik kuramsal altyapılarının güçlendirilmesi; 4. yarıyılda ise mesleki derslerin uygulama bileşenlerinin haftada iki gün olacak şekilde yoğunlaştırılması uygun görülmektedir. Uygulama günlerinde öğrencilerin, ders sorumlusu akademik personelin koordinasyonunda ve uygulama birimlerinde görevli yetkililerin gözetiminde, iş birliği protokolleri bulunan hastanelerin Klinik Mühendislik, Biyomedikal Birimleri, Mühendislik ve Biyomekanik Birimleri, Ameliyathaneler, Tıbbi Görüntüleme ve Nükleer Tıp gibi kritik alanlarına planlı rotasyonlar dâhilinde yönlendirilmesi önerilmektedir. Bu rotasyonlar aracılığıyla öğrencilerin farklı disiplinlerdeki uygulama süreçlerini yerinde gözlemlemeleri ve mesleki becerilerini gerçek çalışma ortamlarında geliştirmeleri hedeflenmektedir

B- Uygulama Dersleri, Kontenjan ve Öğretim Elemanı Sorunları

Tespitler:

- Uygulamalı eğitim süreçlerinde kontenjan-planlama uyumsuzlukları, öğrenci başına düşen cihaz, ekipman ve danışmanlık imkânlarını sınırlayarak eğitim kalitesini olumsuz etkilemektedir.
- 10 saatin üzerindeki uygulama derslerine ek ders ücreti verilmemesi, öğretim elemanlarının uygulama yoğunluklu ders planlamalarında kısıtlayıcı bir faktör oluşturarak nitelikli uygulamalı eğitimin sürdürülebilirliğini azaltmaktadır.
- Sektörün güncel ihtiyaçları ile uyumlu olmayan müfredat yapıları, mezun yeterliliklerinin iş gücü piyasası beklentileriyle tam olarak eşleşmesini engellemektedir.
- Yapay zekâ destekli simülasyon, ölçüm ve analiz laboratuvarlarının eksikliği, dijitalleşen tıbbi cihaz teknolojileri alanında modern eğitim ekosisteminin oluşmasını sınırlamaktadır.
- Öğretim elemanlarının sürekli mesleki gelişim ve teknoloji güncelliğine yönelik destek mekanizmalarının yetersizliği, akademik kadroların yenilikçi içerikler üretmesini güçleştirmektedir.
- Uzmanlık alanı ile örtüşmeyen ders görevlendirmeleri, ders içeriği bütünlüğünü ve öğrenme çıktılarının niteliğini olumsuz etkileyebilmektedir.
- Biyomedikal Cihaz teknolojisi tanımında da yer aldığı üzere görevlendirilen akademik personelin Elektrik-Elektronik, Elektromekanik, Yazılım-Donanım bilgisi ve Anatomi fizyoloji bilgisine sahip, tıbbi cihazlarda teknik çözümleme ve gerektiğinde tasarım yapabilecek niteliklere haiz akademisyenler görevlendirilmelidir.
- Güç Elektroniği dersinin müfredatta yer almaması ve elektrik motorlarına ilişkin temel/ileri düzey teknik bilgilendirmelerin yapılmaması, özellikle biyomedikal cihazların mekatronik ve sürücü sistemlerini anlamada önemli bir eksiklik doğurmaktadır.

Öneriler:

- Derslerin, içerik ve nitelik açısından ilgili uzmanlığa sahip öğretim elemanları tarafından yürütülmesi; uzmanlık alanıyla örtüşmeyen ders atamalarının önlenmesi gerekmektedir.
- Akademi–sektör etkileşiminin kurumsal düzeyde güçlendirilmesi, ortak projeler, danışma kurulları ve işbirliği mekanizmalarıyla sürdürülebilir bir yapıya kavuşturulması önem taşımaktadır.
- Güç elektroniği dersinin uygulamalı bileşenlerle zenginleştirilmesi, öğrencilerin kuramsal bilgiyi gerçek sistemler üzerinde deneyimleyebilmesine olanak sağlayacaktır.
- Ders atamalarının, öğretim elemanlarının güncel bilgi birikimi, pedagojik yetkinliği ve alan tecrübesi temelinde yeniden yapılandırılması, eğitimde kalite güvencesinin yükselmesine katkı sunacaktır.

C- Lisans Eğitimi ve Laboratuvar Altyapısı Geliştirme

Tespitler:

- Uzun yıllar boyunca bağımsız laboratuvar imkânı bekleyen öğretim elemanlarının varlığı, araştırma projelerinin geliştirilmesini ve kurumsal bilimsel üretkenliğin sürdürülebilirliğini olumsuz etkilemektedir.

- Nitelikli araştırma çıktılarının üretilebilmesi için laboratuvar altyapısının vazgeçilmez olduğu ve laboratuvarsız bir akademik çalışma ortamının bilimsel ilerlemeyi ciddi biçimde sınırlandırdığı tespit edilmiştir.
- Mevcut laboratuvar olanaklarının nicelik ve nitelik bakımından yetersiz olması, hem öğretim elemanlarının hem de öğrencilerin uygulamalı araştırma ve Ar-Ge faaliyetlerine etkin biçimde katılımını sınırlamakta; bu nedenle laboratuvar kapasitesinin stratejik bir yaklaşımla güçlendirilmesi gerekmektedir.

Öneriler:

- Sektörün güncel ve geleceğe dönük ihtiyaçlarını karşılayacak nitelikte, esnek ve güncellenebilir bir müfredat yapısının oluşturulması; böylece mezunların yetkinliklerinin iş dünyası beklentileriyle uyumlu hâle getirilmesi.
- Laboratuvar altyapısındaki yetersizliklerin giderilmesi amacıyla sektör firmalarıyla kurumsal iş birliklerinin güçlendirilmesi ve uygulama temelli eğitim süreçlerine dış paydaş desteğinin sistematik olarak dâhil edilmesi.
- Eğitim-öğretim faaliyetlerinin niteliğini artırmak için laboratuvarların modern, iyi donanımlı ve araştırma–geliştirme projelerine uygun şekilde yapılandırılması; ayrıca alan bazlı özel proje laboratuvarlarının kurulması.
- Bitirme projelerinin mühendislik eğitiminin temel çıktılarından biri olarak konumlandırılması, özgün, yenilikçi ve tasarım odaklı projelerin teşvik edilmesi ve proje değerlendirme süreçlerinin kalite güvencesi çerçevesinde standartlaştırılması.
- Tasarım odaklı düşünme yaklaşımını merkeze alan proje tabanlı derslerin müfredat içinde güçlendirilmesi, öğrencilerin gerçek dünya problemlerine yaratıcı çözüm üretebilecek yetkinliklerle donatılması.
- Lisans programlarında elektronik, makine, malzeme ve kimya disiplinlerine dayalı uzmanlık paketlerinin son sınıfta yapılandırılmış seçenekler olarak sunulması, öğrencilerin kariyer hedeflerine uygun bir uzmanlık alanına yönlendirilebilmesi ve disiplinler arası yetkinlik kazanımlarının desteklenmesi.

D- Staj Uygulamaları ve Mesleki Yönlendirme

Tespitler:

- Bölgesel staj olanaklarının sınırlı olması, öğrencilerin uygulamalı eğitim (staj) süreçlerine erişiminde önemli bir kapasite kısıtı oluşturmaktadır.
- Kariyer kapısı üzerinden iletilen staj bilgilerinin öğrencilere geç yansıması, öğrencilerin planlama süreçlerini aksatmakta ve staj yerleşimlerinde belirsizlik yaratmaktadır.
- İME kapsamında bazı özel sektör kuruluşlarının zorunlu staj ücretlerini karşılamaması, öğrencilerin işletme temelli mesleki eğitim yerlerine erişiminde yapısal bir güçlük oluşturmakta; bu durum İME (*İşletmelerde Meslek Eğitimi*) sürecinin sürdürülebilirliğini olumsuz etkilemektedir.
- 20 iş günlük staj süresinin uygulama açısından yetersiz kalması, öğrencilerin sektör becerilerini derinleştirmesini engellemekte ve staj programlarının etkililiğini azaltmaktadır.

Öneriler:

- Staj öncesi hazırlık süreçlerinin güçlendirilmesi için, öğrencilerin staj deneyiminden maksimum fayda sağlaması için, staja başlamadan önce görev tanımlarının, beklentilerin ve sorumluluk alanlarının sistematik bir biçimde öğrencilere aktarılması gerekmektedir.

- Değerlendirme mekanizmalarının güncellenmesi için, mevcut staj değerlendirme formlarının, sektörün güncel ihtiyaçları ve yetkinlik temelli ölçme-değerlendirme yaklaşımları doğrultusunda revize edilmesi önerilmektedir.
- Mülakat ve profesyonel iletişim becerilerinin geliştirilmesi için, staj başvuru süreçlerinde öğrencilerin profesyonel kimlik oluşturma becerilerinin desteklenmesi amacıyla, mülakat teknikleri, öz-ifade yöntemleri ve çalışma motivasyonunu aktarma stratejilerinin eğitim sürecine entegre edilmesi önem arz etmektedir.
- İME (*İşletmelerde Meslek Eğitimi*) kapsamındaki finansal sürdürülebilirliğin desteklenmesi için, özel sektörün İME uygulaması esnasında öğrencilere ödenen ücretlerde zorlanmasının önüne geçmek adına, devlet destekli teşvik mekanizmalarının devreye alınması önerilmektedir.
- Lisans düzeyi staj yerleşimlerinin niteliksel olarak çeşitlendirilmesi için, Lisans öğrencilerinin işletme stajlarında AR-GE merkezleri, üretim tesisleri ve tıp fakültelerine bağlı klinik mühendislik birimleri gibi proje ve mühendislik odaklı ortamlara yönlendirilmesi, öğrencilerin yenilikçi ve araştırma temelli yetkinlikler edinmesini destekleyecektir.
- Kademeli ve bütüncül staj modeli için, ön lisans ve lisans programlarında toplam 40 iş günü (20+20) staj uygulamasının yeniden yapılandırılması, ilk stajın üretim veya servis firmalarında, ikinci stajın ise hastanelerde gerçekleştirilmesi, sektörün farklı boyutlarının bütüncül bir biçimde deneyimlenmesine katkı sağlayacaktır.
- Program düzeyine özgü staj modellerin uygulanması için, önlisans programları için 3+1 modeli (3. veya 4. yarıyılda yoğunlaştırılmış staj) ve lisans programları için 7+1 modeli (7. veya 8. yarıyıllarda sektörel uygulama) önerilmekte olup, bu modeller öğrencinin iş yaşamına geçiş sürecini daha sistematik hale getirmektedir.
- Staj kurumlarının niteliğinin belirlenmesi için, staj uygulamalarının satış, servis ve üretim firmalarında veya klinik mühendislik birimi bulunan hastanelerde yürütülmesi, öğrencilerin mesleki yeterliklerini artıracak uygun öğrenme ortamlarını garanti altına alacaktır.
- Önlisans düzeyinde uygulama temelli eğitimin güçlendirilmesi için; programların ikinci sınıfından itibaren haftada en az bir gün "*Biyomedikal Teknikerliği Uygulama*" dersinin müfredata eklenmesi ve bu ders kapsamında öğrencilerin hastanelerdeki klinik mühendisliği birimlerinde düzenli uygulama yapmaları önerilmektedir. Bu yaklaşım, sektör-eğitim entegrasyonunu kurumsallaştırarak öğrencilerin mezuniyet öncesi pratik deneyimini önemli ölçüde artıracaktır.

E- Sektör İş Birlikleri ve Mezunların İstihdamı

Tespitler:

- Sektörde nitelikli ara eleman ihtiyacının sürdüğü ve bu ihtiyacın eğitim–istihdam ilişkisini güçlendirecek politikalarla desteklenmesi gerektiği tespit edilmiştir.
- Öğrenci Temsilcisi tarafından, belirli bir ciro seviyesine sahip biyomedikal işletmelerde biyomedikal teknikerlerine mesul müdürlük yetkisi verilmesine yönelik düzenlemelerin değerlendirilmesi talep edilmiştir. Bu yaklaşımın, teknikerlerin mesleki sorumluluk alanlarını genişleterek sektörde yetkinlik temelli bir yapılanmayı teşvik edebileceği ifade edilmiştir.

Öneriler:

- Sektör–üniversite iş birliğinin güçlendirilmesi amacıyla laboratuvar altyapısına yönelik destek mekanizmalarının geliştirilmesi ve uygulamalı eğitimin niteliğinin artırılması.
- El becerisi yüksek öğrencilerin yalnızca DGS (Dikey Geçiş Sınavı) yönlendirmesiyle sınırlandırılmayıp, iş gücü piyasasının ihtiyaç duyduğu teknik alanlara yönlendirilmelerine yönelik kariyer rehberliği ve yönlendirme süreçlerinin yapılandırılması.
- Sektör taleplerine uygun niteliklerle yetiştirilen öğrencilerin istihdam edilebilirlik oranlarının artırılmasına yönelik program geliştirmenin, kurumsal bir öncelik olarak ele alınması.
- Müfredatı zenginleştirmek amacıyla sektör temsilcilerinin, firma yetkililerinin ve alan uzmanlarının derslere davet edilerek uygulama temelli öğrenme ortamlarının desteklenmesi.
- Şehir hastanelerinin sahip olduğu geniş cihaz parkurunun, ön lisans ve lisans öğrencilerinin staj deneyimlerini çeşitlendirmede önemli bir fırsat olduğu dikkate alınarak, üniversiteler ile şehir hastaneleri arasında kurumsal iş birliklerinin artırılması.
- Sektör kurumları, temsilciler ve akademisyenlerin katılımıyla düzenli danışma kurulu toplantıları gerçekleştirilmesi, bu toplantılardan elde edilen çıktılara göre müfredatın düzenli olarak güncellenmesi ve sektörel beklentilere uyarlanması.
- Öğrencilerin güncel teknoloji ve endüstri gelişmelerini takip edebilmesi için sektör ziyaretleri, teknik geziler, ulusal/uluslararası fuar ve kongre katılımlarının desteklenmesi ve kurumsal düzeyde teşvik mekanizmalarının oluşturulması.

F- Yenilikçi Öğretim Yöntemleri ve Uzaktan Eğitim

Tespitler:

- Senkron uzaktan eğitim uygulamalarının pedagojik açıdan yeterli etkileşim ve öğrenme derinliği sağlayamadığı yönünde görüşler bulunmaktadır.
- Öğretim süreçlerinde yenilikçi ve öğrenci merkezli yöntemlerin sistematik biçimde uygulanmasında eksiklikler olduğu değerlendirilmektedir.

Öneriler:

- Proje tabanlı öğrenme modelinin çağdaş mühendislik ve sağlık teknolojileri eğitiminde temel bir gereklilik olduğu değerlendirilmektedir.
- Uzaktan eğitim uygulamalarının, yalnızca YÖK tarafından belirlenen ortak dersler gibi uygun içeriklerle sınırlı tutulması önerilmektedir.
- Asenkron uzaktan eğitim yöntemlerinin, öğrenci merkezli öğrenmeyi destekleyecek şekilde yapılandırılması gerekmektedir.
- Uzaktan telafi derslerinin düzenlenmesi, öğrenme çıktılarının pekiştirilmesine ve eksik kazanımların tamamlanmasına katkı sağlayacaktır.
- Sanal gerçeklik (VR) tabanlı eğitim teknolojilerinin, uygulamalı derslerde öğrenme deneyimini güçlendirmek üzere müfredata entegrasyonu önem taşımaktadır.
- Disiplinler arası proje uygulamalarının (örneğin biyomedikal, makine ve bilgisayar programcılığı öğrencilerinin ortak projeler yürütmesi) öğrencilerin problem çözme ve inovasyon kapasitelerini artıracağı öngörülmektedir.
- Öğrencilerin teknik yetkinliklerini geliştirmek amacıyla sınıf içi cihaz tanıtım sunumlarının düzenlenmesi teşvik edilmelidir.

- Grup temelli proje görevleri aracılığıyla iş birliği, koordinasyon ve proje yönetimi becerilerinin geliştirilmesi hedeflenmelidir.
- Öğrencilerin akademik ve sosyal gelişimini desteklemek için öğrenci topluluklarının yapılandırılması ve aktif şekilde desteklenmesi önemlidir.
- Proje bazlı eğitimin, ilgili derslerin pedagojik tasarımı içine sistematik biçimde entegre edilmesi, sürdürülebilir bir öğrenme kültürü oluşturacaktır.

G- Akreditasyon, Dil Eğitimi ve İstihdam

Tespitler:

- MEDEK, MÜDEK ve benzeri akreditasyon süreçlerinin kurumlar üzerinde önemli düzeyde bürokratik yük oluşturduğu; bu durumun kalite güvencesi çalışmalarının etkinliğini azaltabildiği değerlendirilmektedir.
- İngilizce öğretimine ilişkin mevcut kapasitenin, küresel ölçekte rekabet edebilir nitelikli mezunlar yetiştirmek için güçlendirilmesi gerekmektedir.
- Mezun istihdam oranlarındaki düşüş, program çıktılarının sektör beklentileriyle daha uyumlu hâle getirilmesini ve paydaşlarla işbirliği süreçlerinin stratejik olarak yeniden yapılandırılmasını zorunlu kılmaktadır.

Öneriler:

- Ön lisans ve lisans düzeyindeki tüm programlarda İngilizce hazırlık eğitiminin yanı sıra mesleki İngilizce öğretiminin güçlendirilmesi, küresel ölçekte rekabet edebilir nitelikte mezunlar yetiştirilmesi açısından kritik bir gereklilik olup zorunlu hale getirilmesi önerilmektedir.
- Biyomedikal Cihaz Teknolojisi programları ile Biyomedikal Mühendisliği Bölümlerinin ulusal ve uluslararası akreditasyon süreçlerine dahil edilmesi, programların kalite güvencesini artırarak sektörün beklentileriyle daha uyumlu, sürdürülebilir ve yenilikçi bir eğitim ekosistemi oluşturulmasına katkı sağlayacaktır.
- Kamu kurumlarında biyomedikal teknikerleri ve mühendislerinin istihdamının artırılması, sağlık hizmetlerinin teknolojik altyapısının güçlendirilmesi ve bakım-onarım süreçlerinde kurumsal verimliliğin yükseltilmesi açısından stratejik bir ihtiyaç olarak değerlendirilmektedir.

III- MESLEKİ GELECEK, ETİK ve SOSYAL BOYUT

A- Gelecek Odaklı Konular

Öneriler:

- Medikal bilişim altyapılarının uluslararası standartlarla uyumlu şekilde güçlendirilmesi amacıyla, Medikal IT Siber Güvenlik, HL7 (Health Level Seven) ve ilgili sağlık veri iletişim protokollerinin eğitim müfredatlarına sistematik olarak entegre edilmesi.
- Kişiye özgü biyomalzemeler, vücut içi implantlar ve stent teknolojilerindeki güncel yeniliklerin, hem biyomedikal mühendisliği öğrencileri hem de sağlık teknik personeli için ileri seviye bilgilendirme ve uygulamalı eğitim programlarıyla desteklenmesi.
- Yapay zekâ tabanlı sistemler ve dijital ikiz teknolojilerinde kullanılan parametre doğrulama süreçlerinin, matematiksel modelleme, hesaplamalı simülasyon ve performans analiz yöntemleri çerçevesinde kapsamlı biçimde öğretilmesi.
- Gen teknolojileri, sentetik biyoloji uygulamaları ve DNA tabanlı veri depolama gibi gelecek odaklı biyoteknolojik yenilikler hakkında disiplinlerarası eğitim içeriklerinin oluşturulması ve bu konudaki araştırma-ekosisteminin güçlendirilmesi.

B- Yapay Zeka Çalışmaları:

Öneriler:

- Tıbbi cihazlarda entegre yapay zekâ modüllerinin geliştirilmesi; Tıbbi cihazlarda entegre yapay zekâ modüllerinin geliştirilerek tanı, izleme ve tedavi süreçlerinin daha öngörülebilir, güvenilir ve kişiselleştirilmiş hâle getirilmesi.
- Klinik veri doğrulama mekanizmalarının yapay zekâ ile güçlendirilmesi; Klinisyenler tarafından üretilen hasta verilerinin doğruluk, tutarlılık ve bütünlük açısından yapay zekâ tabanlı algoritmalarla doğrulanması; böylece veri kalitesinin artırılarak klinik hata payının azaltılması.
- İleri düzey tıbbi karar destek sistemlerinin geliştirilmesi; Tanısal ve tedaviye yönelik karar süreçlerini destekleyen, çok boyutlu klinik veriyi analiz edebilen ve sağlık profesyonellerine gerçek zamanlı öneriler sunan gelişmiş tıbbi karar destek sistemlerinin tasarlanması ve yaygınlaştırılması.

C- Anonimleştirilmiş ulusal veri setlerinin oluşturulması

Öneriler:

- Ulusal Fizyolojik ve Tıbbi Görüntüleme Veri Ekosistemi; Araştırma, eğitim ve klinik uygulamaları destekleyecek nitelikte ulusal ölçekte bir fizyolojik ve tıbbi görüntüleme veri tabanının oluşturulması ve sürdürülebilir şekilde geliştirilmesi.
- Yapay Zekâ Okuryazarlığı ve Uygulamaları; Sağlık meslek yüksekokullarında yapay zekâya yönelik temel okuryazarlık, algoritmik düşünme, etik analiz ve uygulama geliştirme modüllerini içeren yeni derslerin yapılandırılması.

- Sağlık Yönetimi ve Raporlama Becerileri; Hastane yöneticilerine yönelik veri temelli karar destek süreçlerini güçlendirmek amacıyla raporlama teknikleri, performans göstergeleri ve sağlık ekonomisi odaklı ders içeriklerinin müfredata eklenmesi.
- Büyük Veri Analitiği; Hastanelerde üretilen büyük sağlık verisinin analizi, veri madenciliği ve anlamlı bilgiye dönüştürülmesine yönelik uygulamalı veri bilimi derslerinin yaygınlaştırılması.
- Tıbbi Teknoloji Yönetimi; Teknik şartname hazırlanması, ihale ve satın alma yönetimi, mevzuat süreçleri, muayene–kabul prosedürleri ve kalite güvence süreçlerinin eğitim programlarına entegre edilmesi.
- Tıbbi Cihaz Regülasyonları; MDR, CE, FDA gibi uluslararası tıbbi cihaz mevzuatlarına ilişkin belgelendirme, uygunluk değerlendirme ve kalite yönetim sistemi süreçlerinin kapsamlı şekilde öğretilmesi.
  MDR (Medical Device Regulation)
  CE (Conformité Européenne)
  FDA (Food and Drug Administration)
- Tıbbi Cihaz Yaşam Döngüsü Eğitimi; satın alma, envanter yönetimi, bakım–onarım–kalibrasyon, yedek parça temini ve hurdaya ayırma aşamalarını içeren yaşam döngüsü yaklaşımının programlara sistematik biçimde dahil edilmesi.
- Öğretim Elemanı Kadrolarının Güçlendirilmesi; Meslek yüksekokullarında uygulama deneyimini artırmak amacıyla sektörden uzman ve deneyimli profesyonellerin öğretim elemanı olarak istihdam edilmesini kolaylaştıran düzenlemelerin geliştirilmesi.
- Tıp–Mühendislik Ar-Ge Kültürünün Yaygınlaştırılması; Tıp fakülteleri ile mühendislik birimlerinin ortak araştırma ekosisteminin desteklenmesi, yenilikçi tıbbi cihaz, biyoteknoloji ve dijital sağlık ürünleri geliştirmeye yönelik Ar-Ge iş birliklerinin teşvik edilmesi.
- Nörobilim ve Beyin–Bilgisayar Arayüzleri; Neuralink benzeri yeni nesil beyin–bilgisayar arayüzleri, nöroteknoloji ve nöromühendislik alanlarında temel farkındalık ve uygulama düzeyinde eğitimlerin verilmesi.
- Robotik, Mikrorobotik ve Biyoenformatik; Robotik cerrahi, mikrorobot teknolojileri ve biyoenformatik sistemlere yönelik uzmanlık odaklı ders içeriklerinin geliştirilmesi.
- Malzeme Bilimi ve Nanoteknoloji; Sağlık alanında kullanılan ileri malzemeler, nano-yapılar, yüzey modifikasyonları, kaplama teknolojileri ve ilaç–malzeme etkileşimlerinin kuramsal ve uygulamalı olarak öğretilmesi.
- İlaç Tasarımı ve Taşınım Sistemleri; Kanser tedavilerinde hedefe yönelik ilaç tasarımı, ilaç taşıyıcı sistemleri ve farmasötik biyoteknoloji konularında disiplinler arası eğitim programlarının geliştirilmesi.
- Klinik Araştırmalar ve Etik Süreçler; Biyomedikal mühendisliği öğrencilerinin klinik araştırma yöntemleri, etik kurul başvuru süreçleri, dokümantasyon gereklilikleri ve düzenleyici çerçeveler konusunda bilgilendirilmesi.
- Proje Tasarımı ve Fon Mekanizmaları; TÜBİTAK, TÜSEB, KOSGEB ve Kalkınma Ajansları gibi kurumlara yönelik proje başvurusu, değerlendirme kriterleri ve fon yönetimi konularında uygulamalı proje yazma eğitimlerinin verilmesi.
- Biyoelektronik ve Entegre Sistemler; Biyoelektronik, biyosensörler ve biyomedikal enstrümantasyon konularının teknikerlik ve mühendislik programlarında geniş kapsamlı, uygulama ağırlıklı olarak işlenmesi.
- Uzmanlaşmayı Destekleyen Seçmeli Dersler; Öğrencilerin ilgi alanlarına göre akademik ve sektörel uzmanlaşma sağlayabilmeleri için seçimlik ders havuzunun genişletilmesi.

- Mesleki İngilizce Yeterliliği; Uluslararası literatüre erişim, teknik dokümantasyon ve profesyonel iletişim becerilerini güçlendirmek üzere mesleki İngilizce düzeyinin artırılmasına yönelik programların geliştirilmesi.
- Mesleki Standartların Oluşturulması; Biyomedikal mühendis, tekniker ve teknisyenlerinin yetkinliklerinin ulusal meslek standartları doğrultusunda tanımlanması ve sertifikasyon süreçlerinin geliştirilmesi.
- Bakım–Onarım–Kalibrasyon Yönetimi; Hastanelerde firmalarla yapılacak hizmet sözleşmelerine yönelik standartların belirlenmesi ve maliyetlendirme yöntemlerinin öğretildiği derslerin oluşturulması.
- Uygulamalı Eğitim Altyapısı; Teknik bilimler meslek yüksekokullarının, sektörel iş birlikleri ve uygulamalı laboratuvar kapasitesi doğrultusunda mekânsal ve teknik açıdan yeniden yapılandırılması (Teknik bilimler Meslek Yüksekokullarının sağlık müdürlükleri ile işbirliği yaparak HEK'e ayırılmış çalışır durumdaki tıbbi cihazları uygulamalı eğitim yaılmak üzere yöksekokula devredilmesi).

D- Akreditasyon ve Kalite Güvence Sistemi

Öneriler:

- MÜDEK, MEDEK, ABET, JCI gibi ulusal ve uluslararası akreditasyon programlarının kapsamı, değerlendirme ölçütleri ve kalite güvencesi yaklaşımlarının öğrencilere sistematik biçimde aktarılması.
  ABET (*Accreditation Board for Engineering and Technology*)
  MÜDEK (*Mühendislik Eğitim Programları Değerlendirme ve Akreditasyon Derneği*)
  MEDEK (*Mesleki Eğitim Değerlendirme ve Akreditasyon Derneği*)
  JCI (*Joint Commission International, Uluslararası Ortak Komisyon*)
- Akreditasyon süreçlerinin kurumsal gelişime, mesleki yetkinliklere ve mezunların ulusal/uluslararası istihdam olanaklarına sağladığı avantajların ders içeriklerine bütüncül bir bakış açısıyla entegre edilmesi.
- Öğretim elemanlarının güncel akreditasyon yaklaşımları, değerlendirme mekanizmaları ve kalite güvence kültürü hakkında düzenli bilgilendirilmesi ve farkındalıklarının artırılması.
- Hastanelerde yürütülen akreditasyon uygulamaları, sağlıkta kalite standartları ve JCI (*Joint Commission International, Uluslararası Ortak Komisyon*) gibi uluslararası kalite değerlendirme süreçlerinin müfredatta teorik ve uygulamalı örneklerle yer alması.
- Kalite yönetimi, girişimcilik ve yenilikçilik gibi derslerin farklı disiplinlerle iş birliği içinde sunularak öğrencilerin çok boyutlu düşünme ve sektörler arası etkileşimi kavrama becerilerinin güçlendirilmesi.
- Mesleğe özgü ISO standartları, kalibrasyon gereklilikleri, uyum ve akreditasyon kriterleri gibi teknik normların öğrencilere analitik bir çerçevede öğretilmesi ve uygulamaya yönelik içeriklerle desteklenmesi.

E- Mesleki Sorumluluk ve Etik

Öneriler:

- Biyomedikal mühendisleri ve teknikerlerine yönelik mesleki yeterlilik çerçevelerinin güncel teknoloji, sektör gereksinimleri ve uluslararası standartlar doğrultusunda tanımlanması; eğitim müfredatlarının bu yetkinlikleri destekleyecek şekilde yeniden yapılandırılması.

- Yapay zekâ temelli tıbbi uygulamaların etik, hukuki ve metodolojik boyutlarının değerlendirilmesi; algoritmik doğruluk, şeffaflık ve güvenilirlik analizlerinin sistematik biçimde yürütülmesi.
- Yapay zekâ tabanlı sağlık çözümlerinin geliştirilmesinde, bağımsız ve akredite kuruluşlardan test, validasyon ve doğrulama desteği alınarak kalite ve güvenlik standartlarının garanti altına alınması.
- Tıbbi cihazlar ve sağlık verileri için ulusal ve uluslararası siber güvenlik protokollerine uyumun sağlanması; veri bütünlüğü, erişim kontrolü ve sistem güvenliği risklerinin proaktif biçimde yönetilmesi.
- Tıbbi cihazlarda kullanılan malzemelerin etik üretim ilkelerine, biyouyumluluk gerekliliklerine ve ilgili standartlara (ISO, CE vb.) uygun olarak seçilmesi ve belgelendirilmesi.
- Hasta verilerinin elde edilmesi, işlenmesi, saklanması ve paylaşılmasında etik ilkelere, mahremiyet kurallarına ve ilgili mevzuata tam uyumun sağlanması.
- Kalibrasyon, bakım ve onarım hizmetlerinde şeffaf, sürdürülebilir ve etik fiyatlandırma politikalarının benimsenmesi; hizmet kalitesinin kurumsal denetim mekanizmalarıyla güvence altına alınması.
- KVKK ve diğer veri koruma düzenlemeleri kapsamında kişisel verilerin korunması, işlenmesi ve aktarılması süreçlerinde tam uyumun sağlanması; bu konuda kurum içi farkındalık çalışmalarının artırılması.
- Kurumsal bilgi, veri ve görsellerin sosyal medya veya diğer dijital platformlarda yetkisiz paylaşımının önlenmesi için personele yönelik sistematik bilgilendirme ve etik farkındalık eğitimlerinin verilmesi.
- Tıbbi cihaz güvenliği, biyomedikal etik, sağlıkta yapay zekâ etiği ve siber güvenlik gibi kritik alanların eğitim programlarına entegre edilerek öğrenci yetkinliklerinin güçlendirilmesi.
- Ön lisans programlarında çift ana dal ve yan dal uygulamalarının geliştirilerek disiplinler arası işbirliği ve mesleki esnekliğin artırılması.
- Kalibrasyon, bakım ve onarım süreçlerinde yetkisiz kişi ve kuruluşlar tarafından gerçekleştirilen etik dışı uygulamaların önlenmesi için etkin denetim ve sertifikasyon mekanizmalarının güçlendirilmesi.

F- Sosyal Boyut ve Toplumsal Etki

Öneriler:

- Biyomedikal eğitim programlarının tüm düzeylerde (lise–MYO–lisans) sistematik biçimde gözden geçirilerek seviyeye göre yapılandırılması, içerik tekrarlarının önlenmesi ve öğrenme çıktılarının uyumlaştırılması.
- Öğrencilerin profesyonel davranış, nezaket kuralları, kurumsal iletişim, iş görüşmesi teknikleri, CV hazırlama, girişimcilik ve kariyer yönetimi konularında desteklenmesi amacıyla kapsamlı kişisel gelişim eğitimlerinin uygulanması.
- Öğrencilerin yetkinliklerini artırmak üzere İŞKUR destekli eğitim ve sertifikasyon programlarından yararlanılması için kurumsal girişimlerde bulunulması.
- Öğrencilerin kariyer yolculuğunu güçlendirmek amacıyla kariyer planlama, mesleki yönlendirme ve danışmanlık hizmetlerinin kurumsal düzeyde yapılandırılması.
- Sağlık meslek yüksekokullarında uygulamalı eğitim ve klinik stajların artırılması, iş yeri ortamını yansıtan deneyimsel öğrenme modellerinin güçlendirilmesi.

- Öğrencilerin toplumsal farkındalığını artırmak amacıyla ilk yardım eğitimlerinin kapsam ve erişilebilirliğinin genişletilmesi.
- Öğrencilerde toplumsal sorumluluk bilinci oluşturmak için Toplumsal Duyarlılık dersinin müfredata eklenmesi, arama-kurtarma, çevre koruma ve sosyal yardım temalı etkinliklerin desteklenmesi.
- Sağlık kurumlarında, özellikle hastaların ihtiyaç ve beklentilerine yönelik sosyal destek mekanizmalarının geliştirilmesi ve sürdürülebilir hale getirilmesi.
- Sağlık hizmetlerinde kültürel çeşitliliğe uyum sağlamak amacıyla farklı kültürel yapı ve topluluklardan gelen bireylere yönelik destek uygulamalarının geliştirilmesi.
- Irksal ve biyolojik farklılıklara yanıt verebilen, kapsayıcı ve kişiselleştirilmiş tıbbi teknoloji tasarımlarının teşvik edilmesi.
- Engelli bireylerin yaşam kalitesini artıracak yardımcı teknoloji çözümlerinin araştırılması, tasarlanması ve yaygınlaştırılması.
- Sosyal sorumluluk çerçevesinde toplumsal sağlığa katkı sağlamak amacıyla görme, işitme, ağız ve diş sağlığı gibi alanlarda tarama faaliyetlerinin desteklenmesi.
- Otizm Spektrum Bozukluğu, Dikkat Eksikliği ve Hiperaktif Bozukluğu (DEHB) ve benzeri sosyal-psikolojik zorluklara yönelik olarak kurum bünyesinde destek birimleri ve danışmanlık mekanizmalarının oluşturulması.
- Toplumsal sorunların çözümüne yönelik olarak farklı tıp ve mühendislik disiplinlerinin iş birliğine dayalı çok paydaşlı çalışma modellerinin geliştirilmesi.
- Eğitim-öğretim süreçlerinin niteliğini değerlendirmek amacıyla mezun izleme sistemlerinin kurulması, mezunların sosyal sorumluluk ve geliştirme projelerine dahil edilmesi.
- Hastanelerde tıbbi cihaz güvenliğine ilişkin hasta bilgilendirme ve farkındalık oluşturma süreçlerinin standardize edilmesi.
- Cinsiyet eşitliği ve etnik köken ayrımcılığını önlemeye yönelik uluslararası sözleşmeler, yasal düzenlemeler ve etik ilkeler hakkında öğrencilere eğitim verilmesi.
- Kurumların çevresel sürdürülebilirliğe katkısını artırmak amacıyla çevre duyarlılığı ve ekolojik farkındalık eğitimlerinin güçlendirilmesi.
- Ekonomik ömrünü tamamlamış ancak eğitim amaçlı kullanılmaya uygun tıbbi cihaz ve malzemelerin eğitim kurumlarına devredilerek kaynakların verimli kullanılması.
- Afet, savaş ve acil durum senaryolarında biyomedikal tekniker ve mühendislerin rollerini tanımlayan acil durum yetkinliklerinin müfredata entegre edilmesi.
- Tıbbi cihaz ve malzeme tedarik zincirine ilişkin süreçlerde israfın önlenmesi, kaynak yönetimi ve sürdürülebilirlik bilincinin öğrencilere kazandırılması.

TEŞEKKÜR

Eğitim-öğretim müfredatı, teknoloji ve güncel gelişmeler, uygulama süreçleri, sektör iş birliği, mesleğin geleceği ile etik ve sosyal sorumluluk boyutlarını kapsayan Biyomedikal Çalıştayımıza değerli katkılarınızla güç kattığınız için teşekkür ederiz. Ortaya koyduğunuz fikirler, Biyomedikal Mühendisliği/Teknikerliğinin mesleki ve uygulama alanının dönüşümüne, gelişimine yön verecek ortak vizyonumuzun şekillenmesinde büyük önem taşımaktadır. Katılımınız, iş birliğiniz ve çözüm odaklı yaklaşımınız için tüm paydaşlarımıza içtenlikle teşekkür eder, birlikte daha güçlü ve sürdürülebilir bir geleceğe ulaşmayı diliyoruz.

Çalıştay Koordinatörü

Prof. Dr. Yasin Kişioğlu – Kocaeli Üniversitesi

Kongre Organizasyon ve Çalıştay Planlama

Ufuk Karanfil – Biyoted Başkanı
Ersin Kendir – Biyoted
Ali İhsan Kocademir – Biyoted
Zafer Yaldız - Biyoted

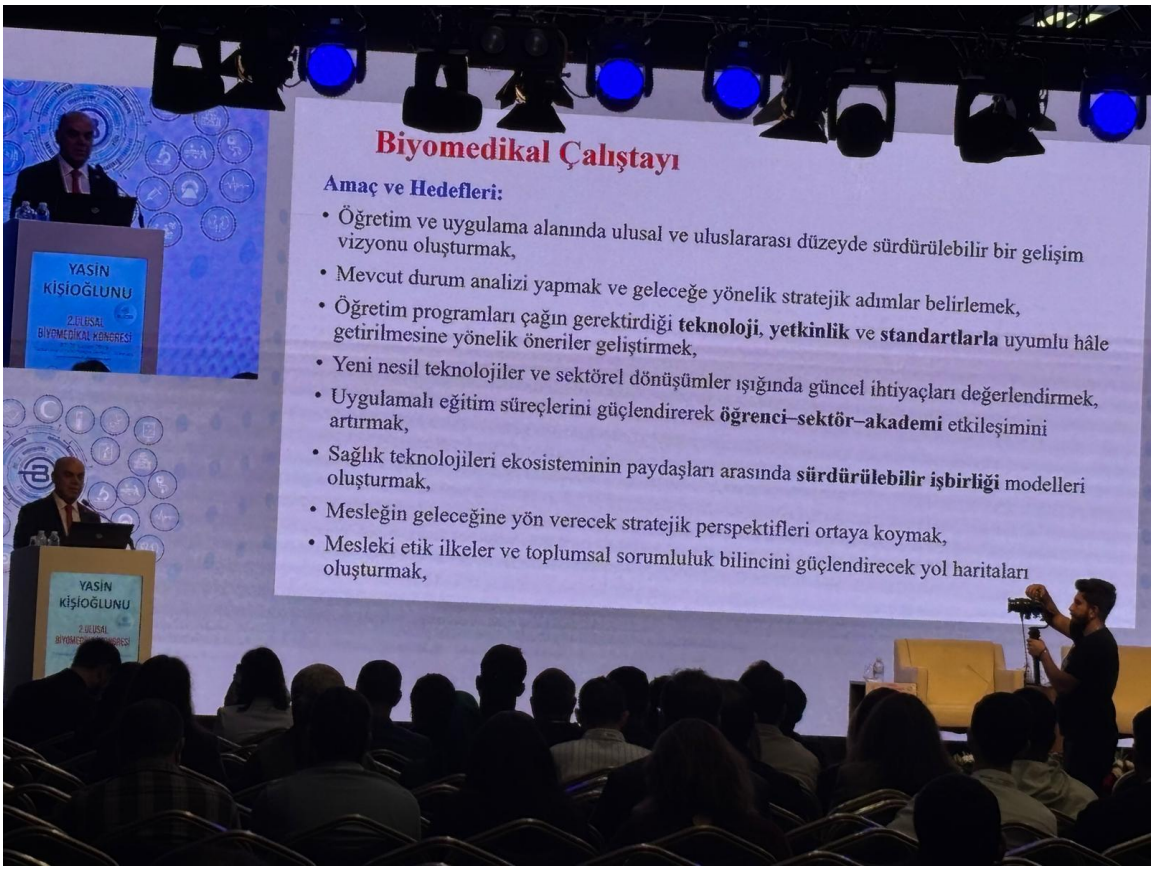
Katılımcı Listesi

Ad Soyad	Kurum
Prof. Dr. Yasin Kişioğlu	Kocaeli Üniversitesi
Prof. Dr. Osman Eroğul	TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi
Prof. Dr. Mehmet Engin	Ege Üniversitesi
Prof. Dr. Dilek Çökeliler Serdaroğlu	Başkent Üniversitesi
Prof. Dr. Kadir Gök	İzmir Bakırçay Üniversitesi
Prof. Dr. Yeşim Müge Şahin	İstanbul Arel Üniversitesi
Doç. Dr. Mana Sezdi	İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa
Doç. Dr. Ertuğrul Karakulak	Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi
Doç. Dr. Mustafa Ünal	Harvard Üniversitesi - Tüseb
Doç. Dr. Yiğit Ali Üncü	Akdeniz Üniversitesi
Ögr. Gör. Arif Koçoğlu	Başkent Üniversitesi
Öğr. Gör. Dr. Bilal Çakmak	Ege Üniversitesi
Ögr. Gör. Erdoğan Doğmuş	Dokuz Eylül Üniversitesi
Öğr. Grv. Yakup Kösem	Kocaeli Üniversitesi
Ögr. Gör. Mehmet Ali Tamokur	19 Mayıs Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi Zeynep Rüya Ege	İstanbul Arel Üniversitesi
Öğr. Grv. Fatih Tamer	Gaziantep Üniversitesi
Öğr. Grv. Eyser Kılıç Boz	Üsküdar Üniversitesi
Öğr. Grv. Ömer Muhsin Dündar	Fırat Üniversitesi
Ögr. Gör. Tamer Aslan	Afyon Kocatepe Üniversitesi
Öğr. Grv. Umut Saray	Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi
Ögr. Gör. Mehmet Kavacık	Üsküdar Üniversitesi
Müge Aygüler	İzmir Medical Point Hastanesi Kalite Müdürü
Tevfik Yiğit	Şırnak İl Sağlık Müdürlüğü Biyomedikal Sorumlusu
Yasin Can Bağana	Sağlık Bilimleri Üniversitesi Teknopol Arge
Ahmet Görmüş	Medical Point Hastanesi Biyomedikal Müdürü - Biyoted
Nurettin Dinçer	Mersin Üniversitesi Hastanesi Biyomedikal Teknikeri
Özgür Alp Sava	Giresun Eğitim Araştırma Hastanesi Biyomedikal Mühendisi
Tahsin Serdar Ünaldı	Antalya Şehir Hastanesi Biyomedikal Teknikeri
Hatice Nur Kocaman Kanmaz	Düzce Üniversitesi Hastanesi Biyomedikal Mühendisi
Mehmet Battı	Sakarya Eğitim Araştırma Hastanesi Biyomedikal Teknikeri
Enes Cesur	Sakarya Eğitim Araştırma Hastanesi Biyomedikal Teknikeri
Şiyar Şen	İzmir Medical Point Hastanesi
Esra Taşdemir	Harran Üniversitesi - Öğrenci Temsilcisi
Mert Arslan	Ege Üniversitesi – Öğrenci Temsilcisi
Eylül Ezgi Engeloğlu	Biyomedikal Mühendisi

ÇALIŞTAY FOTOĞRAFLARI

2.ULUSAL
BİYOMEDİKAL KONGRESİ
27-30 Kasım 2025
Turban Grand Yazıcı Kongre Merkezi - Marmaris
www.biyomedikalkongresi.com
BİYOMEDİKAL EĞİTİM ÖĞRETİMİ
ÇALIŞTAYI
KOORDİNATÖR :
PROF. DR. YASİN KİŞİOĞLU
BİYOTED

BİYOMEDİKAL ÇALIŞTAYI
Prof. Dr. Yasin KİŞİOĞLU
Koordinatör
28 Kasım 2025
2.ULUSAL
BİYOMEDİKAL KONGRESİ
27-30 Kasım 2025
BİYOTED
YASİN KİŞİOĞLUNU
Protokol


Biyomedikal Çalıştayı
Amaç ve Hedefleri:
• Öğretim ve uygulama alanında ulusal ve uluslararası düzeyde sürdürülebilir bir gelişim vizyonu oluşturmak,
• Mevcut durum analizi yapmak ve geleceğe yönelik stratejik adımlar belirlemek,
• Öğretim programları çağın gerektirdiği teknoloji, yetkinlik ve standartlarla uyumlu hâle getirilmesine yönelik öneriler geliştirmek,
• Yeni nesil teknolojiler ve sektörel dönüşümler ışığında güncel ihtiyaçları değerlendirmek,
• Uygulamalı eğitim süreçlerini güçlendirerek öğrenci–sektör–akademi etkileşimini artırmak,
• Sağlık teknolojileri ekosisteminin paydaşları arasında sürdürülebilir işbirliği modelleri oluşturmak,
• Mesleğin geleceğine yön verecek stratejik perspektifleri ortaya koymak,
• Mesleki etik ilkeler ve toplumsal sorumluluk bilincini güçlendirecek yol haritaları oluşturmak,
YASİN KİŞİOĞLUNU

Biyomedikal Çalıştayı - 2025

Program:

Tarih: 28 Kasım 2025
Yer: Turban Grand Yazıcı Kongre Merkezi - Marmaris
Süre: 8:30 saat (09:00 – 17:30)

Biyomedikal Çalıştay Konu Başlıkları

1. Eğitim-Müfredat, Teknoloj ve Güncel Konular
2. Uygulama (Lab., Staj, İME) ve Sektör İş Birliği
3. Gelecek, Etik ve Sosyal Boyut

- 09:00 Açılış ve Çerçeve Sunumu (60 dk.)
  - Açılış Konuşmaları
  - Çalıştayın amacı ve beklentiler
  - Biyomedikal Mühendisliği/Teknikerliği öğretiminde ulusal ve uluslararası eğilimler hakkında kısa bilgilendirme
  - Katılımcılardan beklentilerin aktarılması
  - Masaların Gruplarının kurulması ve Masa Görevlilerinin oluşturulması
- 10:00 Kahve arası (15 d.)
- 10:15 Birinci oturum başlangıcı
- 12:00 Öğle Yemeği arası
- 13:30 İkinci oturum
- 14:45 Kahve molası
- 15:00 Üçüncü oturum
- 16:30 Ara (10 dk)
- 16:40 Dördüncü oturum ve masaların ortak raporların hazırlanması
- 17:30 Katılımcılara Teşekkür ve Kapanış

Çalıştay Katılımcıları/Paydaşları:

- Öğretim Elemanı Temsilcileri
- Öğrenci Temsilcileri
- Sektör Temsilcileri
- Sivil Toplum (Dernek, Odalar, Mezunlar) Temsilcileri
- Kamu Görevlileri temsilcileri

Prof. Dr. Yasin Kişioğlu — Ufuk Karanfil

Çalıştay Koordinatörü — Biyoted Başkanı