

DERS BİLGİ FORMU

DERSİN ADI	BİYO ENSTRÜMANTASYON ATÖLYESİ
DERSİN SINIFI	10. Sınıf
DERSİN SÜRESİ	Haftalık 10 Ders Saati
DERSİN AMACI	Bu derste öğrenciye; iş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak TS EN ISO Standardı'na, Tıbbi Cihaz Yönetmeliği'ne, uluslararası ölçüm sistemine, mevzuatlara uygun olarak biyomedikal sistemlerle ilgili fiziksel ölçme, enstrümantasyon, işaret işleme ve temel programlama ile ilgili bilgi ve becerilerin kazandırılması amaçlanmaktadır.
DERSİN ÖĞRENME KAZANIMLARI	1. Uluslararası ölçüm sistemine, tekniğine, iş sağlığı ve güvenliği kurallarına uygun olarak cihazlarda, ekipmanlarda, makinelerde ve kullanım ortamlarında fiziksel büyüklüklerin ölçümelerini hatasız olarak yapar; biyomedikal cihaz ve çalışma ortamlarındaki elektriksel sinyallerin analizini yapar. 2. Standartlara ve tekniğine, iş sağlığı ve güvenliği kurallarına uygun olarak kalibrasyon için sistem bütünlüğünü denetler 3. Katalog bilgilerine, ölçme tekniklerine, iş sağlığı ve güvenliği kurallarına uygun olarak biyomedikal sistemlerde algılayıcı ve dönüştürücüleri analiz eder ve biyomedikal sistemlerde kullanılan işaret işleme birimlerine ait temel uygulamalarını yapar. 4. Tekniğine, iş sağlığı ve güvenliği kurallarına uygun olarak biyopotansiyel yükselteç uygulamaları yapar. 5. Tekniğine, iş sağlığı ve güvenliği kurallarına uygun olarak biyolojik işaretleri analog işleyen devre uygulamalarını ve bu biyolojik işaretlerin sayısal işlenmesinde DA/ AD uygulamalarını yapar. 6. Tekniğine, iş sağlığı ve güvenliği kurallarına uygun olarak elektronik güç devrelerini kontrol eder. 7. TS EN ISO standartlarına, tekniğine, iş sağlığı ve güvenliği kurallarına uygun biyomedikal sistemlerde uygun arıza analizi yapar. 8. Tekniğine, iş sağlığı ve güvenliği kurallarına uygun olarak mikroişlemci ve mikrokontrolcülerin mimari yapısının analizini yapar ve mikrodenetleyici ile sistem tasarlayarak kullanıma hazır hale getirir.
EĞİTİM-ÖĞRETİM ORTAM VE DONANIMI	Ortam: Biyomedikal Enstrümantasyon Atölye ve Laboratuvarı Donanım: Ölçü aletleri (ışık ölçer, ses ölçer, pH ölçer vs), kontrol kalemi, fonksiyon test cihazları, kalibrasyon cihazları, devre elemanları (NTC,PTC,LDR vs), board (devre tahtası), lehim takımı, çeşitli elektrotlar, opamplar, çeşitli algılayıcı ve dönüştürücüler, DAC ve ADC tümleşik devreleri, bilgisayar, etkileşimli tahta
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	Bu derste; öğrenci performansı belirlemeye yönelik çalışmalar değerlendirilirken gözlem formu, derecelendirme ölçeği ve dereceli puanlama anahtarı gibi ölçme araçlarından uygun olanlar seçilerek kullanılabilir. Derste yapılacak uygulama faaliyetleri/temrinler öğrencinin performansını değerlendirmede büyük önem taşımaktadır. Uygulama faaliyetini değerlendirmede belirli ölçütler belirlenip (uygulama, iş alışkanlığı, düzen, süre, teknolojik bilgi vs.) bütüncül değerlendirme yapılarak puanlama verilir. Bunun yanında öz değerlendirme ve akran değerlendirme formları kullanılarak öğrencilerin, öğretimin süreç boyutuna katılmaları sağlanabilir.

KAZANIM SAYISI VE SÜRE TABLOSU	ÖĞRENME BİRİMİ	KAZANIM SAYISI	DERS SAATİ	ORAN (%)
	Biyomedikal Fiziksel Ölçümler ve Sinyal Analizi	4	30	8,3
	Biyomedikal Sistemlerde Kalibrasyon	4	50	13,8
	Biyomedikal Algılayıcı, Dönüştürücü ve Elektrotlar	11	50	13,8
	Biyopotansiyel Yükselteçler	2	50	13,8
	Biyolojik İşaretlerin Analog ve Sayısal İşlemleri	5	50	13,8
	Elektronik Güç Devreleri	2	40	11,6
	Biyolojik Sistemlerde Arıza Yaklaşımı	5	20	5,5
	Mikroişlemci ve Mikrodenetleyici Programlama	4	70	19,4
	TOPLAM	37	360	100

ÖĞRENME BİRİMİ	KONULAR	ÖĞRENME BİRİMİ KAZANIMLARI ve KAZANIM AÇIKLAMALARI
Biyomedikal Fiziksel Ölçümler ve Sinyal Analizi	- Ortamdaki fiziksel büyüklüklerin ölçümü - Analizör ve osiloskop ile ölçüm - Gürültü analizi - Modülasyonlu sinyallerin analizi	Ortamdaki fiziksel büyüklükleri ölçer. - Ortamın fiziksel büyüklükleri açıklanır. - Ortamın fiziksel büyüklüklerini ölçmek için kullanılan cihazlar açıklanır. - Ortamın fiziksel büyüklükleri için gerekli olan ölçüm teknikleri açıklanır. - İş, güç, enerji kavramları, formülleri ve birimleri açıklanır. - Enerji çeşitleri açıklanır. - İş, güç ve enerji ölçüm cihazları açıklanır. - Zaman, Hız ve Devir kavramları ve aletleri açıklanır. - Elektromanyetik akı yoğunluğu kavramı açıklanır. - Elektromanyetik alan kavramı ve ölçüm cihazları açıklanır. - Buhar ve gaz basıncı kavramları ve ölçüm cihazları açıklanır. - Renk yoğunluğu kavramı açıklanır. - Renk yoğunluğu ölçümü açıklanır. Analizör ve osiloskop ile ölçüm yapar. - Spektrum analizörü açıklanır. - Osiloskopun komütatör ve anahtarlarının görevleri açıklanır. - Osiloskop ile ölçüm yapma açıklanır. Gürültü analizi yapar. - Biyomedikal cihazlarda gürültü kavramı açıklanır. - Gürültü çeşitleri sıralanır. - Gürültü ölçümü açıklanır. - Gürültü önleme yöntemleri açıklanır. Modülasyonlu sinyallerin analizini yapar. - Sinyallerdeki parametreler tanımlanır. - Modülasyon kavramı açıklanır. - Modülasyon çeşitleri açıklanır.

Biyomedikal Sistemlerde Kalibrasyon	1. Biyomedikal cihazlarda elektriksel güvenlik testleri 2. Biyomedikal cihaza uygun fonksiyon testleri 3. Biyomedikal cihazlarda genel ayarlar 4. Biyomedikal cihazlarda kalibrasyon yöntemleri	1. Biyomedikal cihazlarda elektriksel güvenlik testlerini yapar. • Elektriksel tehlikeler açıklanır. • Elektriksel güvenlik elemanları açıklanır. • Elektriksel güvenlik analizörünün görevleri açıklanır. 2. Biyomedikal cihaza uygun fonksiyon testlerini yapar. • Biyomedikal cihazları kullanım alanlarına göre sınıflandırılır. • Tıbbi görüntüleme cihazları sıralanır ve açıklanır. • Fizyolojik sinyal izleme teşhis ve kayıt cihazları sıralanır ve açıklanır • Yaşam destek tedavi cihazları sıralanır ve açıklanır • Tıbbi laboratuvar ve hasta dışı uygulama cihazları sıralanır ve açıklanır. • Cihazlara özel fonksiyonel testler açıklanır. 3. Biyomedikal cihazlarda genel ayarları yapar. • Biyomedikal cihazla ilgili fizyolojik veriler açıklanır. • Biyomedikal cihazla ilgili genel ayarlar açıklanır. 4. Biyomedikal cihazlarda kalibrasyon yöntemlerini seçer. • Kalibrasyon kavramı açıklanır. • Kalibrasyon çeşitleri açıklanır. • Kalibrasyonda dikkat edilmesi gereken hususlar açıklanır. • Kalibrasyon sertifikası hakkında bilgiler verilir.
Biyomedikal Algılayıcı, Dönüştürücü ve Elektrotlar	1. Algılayıcı, dönüştürücü ve sensör kavramları 2. Isı algılayıcı ve dönüştürücülerin analizi 3. Manyetik algılayıcı ve dönüştürücülerden alan etkililerinin analizi 4. Rezistif ve piezorezistifin algılayıcı/dönüştürücüleri n analizi 5. Işık (optik) algılayıcı ve dönüştürücülerin analizi 6. Ses, konum algılayıcı ve dönüştürücülerin analizi 7. Sıvı-iyon algılayıcı ve dönüştürücülerin analizi 8. Radyoaktivite algılayıcı, dönüştürücü ve sensörlerini ayırt ederek değiştirme 9. Mikroorganizma algılayıcı, dönüştürücü ve sensörlerini ayırt etme 10. Elektrotların sağlamlık kontrolü	1. Algılayıcı, dönüştürücü ve sensörleri tarif eder. • Algılayıcı, dönüştürücü ve sensörler kavramları açıklanır. • Algılayıcı, dönüştürücü ve sensörlerin kullanım alanları açıklanır. • Algılayıcı, dönüştürücü ve sensörleri, kullanıldığı enerji türüne ve algılayacağı enerji türüne göre sınıflandırır. 2. Isı algılayıcı ve dönüştürücülerin analizini yapar. • PTC'nin tanımı ve özellikleri açıklanır. • NTC'nin tanımı ve özellikleri açıklanır. • NTC ve PTC'nin kullanım alanları açıklanır. • Termokupl'un yapısı ve çalışması açıklanır. • Termostatın yapısı ve çalışması açıklanır. 3. Manyetik algılayıcı ve dönüştürücülerden alan etkililerinin analizini yapar. • Alan etkili algılayıcı ve dönüştürücülerin çalışma prensipleri açıklanır. • Alan etkili algılayıcı ve dönüştürücülerin kullanım alanları açıklanır. • Alan etkili algılayıcı ve dönüştürücülerin sağlamlık testleri açıklanır.

	11.Elektrot parazitlerini önleyici tedbirler	4. Rezistif ve piezorezistifin algılayıcı/dönüştürücülerin analizini yapar. - Alan etkili algılayıcı ve dönüştürücülerin çalışma prensipleri açıklanır. - Alan etkili algılayıcı ve dönüştürücülerin kullanım alanları açıklanır. - Alan etkili algılayıcı ve dönüştürücülerin sağlamlık testleri açıklanır. - Potansiyometreli yer değiştirme dönüştürücüsü (Wheatstone köprülü ölçme düzeneği) açıklanır. - Gerilme ölçerler (straingauge) açıklanır. - Piezorezistif algılayıcılar/ dönüştürücüler tanımlanır. - Piezoelektrik algılayıcılar/ dönüştürücülerin yapısı ve çalışma prensibi açıklanır. 5. Işık (optik) algılayıcı ve dönüştürücülerin analizini yapar. - Foto direncin tanımı ve yapısı açıklanır. - Ledin yapısı ve çeşitleri açıklanır. - Foto diyodun çalışması açıklanır. - İnfrared diyodun çalışması açıklanır. - Foto transistorlerin yapısı ve çalışması açıklanır. - Foto pil yapısı ve çalışması açıklanır. - Optokuplörün tanımı ve çalışması açıklanır. 6. Ses, konum algılayıcı ve dönüştürücülerin analizini yapar. - LVDT (doğrusal değişken fark dönüştürücüler) konum algılayıcılar açıklanır. - Mikrofon yapısı ve çeşitleri açıklanır. - Hoparlör yapısı ve çeşitleri açıklanır. 7. Sıvı-iyon algılayıcı ve dönüştürücülerin analizini yapar. - Sıvılarda iletkenlik açıklanır. - Sıvı seviye algılayıcıları açıklanır. - Nem algılayıcıları açıklanır. 8. Radyoaktivite algılayıcı, dönüştürücü ve sensörlerini ayırt ederek değiştirir. - Radyoaktivite ışıma şiddeti açıklanır. - Dozimetre ile ölçüm yapma açıklanır. - Geiger-müller tüpü ile algılama bilgisi açıklanır. 9. Mikroorganizma algılayıcı, dönüştürücü ve sensörlerini açıklar. - Mikroorganizma algılama tekniği açıklanır. - Elektriksel direnç değişimi yöntemi açıklanır. - Elektriksel direnç değişimi yönteminin kullanım alanları açıklanır. 10. Elektrotların sağlamlık kontrolünü yapar. - Elektroliz ve elektrotlar açıklanır. - Algılama amaçlı elektrot çeşitleri açıklanır. - Uyartım amaçlı elektrot çeşitleri açıklanır. - Elektrot durum dedektörleri açıklanır. - Bağlantı çeşitlerine göre elektrotlar açıklanır.
--	---	---

		• Elektrotlarda kullanılan jeller ve özellikleri açıklanır. • Elektrotların elektriksel özellikleri açıklanır. • Ohmetre ile elektrot sağlamlığının kontrolü açıklanır. 11. Elektrot parazitlerini önleyici tedbirleri alır. • Elektrot bağlamada dikkat edilecek özellikler sıralanır. • Elektrotların temizlenmesi açıklanır. • Elektrotların biyolojik işaretleri algılama tekniği açıklanır. • Elektrotların olası zararlı etkileri açıklanır. • Elektrotların ölçümler üzerine etkileri açıklanır. • Hücrelerde elektriksel aktivasyon açıklanır. • Elektrot arıza dedektörü açıklanır.
Biyopotansiyel Yükselteçler	1. Biyopotansiyel yükselteçler 2. Biyopotansiyel yükselteç devreleri	1. Biyopotansiyel yükselteçleri seçer. • Biyopotansiyel tanımı ve çeşitleri açıklanır. • İşlemsel yükselteçlerin genel özellikleri açıklanır. • İşlemsel yükseltecin yapısı açıklanır. • İşlemsel yükseltecin kazanç hesaplamaları açıklanır. • İşlemsel yükseltecin besleme şekilleri açıklanır. 2. Biyopotansiyel yükselteç devreleri çalıştırır. • Eviren yükselteç devresinin yapısı ve görevi açıklanır. • Evirmeyen yükselteç devresinin yapısı ve görevi açıklanır. • Gerilim izleyici devresinin görevi açıklanır. • Fark yükselteç devresinin yapısı ve görevi açıklanır. • Enstrümantasyon yükselteçleri tanımlanır. • İzolasyon yükselteçleri tanımlanır. • Karşılaştırıcı devrelerinin yapısı ve görevi açıklanır. • Türev ve integral alıcı devrelerinin yapısı ve görevi açıklanır.
Biyolojik İşaretlerin Analog ve Sayısal İşlemleri	1. Biyolojik işaretleri analog işleyen devrelerin seçimi 2. Biyolojik işaretleri analog işleyen devrelerin kurulumu 3. Analog sinyallerin sayısal çevrilmesi ile ilgili devre uygulaması 4. Sayısal sinyallerin analoga çevrilmesi ile ilgili devre uygulaması 5. Tümlleşik devrelerle A/D ve D/A uygulama devrelerinin yapımı	1. Biyolojik işaretleri analog işleyen devreleri kullanım amacına göre seçer. • İnsan enstrümantasyon sisteminin blok diyagramı açıklanır. • Biyolojik işaretlerde SNR (işaret gürültü oranı) açıklanır. • Biyolojik işaretlerde gürültü azaltma yöntemleri açıklanır. • Biyolojik işaretlerin analog ve dijital işleme yöntemleri açıklanır. • Genel ölçme ve tanılama sisteminin blok diyagramı açıklanır. • Sinyal işleme sisteminin blok diyagramı, blokların ana görevleri açıklanır. • Filtre ve dalga şekillendirici devre çeşitleri açıklanır.

		2. Biyolojik işaretleri analog işleyen devreleri kurar. - Entegre kodlama sistemi açıklanır. - Biyolojik işaretleri analog işleyen devrelerinin açık devre şemaları açıklanır. - Biyolojik işaretleri analog işleyen devrelerde kullanılan filtre entegreleri ve beslenme sistemleri açıklanır. 3. Analog sinyallerin sayısala çevrilmesi devresinin uygulamasını yapar. - Analog işaretlerin sayısal işlenmesinde veri toplama (adc çeviriciler) yöntemleri açıklanır. - ADC Çeviricilerin kullanım yerleri açıklanır. 4. Sayısal sinyallerin analoga çevrilmesi devresinin uygulamasını yapar. - Sayısal İşaretlerin analog işlenmesinde veri toplama (DAC çeviriciler) yöntemleri açıklanır. - DAC Çeviricilerin kullanım yerleri açıklanır. 5. Tümleşik devrelerle A/D ve D/A uygulama devrelerini yapar. - DAC tümleşik devrelerinin katalog parametreleri açıklanır. - ADC tümleşik devrelerinin katalog parametreleri açıklanır.
Elektronik Güç Devreleri	- Zamanlama devrelerinin kurulumu - Elektronik anahtarlama devreleri ile güç kaynaklarının kontrolü	1. Zamanlama devrelerinin kurulumunu gerçekleştirir. - Transistörlü zamanlama devreleri açıklanır. - Zaman gecikmesi ile çalışan (turn on) devreler açıklanır. - Zaman gecikmesi ile devre enerjisini kesen (turnoff) devreler açıklanır. - Uzun zaman gecikmeli devreler açıklanır. - Schmitt Trigger tipi zamanlayıcılar açıklanır. - Arka arkaya çalışan zaman gecikmeli devreler açıklanır. - Zamanlayıcı entegresi ve uygulamaları açıklanır. - Multivibratörler açıklanır. - Astable çalışması açıklanır. - Monostable çalışması açıklanır. - Bistable çalışması açıklanır. 2. Elektronik anahtarlama devreleri ile güç kaynaklarını kontrol eder. - UJT, FET ve MOSFET in çalışması ve yapısı açıklanır. - UJT, FET ve MOSFET in sağlamlık ölçümleri açıklanır. - MOSFET in anahtarlama elemanı olarak kullanılması açıklanır. - FET li anahtarlama devresi açıklanır. - UJT li osilatör devresinin çalışması açıklanır. - Tristörün çalışması ve yapısı açıklanır. - Tristörün tetikleme yöntemleri açıklanır. - Tristörün sağlamlık kontrolü ölçümleri açıklanır.

		• Tristörlü doğrultucu devrelerinin çalışması açıklanır. • Tristörlü kıyıcı devrelerinin çalışması açıklanır. • Diyakin yapısı ve çalışması açıklanır. • Triyakın yapısı ve çalışması açıklanır. • Triyakın sağlamlık kontrolü açıklanır. • Triyakın anahtarlama elemanı olarak kullanılması açıklanır. • Dimmer devresinin çalışması açıklanır. • Anahtarlama güç kaynaklarının yapısı ve çalışması açıklanır.
Biyolojik Sistemlerde Arıza Yaklaşımı	1. Biyomedikal cihazlarda elektrik-elektronik, bilgisayar ve mekanik ünitelerinin ayrımı 2. Biyomedikal cihazlarda elektrik ve elektronik ünitelerin elektriksel ölçüm ve testleri 3. Biyomedikal cihazlarda bilgisayar ve kumanda merkezi ölçüm ve testleri 4. Biyomedikal cihazlarda mekanik ve birleşik ünitelerin ölçüm ve testleri 5. Biyomedikal cihazlarda çıktı birimlerinin ayrımı ve arıza analizi	1. Biyomedikal cihazlarda elektrik-elektronik, bilgisayar ve mekanik üniteleri tarif eder. • Biyomedikal cihazlarda elektrik elektronik ünitelerinin ayrımı açıklanır. • Biyomedikal cihazlarda bilgisayar ünitelerinin ayrımı açıklanır. • Biyomedikal cihazlarda mekanik ünitelerinin ayrımı açıklanır. 2. Biyomedikal cihazlarda elektrik ve elektronik ünitelerin elektriksel ölçüm ve testlerini yapar. • Biyomedikal cihazlarda elektrik ünitelerinin ölçüm ve testleri açıklanır. • Biyomedikal cihazlarda elektronik ünitelerinin ölçüm ve testleri açıklanır. 3. Biyomedikal cihazlarda bilgisayar ve kumanda merkezi ölçüm ve testlerini yapar. • Biyomedikal cihazlarda bilgisayar ve kumanda parçaları tanımlanır. • Biyomedikal cihazlarda bilgisayar ve kumanda merkezi ölçüm ve testleri açıklanır. 4. Biyomedikal cihazlarda mekanik ve birleşik ünitelerin ölçüm ve testlerini yapar. • Biyomedikal cihazlarda mekanik ve birleşik ünitelerinin ölçümleri açıklanır. • Biyomedikal cihazlarda mekanik ve birleşik ünitelerinin testleri açıklanır. 5. Biyomedikal cihazlarda çıktı birimlerinin ayrımını ve arıza analizini yapar. • Biyomedikal cihazlarda mekanik ve birleşik ünitelerinin ölçümleri açıklanır. • Biyomedikal cihazlarda mekanik ve birleşik ünitelerinin testleri açıklanır. • Biyomedikal cihazlarda çıktı birimleri açıklanır. • Biyomedikal cihazlarda çıktı birimlerinin bağlantı noktaları açıklanır.

Mikroişlemci ve Mikrodenetleyici Programlama	1. Mikrodenetleyici programı ve temel yazılım bilgileri 2. Mikrodenetleyicide kullanılan genel komutlar 3. Mikrodenetleyici program menüleri 4. Mikrodenetleyici uygulamaları	1. Mikrodenetleyici programı ve temel yazılım bilgilerini açıklar • Mikrodenetleyici programını açıklanır. • Mikrodenetleyici fonksiyon ve kod yapıları tanıtılır. 2. Mikrodenetleyicide kullanılan genel komutları açıklar. • Mikrodenetleyici bağlantıları açıklanır. • Mikrodenetleyici genel komutları açıklanır. 3. Mikrodenetleyici program menülerini açıklanır. • Mikrodenetleyici programı menülerinin işlevleri açıklanır. 4. Mikrodenetleyici uygulamaları yapar. • Mikrodenetleyiciler de Yanıp Sönen Led Yakma programı açıklanır • Mikrodenetleyiciler ile yapılan Kara Şimşek Devre programı açıklanır • Mikrodenetleyiciler ile Buton Kullanımı programı açıklanır • Mikrodenetleyiciler ile analog veri okuma programı açıklanır • Mikrodenetleyiciler ile potansiyometre kullanımı programı açıklanır • Mikrodenetleyiciler ile LDR kullanımı programı açıklanır • Mikrodenetleyiciler ile servo motor kullanım programı açıklanır • Mikrodenetleyiciler de potansiyometre ile servo motor kontrol programı açıklanır • Mikrodenetleyiciler ile sıcaklık ölçüm programı açıklanır • Mikrodenetleyiciler ile mesafe sensörü programı açıklanır • Mikrodenetleyiciler ile hareket sensörü programı açıklanır. • Mikrodenetleyiciler ile LCD ekran kullanım programı açıklanır • Mikrodenetleyiciler ile buzzer kullanım programı açıklanır • Mikrodenetleyiciler ile Bluetooth modülü kullanım programı açıklanır.
---	--	--

UYGULAMA FAALİYETLERİ/TEMİNLER

Uygulama faaliyeti/temrinler; ders kazanımına uygun olarak okulun fiziki kapasitesi ve donatımı, öğrenci sayısı göz önünde bulundurularak en fazla uygulama faaliyeti/temrini yaptıracak şekilde meslek alan zümre öğretmenler kurulu tarafından seçilir. Meslek alan zümre öğretmenleri tarafından aşağıda yer alan temrinlerden farklı temrinlerin uygulanmasına karar verilebilir.

Biyomedikal Fiziksel Ölçümler ve Sinyal Analizi	1. Ortamdaki fiziksel büyüklüklerin ölçümü - Ortamın fiziksel büyüklüklerini ölçmek için kullanılan ölçü aletlerini hazırlamak - Ortamın fiziksel büyüklüklerinin (sıcaklık, nem, titreşim, parçacık, ışık seviye, ses seviye, eğim) ölçümlerini yapmak - İş, güç ve enerji, zaman, hız, devir, elektromanyetik alan ölçümü ve hesaplamaları yapmak - Buhar, gaz basıncı ölçümü, renk yoğunluğu ölçmek 2. Analizör ve osiloskop ile ölçüm - Sinyal jeneratörü ile çeşitli sinyaller elde edilip ölçmek. - Osiloskop ile gerilim ölçmek - Osiloskop ile frekans ölçmek 3. Gürültü analizi - Titreşim ve gürültü seviyesi ölçmek - Gürültü sinyali osiloskopta ölçmek 4. Modülasyonlu sinyallerin analizi - Modülasyon sinyallerini osiloskop ile ölçmek
Biyomedikal Sistemlerde Kalibrasyon	1. Biyomedikal cihazlarda elektriksel güvenlik testleri - Elektriksel güvenlik analizörüyle cihaz(örneğin,hasta başı monitör, Defibrilatör,Ekg) güvenliği ile ilgili ölçümleri(şebeke voltajı,koruyucu toprak direnci testi,izolasyon direnci,harcanan akım testi,kaçak akım testi)yapmak. - Avometre ile topraklama hattının(Faz-Nötr,Nötr-Toprak,Faz-Toprak) güvenlik ölçümlerini yapmak - Kontrol kalemi ile elektriksel güvenlik ölçümlerini yapmak 2. Biyomedikal cihaza uygun fonksiyon testleri - Biyomedikal cihazın fonksiyon özelliğine(Defibrilatör analizörü,ekg analizörü...) göre analizörü seçmek - Biyomedikal cihaza uygun fonksiyon testlerini yapmak 3. Biyomedikal cihazlarda genel ayarlar - Biyomedikal cihazlarla ilgili(Ventilatör,Defibrilatör,Ekg...)servis el kitabını incelenilir. - Biyomedikal cihazla ilgili genel ayarları(ekg cihazının kağıt hızı testi ayarını)yapmak. 4. Biyomedikal cihazlarda kalibrasyon yöntemleri - Biyomedikal cihaza göre kalibrasyon yöntemini(örneğin hasta başı monitörü basınç kalibrasyonu, santrifüj cihazı zaman, hız ve devir kalibrasyonu)seçmek - Biyomedikal cihaza göre kalibrasyon ölçümü(tansiyon aleti kalibrasyonu,ventilatör kalibrasyonu)yapmak - Kalibrasyon sertifikası hazırlamak
Biyomedikal Algılayıcı,Dönüştürücü ve Elektrotlar	1. Algılayıcı, dönüştürücü ve sensörler - Ölçülecek fiziksel büyüklüklere göre sensör seçme 2. Isı algılayıcı ve dönüştürücüler - Isı algılayıcı(NTC,PTC,Termostat,Termokupl)sağlamlık testi yapmak - NTC ve PTC elemanları ile röleli devreler yapmak 3. Manyetik algılayıcı ve dönüştürücülerin analizi - Alan etkili algılayıcı sağlamlık testi yapmak - Bobinli manyetik sensörlerin sağlamlık testi yapmak. - Elektronik devreli manyetik sensörlerin (yaklaşım sensörleri) sağlamlık testini yapmak.

	• Manyetik algılayıcı ve dönüştürücü ile ilgili devre yapmak. 4. Rezistif ve piezorezistifin algılayıcı/ dönüştürücülerin analizi • Ayarlı direnç ile akım sınırlama devresini yapmak. • Ayarlı direnç ile gerilim ayarlama devresini yapmak. Gerilim ölçerin sağlamlık testini yapmak. • Piezoelektrik devresini yapmak 5. Işık (optik) algılayıcı ve dönüştürücülerin analizi • Optik algılayıcı, dönüştürücü ve sensörleri ayırt etmek ve sensörlerin sağlamlık kontrolünü yapmak. • Optik algılayıcı, dönüştürücü ve sensörler ile ilgili çeşitli devreler yapmak. 6. Ses, konum algılayıcı ve dönüştürücülerin analizi • Ses, konum algılayıcı, dönüştürücü ve sensörleri ayırt etmek ve sensörlerin sağlamlık kontrolünü yapmak. • Ses, konum algılayıcı, dönüştürücü ve sensörler ile ilgili devre yapmak. 7. Sıvı-iyon algılayıcı ve dönüştürücülerin analizi • Sıvı algılayıcı sensörlerin sağlamlık kontrolünü yapmak. • Sıvı algılayıcı sensörler ile ilgili devresini yapmak. • Nem algılayıcı devre kurulumunu yapmak. 8. Radyoaktivite algılayıcı, dönüştürücü ve sensörler • Dozimetre çeşitlerini ayırt etmek. 9. Mikroorganizma algılayıcı, dönüştürücü ve sensörler • Mikroorganizma algılayıcı, dönüştürücü ve sensörlerini ayırt etmek. • Elektriksel direnç değişim yöntemini kullanarak uygulama yapmak. 10. Elektrotların sağlamlık kontrolü • Elektrot çeşitlerini ayırt etmek. • Ohmmetre ile çeşitli elektrotların sağlamlık kontrolünü yapmak. 11. Elektrot parazitlerini önleyici tedbirler • Elektrotun bağlantı şeklini kontrol etmek. • Çeşitli elektrotların temizliğini yapmak. • Elektrot arıza dedektör uygulamasını yapmak.
Biyopotansiyel Yükselteçler	1. Biyopotansiyel yükselteç uygulamaları • İşlemsel yükselteç kazanç hesaplamalarını yapmak. • İşlemsel yükselteçlerin besleme bağlantılarını çizmek. • İşlemsel yükselteç devre çeşitlerini çizmek. 2. Biyopotansiyel yükselteç devreleri • İşlemsel yükselteç devrelerine besleme bağlantılarını yapmak. • İşlemsel yükselteç devrelerini kurmak. • Giriş-çıkış sinyallerini osilaskopta gözlemlemek. • İşlemsel yükselteçlerin kazanç hesaplarını yaparak, ölçülen değerle karşılaştırmak.

Biyolojik İşaretlerin Analog ve Sayısal İşlemleri	1. Biyolojik işaretleri analog işleyen devreler • İnsan – enstrumantasyon sistemi blok diyagramını okumak. • Filtre ve dalga şekillendirici devre çeşitlerini ayırt etmek. • Sinyal işleme sistemi blok diyagramını okumak. 2. Biyolojik işaretleri analog işleyen devreler • Biyolojik işaretleri analog işleyen devre kurulumunu yapmak. • Biyolojik sinyalleri analog işleyen devrelerde osilaskop ve multimetre ile dalga şekillerini doğru şekilde tespit etmelerini sağlamak. 3. Analog sinyallerin sayısal çevrilmesi • ADC devresini kurmalarını sağlamak. • Analog dijital çevirici sistemleri Avometre ile takip etmek. 4. Sayısal sinyallerin analoğa çevrilmesi • DAC devresini kurmalarını sağlamak • Dijital Analog çevirici sistemleri Avometre ile takip etmelerini sağlamak 5. Tümlüşik devrelerle A/ D ve D/ A uygulama devreleri • DAC tümlüşik devreleri ile D/A/D devresi kurmak. • D/A/D devrelerinin ölçümlerini gerçekleştirmek. • ADC tümlüşik devreleri ile A/D/A devresini kurmak. • A/D/A devrelerinin ölçümlerini yapmak.
Elektronik Güç Devreleri	1. Zamanlama devrelerinin kurulumu • Devre kurmak için gerekli malzemelerin seçimini yapmak. • Kullanılacak olan devre elemanlarının sağlamlık kontrollerini yapmak • Uygulanacak devrelerin baskı devre plaketteğini yapmak • Zaman gecikmesi devresini yapmak.(turn on) • Zaman gecikmesi ile devre enerjisini kesen devre yapmak(turnoff) • Zamanlayıcı entegre ile astable, monostable ve bistable devrelerini yapmak. 2. Elektronik anahtarlama devreleri ile güç kaynaklarının kontrolü • Devre kurmak için gerekli malzemeleri seçmek. • Kullanılacak olan devre elemanlarının sağlamlık kontrollerini yapmak • Uygulanacak devrelerin baskı devre plaketteğini yapmak. • MOSFET i anahtarlama elemanı olarak kullanmak. • Tristörlü doğrultucu devresini yapmak. • Tristörün tetikleme ve durdurma yöntemleri ile ilgili devreleri yapmak. • UJT li osilatör devresini yapmak. • FETli anahtarlama devresini yapmak • Tristörlü kıyıcı devresi yapmak • Triyakın anahtarlama elemanı olarak kullanmak. • Anahtarlama güç kaynaklarının kontrolünü yapmak • Dimmer devresini yapmak.
Biyolojik Sistemlerde Arıza Yaklaşımı	1. Biyomedikal cihazlarda elektrik-elektronik, bilgisayar ve mekanik ünitelerin ayrımı • Biyomedikal cihazlarda elektrik üniteleri ayırt etmek. • Biyomedikal cihazlarda elektronik üniteleri ayırt etmek. • Biyomedikal cihazlarda bilgisayar ve mekanik üniteleri ayırt etmek. 2. Biyomedikal cihazlarda elektrik ve elektronik ünitelerin elektriksel ölçüm ve testleri • Biyomedikal cihazlarda elektrik ünitelerinin ölçüm ve testlerini yapmak. • Biyomedikal cihazlarda elektronik ünitelerinin ölçüm ve testlerini yapmak. 3. Biyomedikal cihazlarda bilgisayar ve kumanda merkezi ölçüm ve testleri • Biyomedikal cihazlarda bilgisayar ve kumanda parçalarını ayırt etmek.

	4. Biyomedikal cihazlarda mekanik ve birleşik ünitelerin ölçüm ve testleri • Biyomedikal cihazlarda mekanik ve birleşik ünitelerin ölçümlerini yapmak • Biyomedikal cihazlarda mekanik ve birleşik ünitelerin testlerini yapmak 5. Biyomedikal cihazlarda çıktı birimlerinin ayırımı ve arıza analizi • Biyomedikal cihazlarda çıktı birimlerinin bağlantılarını yapmak. • Biyomedikal cihazlarda çıktı birimlerinin arıza analizini yapmak.
Mikroişlemci ve Mikrodenetleyici programlama	1. Mikrodenetleyici programı ve temel yazılım bilgileri • Mikrodenetleyici bilgisayar bağlantısını yapmak • Mikrodenetleyici programının bilgisayarda kurulumunu yapmak • Mikrodenetleyici programında kod yazmak 2. Mikrodenetleyiciler de kullanılan genel komutlar • Mikrodenetleyici genel komut kodlarını yazmak 3. Mikrodenetleyici program menüleri 3. Mikrodenetleyici programındaki menüleri kullanmak 4. Temel düzeyde Mikrodenetleyici uygulamaları • Mikrodenetleyici ile yanıp sönen led yakma uygulaması yapmak • Mikrodenetleyici ile kara şimşek devre uygulaması yapmak • Mikrodenetleyici ile buton kullanımı devre uygulaması yapmak • Mikrodenetleyici ile analog veri okuma uygulaması yapmak • Mikrodenetleyici ile potansiyometre uygulaması yapmak • Mikrodenetleyici ile LDR kullanımı uygulaması yapmak • Mikrodenetleyici ile servo motor kullanımı uygulaması yapmak • Mikrodenetleyici potansiyometre ile servo motor kontrolü uygulaması yapmak • Mikrodenetleyici ile sıcaklık ölçümü uygulaması yapmak • Mikrodenetleyici ile mesafe sensörü uygulaması yapmak • Mikrodenetleyici ile hareket sensörü uygulaması yapmak • Mikrodenetleyici ile LCD ekran kullanımı uygulaması yapmak • Mikrodenetleyici ile buzzer kullanımı uygulaması yapmak • Mikrodenetleyici ile Bluetooth modülü kullanımı uygulaması yapmak

DERSİN UYGULANMASINA İLİŞKİN AÇIKLAMALAR

Bilgi ve becerilerin kazanılabilmesi için konuları bireye/öğrenciye;

- Biyomedikal enstrümantasyon atölye ve laboratuvarı ortamı ve yapılacak uygulama faaliyetine ait araç gereç ve donanım sağlanmalıdır.
- Anlatımdan ve örnek çizimlerden sonra, dersin öğrenme kazanımlarının öğrencide pekiştirilmesi amacıyla birden fazla uygulama faaliyeti yaptırınız.
- Atölye/laboratuvar şartlarına göre uygulama faaliyetleri/temrinler artırılabilir.
- Uygula faaliyetleri/temrinlerin artırılması tavsiye edilir.
- Temrinleri uygularken belirtilen tekniklere göre kazanımlara ait bilgi ve beceriler; öğretmen gözetiminde iş sağlığı ve güvenliği tedbirlerine uygun olarak laboratuvar ortamında kazandırılmalıdır.
- Öğretmenler tarafından dersin öğrenme kazanımlarını yoklayan ölçme araçları, uygulama/temrin faaliyetleri geliştirilmelidir.
- Bu derste, verilen görevi yapma tutumlu olma, çevre bilinci ve duyarlılık, insanlığa karşı saygı, azimli olma, birlikte iş yapabilme, kendini ifade edebilme, titiz çalışma, zamana riayet vb.değer, tutum ve davranışları ön plana çıkaran etkinliklere yer verilmelidir.