

Bu kitaba sığmayan
daha neler var!

eba
www.eba.gov.tr



Karekodu okut, bu kitapla
ilgili EBA içeriklerine ulaş!

Teknoloji Yolculuğumuz



**BU DERS KİTABI MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞINCA
ÜCRETSİZ OLARAK VERİLMİŞTİR.
PARA İLE SATILAMAZ.**

ISBN:

Bandrol Uygulamasına İlişkin Usul ve Esaslar Hakkında Yönetmeliğin Beşinci Maddesinin
İkinci Fıkrası Çerçevesinde Bandrol Taşınması Zorunlu Değildir.

BIYOMEDİKAL CİHAZ TEKNOLOJİLERİ ALANI

ANALİZ LABORATUVAR CİHAZLARI 11 DERS MATERYALI

MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ

BIYOMEDİKAL CİHAZ TEKNOLOJİLERİ ALANI



ANALİZ VE LABORATUVAR CİHAZLARI

11

DERS MATERYALI



MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ
Biyomedikal Cihaz Teknolojileri Alanı

ANALİZ VE LABORATUVAR CİHAZLARI

11

DERS MATERYALİ

YAZARLAR

Afra Hacer ÜNLÜ
Sümeyye Gülsüm ŞEN
Tuğba EKİNCİ
Tuğçe VANLI
Yüstra Melis TUNÇER



MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI YAYINLARI :

YARDIMCI VE KAYNAK KİTAPLAR DİZİSİ :

Her hakkı saklıdır ve Millî Eğitim Bakanlığına aittir. Ders materyalinin metin, soru ve şekilleri kısmen de olsa hiçbir surette alınıp yayımlanamaz.

HAZIRLAYANLAR

DİL UZMANI

Abdullah BERGE

PROGRAM GELİŞTİRME UZMANI

Ergül SİRKINTI

REHBERLİK UZMANI

Musa KARABEYESER

ÖLÇME DEĞERLENDİRME UZMANI

Yasemin Duygu ESEN

GÖRSEL TASARIM UZMANI

İlyas AKYEL

ISBN:

Millî Eğitim Bakanlığınının 24.12.2020 gün ve 18433886 sayılı oluru ile Meslekî ve Teknik Eğitim Genel Müdürlüğünce ders materyali olarak hazırlanmıştır.



İSTİKLÂL MARŞI

Korkma, sönmez bu şafaklarda yüzen al sancak;
Sönmeden yurdumun üstünde tüten en son ocak.
O benim milletimin yıldızıdır, parlayacak;
O benimdir, o benim milletimindir ancak.

Çatma, kurban olayım, çehreni ey nazlı hilâl!
Kahraman ırkıma bir gül! Ne bu şiddet, bu celâl?
Sana olmaz dökülen kanlarımız sonra helâl.
Hakkıdır Hakk'a tapan milletimin istiklâl.

Ben ezelden beridir hür yaşadım, hür yaşarım.
Hangi çılgın bana zincir vuracakmış? Şaşarım!
Kükremiş sel gibiyim, bendimi çiğner, aşarım.
Yırtarım dağları, enginlere sığmam, taşarım.

Garbın âfâkını sarmışsa çelik zırhlı duvar,
Benim iman dolu göğsüm gibi serhaddim var.
Ulusun, korkma! Nasıl böyle bir imanı boğar,
Medeniyet dediğin tek dişi kalmış canavar?

Arkadaş, yurduma alçakları uğratma sakın;
Siper et gövdeni, dursun bu hayâsızca akın.
Doğacaktır sana va'dettiği günler Hakk'ın;
Kim bilir, belki yarın, belki yarından da yakın.

Bastığın yerleri toprak diyerek geçme, tanı:
Düşün altındaki binlerce kefensiz yatanı.
Sen şehit oğlusun, incitme, yazıktır, atanı:
Verme, dünyaları alsan da bu cennet vatanı.

Kim bu cennet vatanın uğruna olmaz ki feda?
Şüheda fışkıracak toprağı sıksan, şüheda!
Cânı, cânânı, bütün varımı alsın da Huda,
Etmesin tek vatanımdan beni dünyada cüda.

Ruhumun senden İlahî, şudur ancak emeli:
Değmesin mabedimin göğsüne nâmahrem eli.
Bu ezanlar -ki şehadetleri dinin temeli-
Ebedî yurdumun üstünde benim inlemeli.

O zaman vecd ile bin secde eder -varsa- taşım,
Her cerîhamdan İlahî, boşanıp kanlı yaşım,
Fışkırır ruh-ı mücerret gibi yerden na'sım;
O zaman yükselerek arşa değer belki başım.

Dalgalan sen de şafaklar gibi ey şanlı hilâl!
Olsun artık dökülen kanlarımın hepsi helâl.
Ebediyyen sana yok, ırkıma yok izmihlâl;
Hakkıdır hür yaşamış bayrağımın hürriyyet;
Hakkıdır Hakk'a tapan milletimin istiklâl!

Mehmet Âkif Ersoy

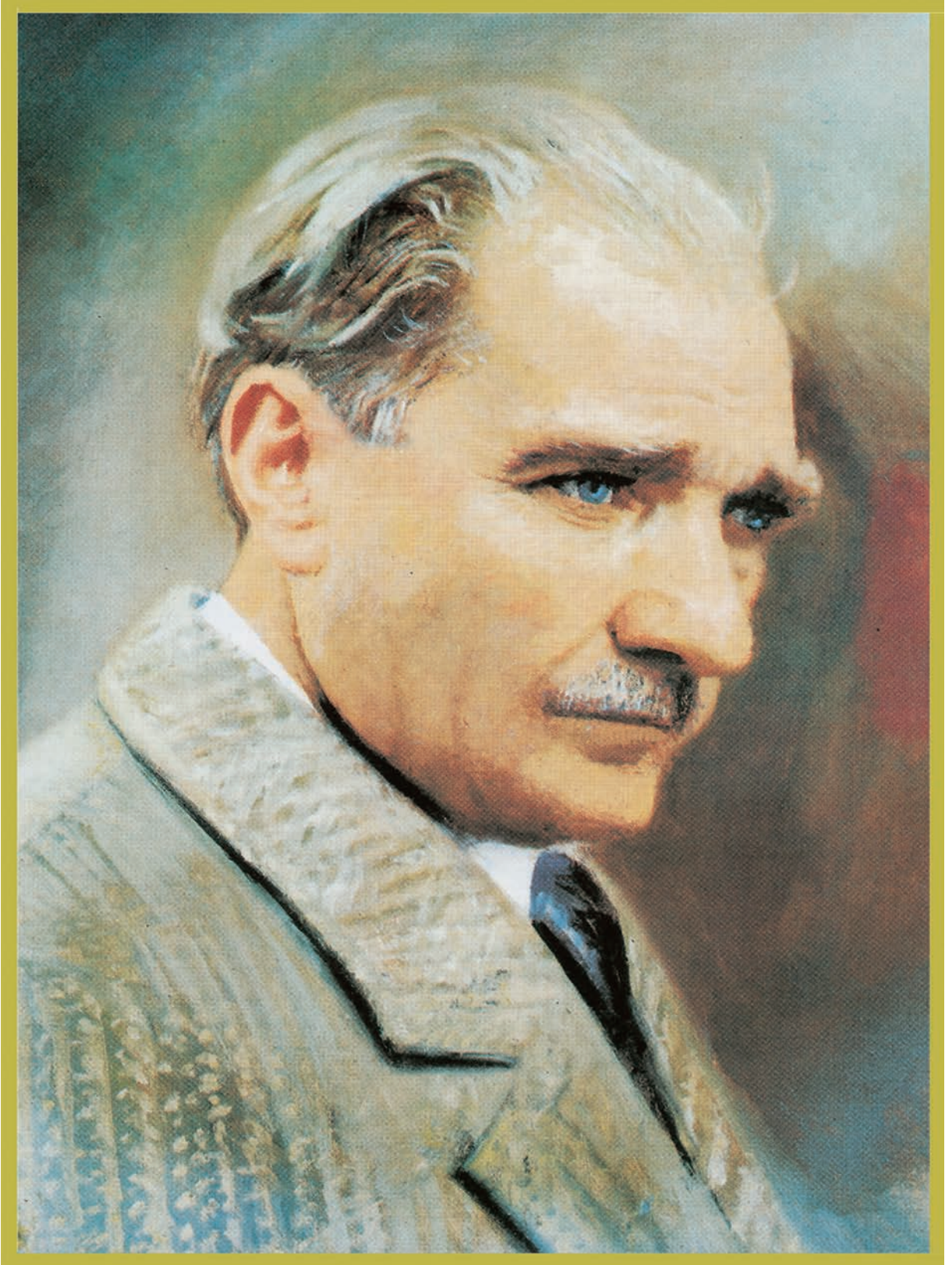
GENÇLİĞE HİTABE

Ey Türk gençliği! Birinci vazifen, Türk istiklâlini, Türk Cumhuriyetini, ilelebet muhafaza ve müdafaa etmektir.

Mevcudiyetinin ve istikbalinin yegâne temeli budur. Bu temel, senin en kıymetli hazinendir. İstikbalde dahi, seni bu hazineden mahrum etmek isteyecek dâhilî ve hâricî bedhahların olacaktır. Bir gün, istiklâl ve cumhuriyeti müdafaa mecburiyetine düşersen, vazifeye atılmak için, içinde bulunacağın vaziyetin imkân ve şeraitini düşünmeyeceksin! Bu imkân ve şerait, çok namüsaid bir mahiyette tezahür edebilir. İstiklâl ve cumhuriyetine kastedecek düşmanlar, bütün dünyada emsali görülmemiş bir galibiyetin mümessili olabilirler. Cebren ve hile ile aziz vatanın bütün kaleleri zapt edilmiş, bütün tersanelerine girilmiş, bütün orduları dağıtılmış ve memleketin her köşesi bilfiil işgal edilmiş olabilir. Bütün bu şeraitten daha elîm ve daha vahim olmak üzere, memleketin dâhilinde iktidara sahip olanlar gaflet ve dalâlet ve hattâ hıyanet içinde bulunabilirler. Hattâ bu iktidar sahipleri şahsî menfaatlerini, müstevlîlerin siyasî emelleriyle tevhit edebilirler. Millet, fakr u zaruret içinde harap ve bîtap düşmüş olabilir.

Ey Türk istikbalinin evlâdı! İşte, bu ahval ve şerait içinde dahi vazifen, Türk istiklâl ve cumhuriyetini kurtarmaktır. Muhtaç olduğun kudret, damarlarındaki asil kanda mevcuttur.

Mustafa Kemal Atatürk



MUSTAFA KEMAL ATATÜRK

DERS MATERYALİNİN TANITIMI	14
1. KOAGÜLOMETRE CİHAZLARI	17
1.1. KOAGÜLOMETRE CİHAZININ MONTAJI	18
1.1.1. Kanın Pıhtılaşma Süreci	18
1.1.2. Manuel Koagülometreler	19
1.1.3. Otomatik Koagülometreler	20
1.1.4. Koagülometre Cihazının Temel Bileşenleri	20
1.1.5. Koagülometre Cihazının Kurulumu	22
1.2. KOAGÜLOMETRE CİHAZLARINDA BESLEME ÜNİTESİ	23
1.3. KOAGÜLOMETRE CİHAZLARININ ELEKTRONİK KONTROL KARTI	25
1.3.1. Koagülometre Cihazındaki Anakart Ünitesinin Birimleri ve Çalışması	26
1.3.2. Merkezi İşlem Biriminin (CPU) Görevi	26
1.3.3. Osilatör Devrelerinin Görevleri	28
1.3.4. Isı Kontrollü Sensörlerin Çalışması	28
1.4. KOAGÜLOMETRE CİHAZLARINDA MOTOR BİRİMİ	29
1.4.1. DC Motorlar	30
1.4.2. DC Motorların Yapısı ve Çalışması	30
1.4.3. Motor Kontrol Kartı	31
1.5. KOAGÜLOMETRE CİHAZLARINDAKİ YAZICILAR	32
1.5.1. Termal Yazıcılar	32
1.5.2. Step Motor ve Sürücü Devreleri	33
1.5.3. Termal Yazıcı Kâğıdı	33
1.6. KOAGÜLOMETRE CİHAZLARINDA BAKIM	34
1.6.1. Cihazın Temizliği	35
1.7. KOAGÜLOMETRE CİHAZINDA KALİBRASYON	35
1.7.1. Kalibrasyon Laboratuvar Ortamı	35
1.7.2. Koagülometre Cihazının Kalibrasyonu	36
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	37
2. MİKROSKOP CİHAZLARININ MONTAJI	41
2.1. MİKROSKOP CİHAZLARININ MONTAJI	42
2.1.1. Mikroskopun Tanımı	42
2.1.2. Mikroskop Cihazının Temel Bileşenleri	43
2.1.3. Mikroskop Cihazının Kullanım Amacı ve Kullanım Alanları	46
2.1.4. Mikroskop Çeşitleri	46
2.1.5. Mikroskop Cihazının Kurulacağı Ortamın Özellikleri	47
2.1.6. Mikroskop Cihazının Montajında Dikkat Edilecek Hususlar	48
2.2. MİKROSKOP CİHAZLARINDA AYDINLATMA LAMBASI	49
2.2.1. Mikroskop Cihazında Kullanılan Lambalar ve Özellikleri	49
2.3. AYDINLATMA LAMBASINDA BESLEME ÜNİTESİNİN ÇALIŞMA PRENSİBİ	51
2.4. MİKROSKOP CİHAZININ MEKANİK AKSAMI	53
2.4.1. Lam ve Lamel Tutucu Mekanizma	53
2.4.2. Kaba (Makro Vida) ve İnce Ayar (Mikro Vida) Düğmesi	54
2.5. MİKROSKOP CİHAZLARININ BAKIMI VE FONKSİYON TESTİ	55
2.5.1. Işık Mikroskopunun Kullanımında Dikkat Edilmesi Gereken Hususlar	56
2.5.2. Işık Mikroskopunun Bakım Faaliyetleri	57
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	58
3. KAN GAZLARI CİHAZI	61
3.1. KAN GAZLARI CİHAZININ MONTAJI	62
3.1.1. İdrar Analizör Cihazının Görevleri	62
3.1.2. Kan Gazları Cihazının Kullanım Alanları	63
3.1.3. Kan Gazları Cihazında Kullanılan Aksesuarlar	63
3.1.4. Kan Gazları Cihazının Kurulacağı Ortamın Özellikleri	64

İÇİNDEKİLER

3.1.5. Kan Gazları Cihazının Montajında Dikkat Edilecek Hususlar	65
3.2. KAN GAZLARI CİHAZINDA BESLEME ÜNİTESİ	65
3.2.1. Kan Gazları Cihazının Besleme Ünitesinin Devre Şeması ve İşleyişi	66
3.3. KAN GAZLARI CİHAZINDA ELEKTRONİK KONTROL KARTLARI	68
3.3.1. Kan Gazları Cihazı Merkezi İşlem Ünitesinin Devre Şeması ve İşleyişi	68
3.3.2. Sıcaklık Kontrol Ünitesinin Devre Şeması ve İşleyişi	68
3.4. KAN GAZLARI CİHAZINDA SENSÖR VE ELEKTROTLAR	69
3.4.1. Kan Gazları Cihazındaki Sıcaklık Sensörleri	70
3.4.2. Kan Gazları Cihazında Bulunan Elektrot Çeşitleri	70
3.5. KAN GAZLARI CİHAZINDA KULLANILAN YAZICILAR	71
3.6. KAN GAZLARI CİHAZINDA KULLANILAN POMPA VE MOTORLAR	71
3.7. KAN GAZLARI CİHAZINDA KULLANILAN YAZILIMLAR	72
3.8. KAN GAZLARI CİHAZINDA BAKIM VE FONKSİYON TESTİ	73
3.9. KAN GAZLARI CİHAZINDA KALİBRASYON	74
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	76
4. İDRAR ANALİZÖR CİHAZLARI	79
4.1. İDRAR ANALİZÖR CİHAZININ MONTAJI	80
4.1.1. İdrar Analizör Cihazının Görevleri	80
4.1.2. İdrar Analizör Cihazının Temel Bileşenleri	82
4.1.3. Kimyasal ve Mikroskopik Analiz Yöntemi	82
4.1.4. İdrar Analizör Cihazının Kurulacağı Ortamın Özellikleri	84
4.1.5. İdrar Analizör Cihazının Elektriksel Özellikleri	85
4.1.6. İdrar Analizör Cihazının Montajında Dikkat Edilecek Hususlar	85
4.2. İDRAR ANALİZÖR CİHAZININ KİMYASAL (STRİP) ANALİZ ÜNİTESİ	86
4.2.1. Manuel ve Otomatik Strip Okuyucu Cihazlar	87
4.2.2. Strip Alma Haznesi ve Strip Taşıma Ünitesi	88
4.2.3. Strip Alma ve Taşıma Ünitelerinde Görülebilecek Arızalar	88
4.2.4. Strip Okuma Ünitesi	89
4.2.5. Kalibrasyon Stribi ve Kalibrasyon İşlemi	89
4.3. İDRAR CİHAZININ MİKROSKOBİK ANALİZ ÜNİTESİ	91
4.3.1. İdrar Analizörü Cihazının Mikroskopi Ünitesi ve Çalışma Prensipleri	91
4.3.2. Mikroskopi Ünitesinin Elemanları, Olası Arızalar ve Çözüm Yolları	92
4.4. İDRAR CİHAZININ MİKROSKOBİK ANALİZ ÜNİTESİ	93
4.5. İDRAR ANALİZÖR CİHAZLARINDA YAZILIM	93
4.5.1. İdrar Analizör Cihazlarının Bakımı	94
4.5.2. İdrar Analizör Cihazlarında Fonksiyon Testi	95
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	96
5. MİKROBİYOLOJİ CİHAZLARI	99
5.1. MİKROBİYOLOJİ LABORATUVARININ TEMELLERİ	100
5.1.1. Mikrobiyoloji Testlerinin Önemi ve Çeşitleri	101
5.1.2. Kültür Testi, Bakteri Ekimi ve Yöntemleri	102
5.1.3. Mikrobiyoloji Laboratuvarındaki Biyolojik Riskler	103
5.1.4. Mikrobiyoloji Laboratuvarında Kullanılan Sarflar	105
5.2. MİKROBİYOLOJİ LABORATUVARINDA KULLANILAN YARDIMCI CİHAZLAR	106
5.2.1. Etüv Cihazının Çalıştırılması, Bakımı ve Olası Arızaları	106
5.2.2. Güvenlik Kabininin Yapısı ve Periyodik Bakımı	108
5.2.3. Derin Dondurucunun (-86°C) Yapısı, Arıza Tespiti ve Onarımı	110
5.3. KAN KÜLTÜR CİHAZLARI	112
5.3.1. Kan Kültür Cihazının Yapısı	112
5.3.2. Derin Dondurucunun (-86°C) Yapısı, Arıza Tespiti ve Onarımı	113
5.3.3. Kan Kültür Cihazının Sensörleri	113
5.3.4. Kan Kültür Cihazında Kalibrasyon	114

5.4. BAKTERİ TANIMLAMA CİHAZLARI	115
5.4.1. Bakteri Tanımlamanın Önemi ve Yöntemleri	115
5.4.2. Bakteri Tanımlama Cihazlarında Olası Arızalar ve Onarım	117
5.4.3. Bakteri Tanımlama Cihazında Kullanılan Yazılımların Özellikleri	118
5.4.4. Bakteri Tanımlama Cihazlarında Kullanılan Yazılımların Test Edilmesi	118
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	119
6. KAN SAKLAMA DOLAPLARI	123
6.1. KAN SAKLAMA DOLAPLARININ MONTAJI	124
6.1.1. Kan Saklama Dolabının Tanımı ve Yapısı	124
6.1.2. Kan Saklama Dolaplarının Kullanım Amacı ve Özellikleri	124
6.1.3. Soğutma Sistemini Oluşturan Elemanların Yapısı ve Görevleri	125
6.1.4. Kan Saklama Dolaplarının Montajı	127
6.2. SOĞUTMA GAZI KAÇAK KONTROLÜ	128
6.2.1. Kan Saklama Dolabında Soğutma Gazının Kullanımı	128
6.2.2. Kan Saklama Dolaplarında Kullanılan Gazlar	129
6.2.3. Soğutucu Akışkan Çeşitleri	129
6.2.4. Gaz Verme İşleminde Dikkat Edilmesi Gereken Hususlar	131
6.2.5. Gaz Kaçaklarının Tespiti	132
6.3. GAZ VAKUMLAMA SETİ İLE GRAMAJINDA SİSTEME GAZ VERME	133
6.3.1. Vakum Şarj Cihazının Kullanımı	134
6.4. BORULARA VE EKLEM YERLERİNE GÜMÜŞ KAYNAĞI YAPMA	136
6.4.1. Soğutma Sisteminde Kullanılan Boruların Özellikleri	136
6.4.2. Gümüş Kaynağı Yapma Tekniği	137
6.4.3. Gümüş Kaynağının Yapım Aşamaları	138
6.5. KAN SAKLAMA DOLAPLARINDA SOĞUTMA SİSTEMİ	139
6.5.1. Soğutma Sisteminin Çalışması	139
6.5.2. Soğutma Sisteminde Kullanılan Elemanlar	141
6.6. KAN SAKLAMA DOLAPLARINDAKİ ELEKTRONİK KONTROL KARTI	142
6.6.1. Kan Saklama Dolaplarındaki Elektronik Kontrol Kartının Çalışması	142
6.6.2. Kan Saklama Dolaplarında Kullanılan Algılayıcılar ve Özellikleri	144
6.7. KAN SAKLAMA DOLAPLARINDA ISI KAYIT MODÜLÜ	144
6.7.1. Isı Kayıt Sistemleri	144
6.7.2. Dairesel Grafik Kaydediciler	145
6.8. KAN SAKLAMA DOLAPLARININ KALİBRASYONU	146
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	147
7. KAN SAYIM CİHAZLARININ ELEKTRONİK BİRİMİ	151
7.1. KAN SAYIM CİHAZLARININ MONTAJI	152
7.1.1. Kan Sayım Cihazı	152
7.1.2. Kan Sayım Cihazlarında Kullanılan Teknikler	152
7.1.3. Kanın Yapısı	154
7.1.4. Kan Sayım Cihazında Kullanılan Reaktifler	155
7.1.5. Kan Sayım Cihazının Kullanım Alanları	157
7.1.6. Kan Sayım Cihazının Kurulacağı Ortamın Şartları	157
7.1.7. Kan Sayım Cihazının Elektriksel Özellikleri	157
7.1.8. Kan Sayım Cihazının Montajında Dikkat Edilecek Hususlar	158
7.1.9. Kan Sayım Cihazının Bileşenleri	158
7.2. KAN SAYIM CİHAZLARINDA BESLEME ÜNİTESİ	160
7.2.1. Kan Sayım Cihazlarında Besleme Ünitesinin Çalışma Prensipleri	161
7.2.2. Anakart Besleme Modülü ve Olası Arızalar	162
7.3. KAN SAYIM CİHAZLARINDA ELEKTRONİK KONTROL KARTI	165
7.3.1. Kan Sayım Cihazında Kullanılan İşlemciler	165
7.3.2. Hücre Sayım Yöntemleri	166

İÇİNDEKİLER

7.3.3. Elektriksel Direnç Yöntemiyle Yapılan Sayımlarda Hata Kaynakları	167
7.3.4. Kan Sayım Cihazı Palspreamplifikatör Kontrol Ünitesinin Görevi	168
7.3.5. Gösterge ve Tuş Takımı Ünitesinin Özellikleri	169
7.3.6. Kan Sayım Cihazındaki Olası Arızalar	171
7.4. KAN SAYIM CİHAZLARINDA SENSÖRLER	172
7.4.1. Kan Sayım Cihazlarında Kullanılan Sensör ve Transdüser Çeşitleri	173
7.4.2. Kan Sayım Cihazlarında Kullanılan Sensör Temizleme Solüsyonları	174
7.4.3. Kan Sayım Cihazlarında Kullanılan Sensörlerin ve Transdüserlerin Olası Arızaları	174
7.5. KAN SAYIM CİHAZLARINDA YAZILIM	176
7.5.1. Kan Sayım Cihaz Yazılımı ile Arıza Tespit Uygulamaları	176
7.6. KAN SAYIM CİHAZLARINDA KULLANILAN YAZICILAR	177
7.6.1. Kan Sayım Cihazlarına Uyumlu Yazıcılar	178
7.6.2. Yazıcılara Uygun Sarf Malzemeler	178
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	180
8. KAN SAYIM CİHAZLARININ ELEKTROMEKANİK BİRİMLERİ	185
8.1. KAN SAYIM CİHAZLARINDA MOTOR ÜNİTESİ	186
8.1.1. Kan Sayım Cihazlarında Kullanılan Motor Çeşitleri	186
8.1.2. Motor Kontrol Kartı	187
8.1.3. Kan Sayım Cihazlarında Oluşabilecek Motor Arızaları ve Onarma Yöntemleri	187
8.2. KAN SAYIM CİHAZINDAKİ MEKANİK AKSAMLAR	189
8.2.1. Kan Sayım Cihazındaki Valf Çeşitleri	189
8.2.2. Kan Sayım Cihazı Valf Arızaları ve Onarma Yöntemleri	190
8.2.3. Kan Sayım Cihazındaki Pompa Sistemleri	191
8.2.4. Kan Sayım Cihazındaki Pompa Arızaları ve Onarım Yöntemleri	192
8.3. KAN SAYIM CİHAZLARINDA ELEKTROMEKANİK VALFLER	192
8.3.1. Kan Sayım Cihazı Valf Arızaları ve Onarma Yöntemleri	193
8.3.2. Kan Sayım Cihazlarında Kullanılan Elektromekanik Valflerin Görevleri	193
8.3.3. Kan Sayım Cihazlarında Kullanılan Elektromekanik Valflerin Mekanizması	194
8.3.4. Elektromekanik Valflerde Oluşabilecek Arızalar ve Arızaları Giderme Yöntemleri	195
8.4. KAN SAYIM CİHAZLARINDA KULLANILAN ÖZEL BİRİMLER	196
8.4.1. Numune Tüpleri	196
8.4.2. Karışım Kapları	197
8.4.3. Hortumlar	198
8.4.4. Şırıngalar	198
8.4.5. İğneler	198
8.5. KAN SAYIM CİHAZLARINDA FONKSİYON TESTİ	199
8.5.1. Kan Sayım Cihazında Boş Sayım Testi	199
8.5.2. Kan Sayım Cihazında Test Numune Analizi	200
8.5.3. Kan Sayım Cihazlarında Oluşabilecek Arızalar ve Çözüm Önerileri	201
8.6. KAN SAYIM CİHAZLARININ GENEL BAKIMI	202
8.6.1. Kan Sayım Cihazının Bakım Faaliyetleri	202
8.7. KAN SAYIM CİHAZLARININ KALİBRASYONU	204
8.7.1. Kan Sayım Cihazı Kalibrasyon İşlemleri	205
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	207
9. ANALİZ CİHAZLARINDA OKUMA YÖNTEMLERİ	211
9.1. SPEKTROFOTOMETRİK METOD	212
9.1.1. Spektrofotometre Cihazının Çalışma Prensipleri	212
9.1.2. Spektroskopik Optik Ölçüm Yöntemleri	215
9.1.3. Kolorimetrenin Çalışma Prensipleri	216
9.2. SPEKTROFOTOMETRİK ÖLÇÜM YÖNTEMİNİN ÖZELLİKLERİ	217
9.2.1. Spektrofotometre Cihazının Temel Bileşenleri	219
9.3. SPEKTROFOTOMETRE MODÜLÜNDE FOTODEDEKTÖR ÜNİTESİ	221

İÇİNDEKİLER

9.3.1. Dedektör Ünitesine Gelen Işığın Türleri	222
9.3.2. Dedektörlerin Kullanım Alanları	223
9.4. SPEKTROFOTOMETRE MODÜLÜNDE HALOJEN LAMBA VE MERCEK	224
9.4.1. Halojen Lamba ve Özellikleri	224
9.4.2. Spektrofotometre Modülünde Lamba Değişimi	225
9.4.3. Mercek Çeşitleri ve Mercek Sisteminin Yapısı	227
9.5. KEMÜLİMINESANS ÖLÇÜM YÖNTEMİ	227
9.5.1. Kemüliminesans Yönteminin Çalışma Prensipleri	228
9.6. KEMÜLİMINESANS ÖLÇÜM YÖNTEMİ	229
9.6.1. Antikor ve Antijen İşaretleyicileri	229
9.6.2. Substrat Olan İşaretleyiciler	230
9.6.3. Baz Olan İşaretleyiciler	230
9.7. LÜMİNOMETRE MODÜLÜ	231
9.7.1. Luminometre Modülünün Yapısı	232
9.8. LUMİNOMETRE MODÜLÜNDE PMT	233
9.8.1. PMT Yapı Bileşenleri	233
9.8.2. Fotoçoğaltıcı Tüpte Oluşabilecek Arızalar	234
9.8.3. Spektrofotometre Cihazının Genel Bakımı	235
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	239
10. OTOANALİZÖRLER	243
10.1. OTOANALİZÖR CİHAZININ ÇALIŞMA YAPISI VE ÇEŞİTLERİ	244
10.1.1. Otoanalizör Cihazlarının Çeşitleri	245
10.1.2. Biyokimya Cihazının Yapısı ve Çalışma Prensipleri	246
10.1.3. Biyokimya Cihazının Yapısı ve Çalışma Prensipleri	253
10.2. BİYOKİMYA CİHAZLARININ MONTAJI	254
10.2.1. Biyokimya Cihazının Aksesuarları	254
10.2.2. Biyokimya Cihazının Kurulacağı Ortamın Özellikleri	254
10.2.3. Biyokimya Cihazının Montajı	255
10.3. BİYOKİMYA CİHAZLARINDA BESLEME ÜNİTESİ	257
10.3.1. Besleme Kartında Bulunan Birimler	257
10.4. BİYOKİMYA CİHAZLARININ ELEKTRONİK KONTROL KARTI	258
10.5. BİYOKİMYA CİHAZLARINDA MOTOR	259
10.6. BİYOKİMYA CİHAZLARINDA BAKIM VE FONKSİYON TESTİ	261
10.6.1. Biyokimya Cihazlarında Bakım Faaliyetleri	261
10.6.2. Cihaz ve Aksesuarlarının Temizliği	264
10.6.3. Biyokimya Cihazı Fonksiyon Testleri	266
10.7. BİYOKİMYA CİHAZLARINDA KALİBRASYON	267
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	271
KAYNAKÇA	275
CEVAP ANAHTARI	276

→ DERS MATERYALİNİN TANITIMI

Öğrenme biriminin numarasını gösterir.

Öğrenme birimi görselini gösterir.

Öğrenme biriminin adını gösterir.

1. ÖĞRENME BİRİMİ



KOAGÜLOMETRE CİHAZLARI

KONULAR

- 1.1. KOAGÜLOMETRE CİHAZININ MONTAJI
- 1.2. KOAGÜLOMETRE CİHAZLARINDA BESLEME ÜNİTESİ
- 1.3. KOAGÜLOMETRE CİHAZLARINDA ELEKTRONİK KONTROL KARTI
- 1.4. KOAGÜLOMETRE CİHAZLARINDA MOTOR BİRİMİ
- 1.5. KOAGÜLOMETRE CİHAZLARINDA YAZICI BİRİMİ
- 1.6. KOAGÜLOMETRE CİHAZLARINDA BAKIM VE FONKSİYON TESTİ
- 1.7. KOAGÜLOMETRE CİHAZLARINDA KALİBRASYON

HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

1. Bir kandamla, bireyin sağlık durumu hakkında neler ifade edebilir? Düşüncelerinizi arkadaşlarınızla paylaşınız.
2. Kanın pıhtılaşma sürecini doğru bir şekilde ölçmek hastaya ne gibi avantajlar sağlar? Bu avantajları nedenleriyle açıklayınız.



17

Her öğrenme biriminin başında öğrencilerin ön bilgilerini hatırlatmak ve konuya hazırlanmalarını sağlamak amacıyla oluşturulan soruları gösterir.

Öğrenme biriminin karekodunu gösterir.

Öğrenme birimindeki konuları gösterir.

DERS MATERYALİNİN TANITIMI ←

Öğrenme biriminin başlıklarını gösterir.

Öğrenme biriminin adını gösterir.

Öğrenme biriminin numarasını gösterir.

5.ÖĞRENME BİRİMİ

MİKROBİYOLOJİ CİHAZLARI

5.3. KAN KÜLTÜR CİHAZLARI

Ağır bir enfeksiyon durumunda bağışıklık sisteminin normalden fazla çalışarak vücut dokularına zarar vermesi durumuna sepsis adı verilir. Halk arasında kan zehirlenmesi olarak da bilinir. Sepsis, gelişen tedavi yöntemlerine rağmen yüksek mortalitesi (ölüm oranı) olan bir hastalıktır. Sepsiste erken tanı ve tedavi, hayat kurtarıcı özelliğe sahiptir Sepsis tanısı için kan kültürü "altın standart" olarak kabul edilir. Tam otomatize sistemler günümüzde sepsis tanısında yaygın olarak kullanılmaktadır.

5.3.1. Kan Kültür Cihazının Yapısı



Kan kültür cihazları; hastadan alınan kan örneklerinde bakteri, mantar veya diğer mikroorganizmalara varlığını tespit etmek amacıyla kullanılan laboratuvar cihazlarıdır (Görsel 5.4). Bu cihazlarda enfeksiyonların hızlı ve doğru bir şekilde teşhis edilmesi için kan örnekleri inkübe edilir ve mikroorganizma üretmesi sürekli olarak takip edilir.

Görsel 5.4: Kan kültür cihazı ve kültür edilen kan örnekler

Kan kültür cihazları, inkübasyon süresi boyunca otomatik izleme yapar ve mikroorganizmaların üretmesi durumunda kullanıcıyı uyarır. Böylelikle enfeksiyonların erken aşamalarda tespit edilmesine olanak sağlar. Cihazın gelişmiş sensörleri sayesinde çok düşük miktardaki mikroorganizmalar bile tespit edilebilir ve aynı anda birden fazla kan örneği analiz edilebilir. Cihazın işleyebileceği örnek sayısı (şişe ya da flakon) marka, model ve ihtiyaca göre değişiklik gösterir:



Hastadan alınan kan örnekleri, özel olarak hazırlanmış besiyeri eklenmiş olan şişelere eklenir. Şişeler kan kültür cihazındaki tasarlanmış şişe bölmelerine yerleştirilir. Burada belirli sıcaklık ve uygun koşullarda inkübe edilir. Genellikle karbondioksit üretimi gibi biyokimyasal değişikliklerle izlenerek mikroorganizmalara metabolik aktiviteleri ve üremeleri tespit edilir. Bu işlemlerde genellikle floresan teknolojiyi kullanılır. Her şişe için ayrı bir takip söz konusudur (Görsel 5.5). Şişede mikroorganizma üretmesi tespit edildiğinde cihaz alarm vererek kullanıcıyı bilgilendirir.

Görsel 5.5: Floresan teknolojiyle çalışan cihaza şişelerin yerleştirilmesi

112

Öğrenme birimiyle ilgili görselleri gösterir.

Ders materyalinin sayfa numaralarını gösterir.

Öğrenme birimindeki konu anlatımını gösterir.

→ DERS MATERYALİNİN TANITIMI



BİLGİ NOTU

Küvet ve bilyeler tek kullanımlıktır. Testin güvenilirliği için küvet ve bilyeler her kullanımda mutlaka yenilenmelidir.



Etkileşimli ders materyali, video, ses, animasyon, uygulama, oyun, soru vb. ilave kaynaklara ulaşılacak karekodu gösterir. Materyalin genel ağ kaynakçasına ve görsel kaynakçasına buradan ulaşılır.

Bazı konularla ilgili dikkat çekici ve ilginç bilgilerin olduğu kutucuğu gösterir.



ARAŞTIRINIZ

Biyokimya cihazlarında gerçekleştirilen kalite kontrol testlerini, bu testlerin hangi durumlarda ve ne sıklıkta yapıldığını araştırınız. Araştırma sonuçlarınızı aşağıda boş bırakılan bölüme yazınız.

Araştırma sorularının cevaplarının yazılacağı alanı gösterir.

Öğrenmeyi pekiştirmek için öğrencilerin araştırmaları gereken soruları gösterir.

Sıra sizde sorularının cevaplarının yazılacağı alanı gösterir.

Öğrenmeyi pekiştirmek için öğrencilerin cevaplayacakları soruları gösterir.



SIRA SİZDE

Bir koagülometre cihazının fonksiyonlarını yerine getirebilmesi için gerekli olan motor türlerini sayınız. Her bir motor türünün cihazda gerçekleştirdiği işlemlere birer örnek vererek aşağıda boş olan alana yazınız.

Bu ders materyalinde ölçü birimlerinin uluslararası kısaltmaları kullanılmıştır.



KOAGÜLOMETRE CİHAZLARI

KONULAR

- 1.1. KOAGÜLOMETRE CİHAZININ MONTAJI
- 1.2. KOAGÜLOMETRE CİHAZLARINDA BESLEME ÜNİTESİ
- 1.3. KOAGÜLOMETRE CİHAZLARINDA ELEKTRONİK KONTROL KARTI
- 1.4. KOAGÜLOMETRE CİHAZLARINDA MOTOR BİRİMİ
- 1.5. KOAGÜLOMETRE CİHAZLARINDA YAZICI BİRİMİ
- 1.6. KOAGÜLOMETRE CİHAZLARINDA BAKIM VE FONKSİYON TESTİ
- 1.7. KOAGÜLOMETRE CİHAZLARINDA KALİBRASYON

HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

1. Bir kandamı, bireyin sağlık durumu hakkında neler ifade edebilir? Düşüncelerinizi arkadaşlarınızla paylaşınız.
2. Kanının pıhtılaşma sürecini doğru bir şekilde ölçmek hastaya ne gibi avantajlar sağlar? Bu avantajları nedenleriyle açıklayınız.



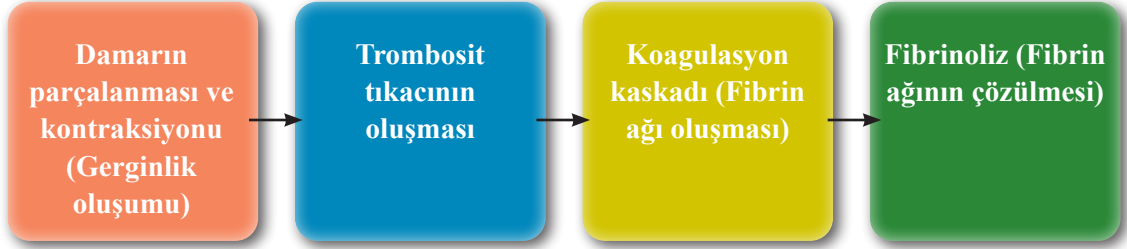
KOAGÜLOMETRE CİHAZLARI

1.1. KOAGÜLOMETRE CİHAZININ MONTAJI

Koagülometre cihazları, kan pıhtılaşma sürecinin değerlendirilmesi ve izlenmesi için kullanılan laboratuvar cihazlarıdır. Bu cihazlar, çeşitli pıhtılaşma testlerini gerçekleştirerek hemostazın (kanama durdurma) ve koagülasyon (pıhtılaşma) bozukluklarının değerlendirilmesini sağlar. Koagülasyon bozuklukları ise kanın pıhtılaşma sürecindeki aksaklıkları kapsar.

1.1.1. Kanın Pıhtılaşma Süreci

Kanın pıhtılaşması, vücudun kan damarlarındaki yaralanmalara karşı verdiği doğal bir tepkidir. Kanamanın durması hayati bir öneme sahiptir. Pıhtılaşma sürecinin aşamaları Şema 1.1'de gösterilmiştir.



Şema 1.1: Pıhtılaşma sürecinin aşamaları

Damarın Parçalanması ve Kontraksiyonu: Bu olaya **gerginlik oluşumu** da denir. Bir kan damarı yaralandığında damar duvarındaki hücreler (endotel hücreler) zarar görür. Bu hasar, kanın pıhtılaşma sürecini başlatır. Hasar gören damar daralarak (kasılma) kan akışını yavaşlatır. Bu durum pıhtılaşma için gerekli olan faktörlerin oluşmasına yardımcı olur.

Trombositlerin Aktivasyonu ve Trombosit Tıkaçının Oluşumu: Kan damarının dışında bulunan kolajen gibi maddeler, **trombosit** adı verilen kan hücrelerini çekerek aktive eder. Aktive olan trombositler şekil değiştirir ve birbirlerine yapışarak kanamanın olduğu damarda bir trombosit tıkaçı oluşturur. Trombosit tıkaçı, kanın hasarlı dokudan çıkışını kısmen engeller. Bu trombositler aynı zamanda çeşitli kimyasal sinyaller (adenozin difosfat, tromboksan) salarak daha fazla trombositin kanayan bölgeye gelmesini sağlar.

Koagülasyon Kaskadı: Pıhtılaşma olarak da bilinen durumdur. Trombosit tıkaçının oluşmasının ardından, kan plazmasında bulunan pıhtılaşma faktörleri aktifleşir. Bu faktörler bir araya gelerek trombosit tıkaçını güçlendirir. Tüm bu süreç bir dizi karmaşık kimyasal reaksiyon zinciri olan koagülasyon kaskadını başlatır. Koagülasyon kaskadının aşamaları aşağıda detaylandırılmıştır;

- **İç ve Dış Yolların Aktivasyonu:** Kan pıhtılaşması iç (intrinsik) ve dış (ekstrinsik) yollardan tetiklenebilir. İç yol, damarın iç kısmındaki hasarla başlar; dış yol doku faktörünün (tissue factor) serbest kalması ile tetiklenir.
- **Protrombinin Trombine Dönüşmesi:** Koagülasyon kaskadının sonunda protrombin, trombin enzimine dönüşür.
- **Fibrinojenin Fibrine Dönüşmesi:** Trombin, fibrinojen adlı çözünür proteini çözünmez fibrin liflerine dönüştürür. Sonuç olarak fibrin lifleri, trombosit tıkaçının etrafını sararak sağlam bir pıhtı oluşturur. Fibrin ağları trombositleri birbirine bağlar ve pıhtı iyice sağlamlaştırır. Sağlamlaşan pıhtı kanamayı durdurur ve yaralı bölgenin iyileşmesi için geçici bir yapı sağlar.

Fibrinoliz: Fibrin ağının çözülmesi durumudur. Yara iyileşmeye başladığında pıhtının küçülmesi ve sonunda parçalanması gerekir. Fibrinolitik sistem adı verilen bir süreçle plazmin enzimi fibrin liflerini parçalar ve pıhtıyı çözer.

Kan pıhtılaşması, birçok faktörün ve hücrenin hassas bir şekilde etkileşimde bulunduğu karmaşık bir süreçtir. Bu sürecin dengesi bozulduğunda kanın gereğinden fazla veya az pıhtılaşması gibi sorunlar ortaya çıkabilir. Örneğin aşırı pıhtılaşma **tromboz** gibi rahatsızlıklara yol açarken yetersiz pıhtılaşma **hemofili** gibi hastalıklara neden olabilir. Tüm bu süreçteki kimyasal reaksiyonları saptayan cihaz, **koagülometre** cihazıdır. Koagülometre cihazının başlıca kullanım alanları şunlardır:

- Hemofili gibi pıhtılaşma bozukluklarının tanısı ve izlenmesi
- Von willebrand hastalığı gibi kanama bozukluklarının teşhisi
- Trombofili (kanın aşırı pıhtılaşması eğilimi) gibi durumların değerlendirilmesi
- Antikoagülan (kan sulandırıcı) ilaçların etkinliğinin ve güvenliğinin izlenmesi
- Cerrahi müdahale ve yoğun bakım ünitelerinde kanama riskinin değerlendirilmesi ve yöntemin seçilmesi
- Karaciğer (pıhtılaşma faktörlerinin üretildiği organ) fonksiyon bozukluklarının neden olduğu pıhtılaşma bozukluklarının tespiti
- Siroz ve diğer karaciğer hastalıklarının takibi
- Hemostaz ve tromboz alanında yapılan araştırmalar

1.1.2. Manuel Koagülometreler

Manuel koagülometreler, kanın pıhtılaşma sürecini ölçmek için kullanılan laboratuvar aletlerinden oluşur. Bu aletlerle kanın pıhtılaşma fonksiyonları değerlendirilerek çeşitli koagülasyon testleri gerçekleştirilir. Manuel koagülometreler özellikle küçük laboratuvarlarda, veteriner kliniklerinde veya kaynakların sınırlı olduğu yerlerde tercih edilmektedir.

Manuel koagülometrelerle genellikle protrombin zamanı (PT) ve aktive parsiyel tromboplastin zamanı (aPTT) gibi temel koagülasyon testleri yapılır. Aşağıda yaygın olarak kullanılan manuel koagülometreler ve kullanım yöntemleri açıklanmıştır.

Tilt-Tube Metodu: Bu yöntem, pıhtı oluşumunu gözlemlemek için bir cam tüpün eğilmesi prensibine dayanır. Kan numunesi ve koagülasyon reaktif tüp içine eklenir ve belirli aralıklarla tüp eğilerek pıhtı oluşumu gözlenir.

Manuel Fibrometre: Bu cihaz, plazma ve reaktiflerin karıştırıldığı ve pıhtı oluşumunu ölçen basit bir alettir. Tekniker, küçük bir probu plazma örneğine daldırarak pıhtılaşmayı manuel olarak gözlemler.

Kronometre Yöntemi: Kan örneği ve reaktifler belirli bir sıcaklıkta inkübe edilirken pıhtılaşma süresi bir kronometre ile manuel olarak ölçülür. Bu yöntem, en basit ve en temel manuel koagülasyon testlerinden biridir.

Kapiller Tüp Yöntemi: Kapiller tüp kullanılarak yapılan bu yöntemde, kan numunesi ince bir cam tüpün içine çekilir ve belirli aralıklarla tüp kırılarak pıhtı oluşumu gözlenir. Özellikle veterinerlik uygulamalarında yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir.

KOAGÜLOMETRE CİHAZLARI

Elde Taşınabilir Koagülometreler: Bazı taşınabilir cihazlar, manuel ölçümleri kolaylaştırmak için tasarlanmıştır. Bu cihazlar, küçük ve taşınabilir olmaları nedeniyle saha çalışmalarında ve acil durumlarda yaygın olarak kullanılır.

1.1.3. Otomatik Koagülometreler

Otomatik koagülometreler, kanın pıhtılaşma sürecini ölçmek ve analiz etmek için kullanılan ileri teknoloji cihazlardır. Bu cihazlar, manuel koagülometrelerden farklı olarak daha hassas ve hızlı sonuçlar sağlar. Bu yüzden gelişmiş laboratuvarlarda yaygın olarak kullanılır. Otomatik koagülometrelerin başlıca özellikleri şunlardır:

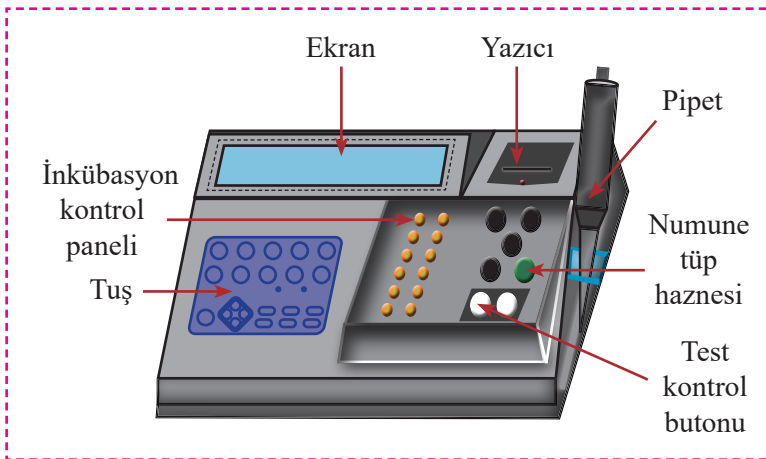
- Cihaz, barındırdığı sensör ve optik sistemler sayesinde yüksek hassasiyet ve doğrulukta pıhtılaşma testleri yapar.
- Protrombin zamanı (PT), aktive parsiyel tromboplastin zamanı (aPTT), fibrinojen ve D-dimer gibi çeşitli koagülasyon testlerini aynı anda gerçekleştirir.
- Büyük laboratuvarlarda yüksek hacimli test işlemleri için idealdir ve kullanımı kolaydır.
- Yazılımlar ve kullanıcı dostu arayüzleri sayesinde numune hazırlama, test yapma ve sonuç analizi süreçlerinin çoğunu otomatik olarak yapar.
- Dâhili kalite kontrol sistemleri, testlerin doğruluğunun ve güvenilirliğinin sürekli olarak izlenmesini sağlar.



ARAŞTIRINIZ

Gerekli görüşmeleri yaptıktan sonra çevrenizde bulunan sağlık kuruluşlarından birini ziyaret ediniz. Burada kullanılan manuel ve otomatik koagülometreler hakkında bilgi ve görseller toplayınız. Edindiğiniz bilgileri sınıfta arkadaşlarınızla paylaşınız.

1.1.4. Koagülometre Cihazının Temel Bileşenleri



Koagülometre cihazı, Görsel 1.1'de belirtilen ekran, yazıcı, pipet, tuş takımı, inkübatör, karıştırma, numune ve reaktif ünitesi gibi temel bileşenlere sahiptir.

Görsel 1.1: Koagülometre cihazının genel parçaları

Genel parçalara ek olarak koagülometre cihazıyla doğru ölçümler yapabilmek için Şema 1.2'deki aksesuarlara da ihtiyaç duyulur.



Şema 1.2: Koagülometre cihazında kullanılan aksesuarlar

Otomatik koagülometrelerde, kan numunelerine belirli reaktifler eklenir ve ardından pıhtılaşma süreci izlenerek elde edilen veriler otomatik olarak kaydedilir. Pıhtılaşma süresi, pıhtı oluşumunu tespit eden sensör ve analiz yazılımları tarafından ölçülerek analiz edilir. Koagülometre cihazıyla pıhtılaşma sürecinin ölçülmesi Şema 1.3'te gösterilmiştir.



Şema 1.3: Koagülometre cihazıyla pıhtılaşma sürecinin ölçülmesi

Koagülometre cihazı ile pıhtılaşma sürecinin ölçülmesi için aşağıdaki işlem basamakları uygulanır:

- Hastadan alınan plazma veya tam kan örnekleri, antikoagülan içeren tüplerde toplanır.
- Kan numuneleri, koagülometre cihazının numune giriş ünitesine yerleştirilir.
- Cihaz, test türüne uygun reaktifleri otomatik olarak seçer ve numunelere ekler.
- Numune ve reaktifler, homojen bir karışım elde etmek için karıştırılır.
- Testlerin belirli bir sıcaklıkta gerçekleşmesi gerekir. Cihaz, numuneleri inkübatör bölümünde sabit bir sıcaklıkta tutar.
- Her test için belirli bir inkübasyon süresi gereklidir. Cihaz, bu süre boyunca numuneleri izler.
- Cihaz, pıhtılaşma sürecini tespit etmek için ışık geçirgenliği veya absorbans değişikliklerini ölçer (Pıhtı oluştuğunda ışık geçirgenliği azalır.).
- Cihaz, numunenin viskozitesinde veya mekanik özelliklerinde meydana gelen değişiklikleri ölçer (Pıhtı oluşumu mekanik hareketleri etkiler).

KOAGÜLOMETRE CİHAZLARI

- Pıhtılaşma süresi [protrombin zamanı (PT), aktive parsiyel tromboplastin zamanı (aPTT)] sensörlerle ölçülür.
- Toplanan veriler, cihazın mikroişlemcisi ve mikroişlemciyi yöneten yazılım tarafından analiz edilir. Sonuçlar, önceden belirlenmiş referans aralıkları ile karşılaştırılır.
- Test sonuçları cihazın dijital ekranında görüntülenir.
- Sonuçlar termal yazıcıdan çıktı olarak alınabilir ve hastanede mevcut ise laboratuvar bilgi sistemine otomatik olarak kaydedilir.



SIRA SİZDE

Aşağıdaki tabloya koagülometre cihazını oluşturan temel birimleri ve bu birimlerin işlevlerini örnekteki gibi yazınız.

Cihaz Bileşeni	İşlevi
1.	
2.	
3. İnkübatör Ünitesi	Kanın pıhtılaşma testlerinde kullanılan numunelerin belirli bir sıcaklıkta tutulmasını sağlar.
4.	
5.	
6.	

1.1.5. Koagülometre Cihazının Kurulumu

Koagülometre cihazının montajı için aşağıdaki işlem basamakları takip edilir:

- Cihaz, düz ve sabit bir yüzeye yerleştirilir.
- Cihazın çevresinde, yeterli hava akışını sağlamak için boş alan bırakılır.
- Cihazın elektrik gereksinimleri kontrol edilir.
- Cihaza uygun güç kaynağı bağlantısı yapılır.
- Elektrik kablosunun düzgün bir şekilde yerleştirildiğinden ve herhangi bir gerilme veya bükülme olmadığından emin olunur.
- Cihazla birlikte gelen aksesuarlar (test küvetleri, prob vs.) monte edilir.
- Tüm aksesuarların cihaza uygun olmasına ve doğru yere takılmasına özen gösterilir.
- Uygun bağlantı elemanları kullanılarak bilgisayar ile cihazın bağlantısı yapılır ve cihaza uygun yazılım yüklemesi tamamlanır (cihazın bilgisayarla kullanılması durumunda).

- Yazılımın doğru bir şekilde yüklendiğinden ve cihazın yazılımla iletişim kurabildiğinden emin olunur.
- Cihazın kullanma kılavuzunda belirtilen otomatik kalibrasyon işlemleri tamamlanarak cihazın doğru çalıştığından emin olunur.

1.2. KOAGÜLOMETRE CİHAZLARINDA BESLEME ÜNİTESİ

Koagülometre cihazının besleme ünitesi, cihazın çalışması için gerekli elektrik enerjisini sağlayarak çeşitli bileşenlerin ve birimlerin düzgün çalışmasını sağlar. Bu ünite, cihazın doğru ve güvenilir bir şekilde çalışabilmesi için hayati öneme sahiptir. Birçok tıbbi cihazın besleme ünitesinde olduğu gibi koagülometre cihazının besleme ünitesi de **anahtarlamalı mod güç kaynağından** ve besleme ünitesinin enerji sağladığı birimlerin bağlantı soketlerinden oluşur.

SMPS'ler, cihazın birimlerinin ihtiyaç duyduğu elektrik enerjisini elde etmek için kullanılan verimli ve kompakt bir güç kaynağı türüdür. Bu güç kaynağı, elektrik enerjisini istenen gerilim ve akım seviyesine dönüştürürken verimliliği artırmak ve enerji kaybını azaltmak için yüksek frekansta anahtarlama yapar. Kısaca SMPS'ler bir DC veya AC kaynaktan aldığı enerjiyi DC yüklerine aktarırken gerilim ve akım dönüşümünü verimli bir şekilde yapar. Anahtarlamalı besleme ünitesinin avantajları şunlardır:

- **Yüksek Verimlilik:** SMPS'ler, düşük ısı üretimi ve enerji kaybı ile yüksek verimlilik sağlar.
- **Kompakt Boyut:** Yüksek frekansta çalıştıkları için daha küçük ve hafif bileşenler kullanılır. Bu da daha kompakt bir yapı sağlar.
- **Geniş Giriş Gerilimi Aralığı:** Farklı giriş gerilimlerinde (hem AC hem de DC) çalışabilme yeteneğine sahiptir.
- **Düşük Isı Üretimi:** Verimli çalışması nedeniyle daha az ısı üretir, bu durum soğutma gereksinimlerini azaltır.
- **Çıkış Gerilimi Stabilitesi:** Geri besleme mekanizması sayesinde çıkış gerilimi oldukça kararlıdır.

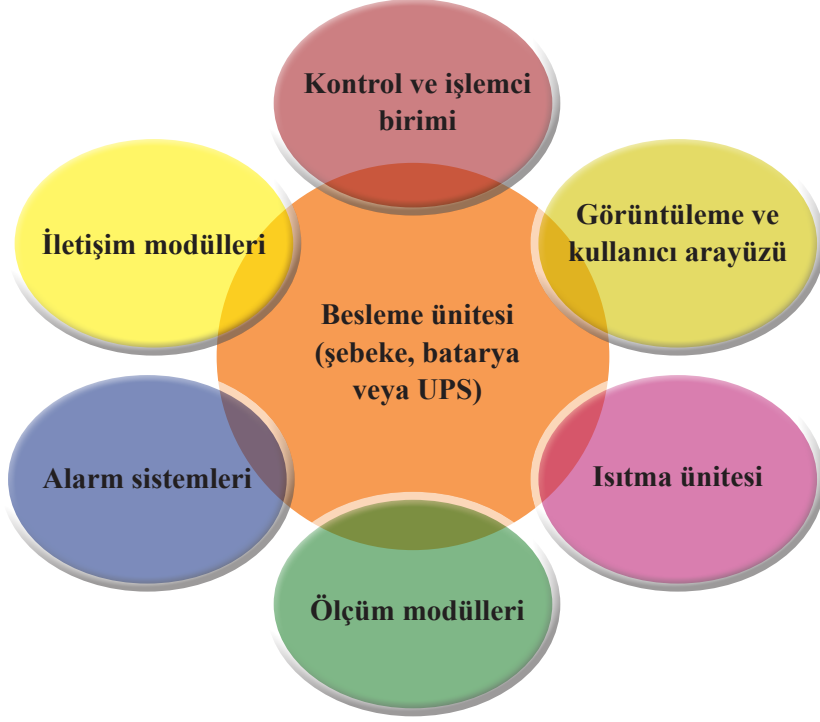
Anahtarlamalı besleme ünitesinde cihazın birimleri için uygun gerilimin oluşması sırasında meydana gelen olaylar Şema 1.4'te gösterilmiştir.



Şema 1.4: Anahtarlamalı besleme ünitesinde uygun gerilimin oluşması

KOAGÜLOMETRE CİHAZLARI

Genel olarak besleme ünitesi ile bağlantılı olan temel birimler Şema 1.5’te gösterilmiştir.



Şema 1.5: Besleme ünitesinin bağlantılı olduğu birimler

Besleme ünitesinin bağlantılı olduğu genel birimlerin çalışması şu şekildedir:

Cihazın ana ünitesinde bulunan işlemci sayesinde bütün bileşenler kontrol edilir ve veriler işlenerek anlamlı ifadelerle dönüştürülür. Kontrol devreleri sayesinde cihaz, farklı modlarla çalışabilir ve çeşitli işlemleri gerçekleştirmek üzere istenilen ayarlamalar yapılır.

Cihazın ölçüm modülünde, optik veya elektromekanik sensörler ve fotodedektörler bulunur. Bu sensörler kanın pıhtılaşma sürecinin ölçülmesi ve ölçülen değerlerin işlemciye gönderilmesi aşamasında güç kaynağına ihtiyaç duyar.

Cihazın ısıtma ünitesinde inkübatör ve peltier elemanları bulunur. İnkübatörler kan örneklerinin belirli sıcaklıkta tutulmasını sağlar ve bunun için sürekli olarak enerjiye ihtiyaç duyar. Peltier elemanları ise hassas sıcaklık kontrolü sağlar.

Cihaz, görüntüleme ve kullanıcı arayüzü sayesinde test sonuçlarını ve cihazın durumunu görüntüler. LCD veya LED ekranlar besleme ünitesinden enerji alır. Dokunmatik ekran veya tuş takımı sayesinde ise kullanıcının cihazla etkileşime geçmesi sağlanır ve kullanıcı girişleri kontrol devresine iletilir.

Cihaz; iletişim modülleri, alarm sistemleri ve kalibrasyon test birimleri için besleme ünitesinden güç alır. Tüm bu işlemler, anakart üzerinden kontrol edilir.



1.3. KOAGÜLOMETRE CİHAZLARININ ELEKTRONİK KONTROL KARTI

Koagülometre cihazlarında bulunan elektronik kontrol kartları, cihazın doğru ve güvenilir bir şekilde çalışmasını sağlayan temel bileşenlerdir. Koagülometre cihazlarında çeşitli elektronik kartlar bulunur ve her bir kart farklı bir işlevi yerine getirmek üzere programlanmıştır. Koagülometre cihazında bulunan elektronik kartlar aşağıdaki gibidir.

Anakart: Cihazın merkezi kontrol ünitesidir. Tüm diğer kartlar bu karta bağlıdır ve cihazın genel fonksiyonlarını koordine eder.

Güç Kartı: Cihaza gelen elektrik enerjisini düzenleyip gerekli voltajlara dönüştürerek diğer kartlara iletir.

Kontrol Kartı: Ölçüm süreçlerini ve cihazın genel işleyişini kontrol eder. Sensörlerden gelen verileri işler ve analiz eder.

Sensör Kartları: Kan örneğinin pıhtılaşma sürecini ölçen sensörlerin bulunduğu karttır. Bu kart, optik veya elektrokimyasal sensörleri içerebilir.

Haberleşme Kartı: Cihazın harici sistemlerle (bilgisayar, laboratuvar bilgi yönetim sistemi vb.) iletişim kurmasını sağlar. Genellikle USB, ethernet gibi arayüzleri içerir.

Ekran Kartı: Cihazın ekranına görüntü sağlayan karttır. Kullanıcıya cihazın durumu, sonuçlar ve menüler gibi bilgileri sunar.

Giriş/Çıkış Kartı: Cihazdaki tuşlar, düğmeler ve LED'ler giriş/çıkış birimlerinin yönetilmesini sağlar.

KOAGÜLOMETRE CİHAZLARI

1.3.1. Koagülometre Cihazındaki Anakart Ünitesinin Birimleri ve Çalışması

Koagülometre cihazlarında bulunan anakart ünitesi, cihazın merkezi kontrol ve yönetim birimlerini barındırır. Anakart üzerindeki birimler, cihazın genel işleyişini koordine eder ve çeşitli alt sistemlerle iletişim sağlar. Koagülometre cihazlarında bulunan anakart ünitesindeki temel birimler aşağıdaki gibidir.

Mikroişlemci (CPU): Anakartın beynidir. Cihazın tüm işlemlerini yönetir, verileri işler ve cihazın diğer bileşenlerini kontrol eder.

Bellek (RAM): Geçici veri depolama birimidir. İşlem sırasında kullanılan verilerin, hızlı erişimi için geçici olarak depolandığı yerdir.

ROM: Cihazın yazılımının (firmware) depolandığı kalıcı bellektir. Cihaz açıldığında mikroişlemci bu bellekteki yazılımı yükler.

Giriş/Çıkış Portları: Cihazın diğer bileşenleri ve çevre birimleri (sensörler, ekran, düğmeler ve diğer dış bağlantılar) ile iletişim kurmasını sağlar.

Veri Yolu: Anakart üzerindeki bileşenlerin veri alışverişi yapmasını sağlayan veri yollarıdır. Bu yollar üzerinden veri transferi gerçekleştirilir.

Güç Yönetim Birimi: Anakartın farklı bileşenlerine gerekli voltaj ve akımı sağlar, böylece cihazın tüm sistemleri istikrarlı bir şekilde çalışır.

Saat (Clock) Sinyali Üretici: Dijital sistemlerde belirli bir frekansta periyodik sinyaller üreten bir elektronik devredir. Bu sinyaller genellikle kare dalga formundadır ve dijital devrelerde zamanlama, senkronizasyon ve işlem sırası düzenini sağlamak için kullanılır.

Çoklayıcılar ve Demultiplexers: Veri sinyallerini yönlendiren ve işlemci ile diğer bileşenler arasında veri transferini yöneten devre elemanlarıdır.

Sıcaklık ve Voltaj Sensörleri: Anakart üzerindeki kritik bileşenlerin sıcaklık ve voltajını izler. Anormal durumlarda işlemciye bilgi verir ve gerekirse cihazın güvenli moda çalışmasını sağlar.

Haberleşme Modülleri: Harici cihazlarla (PC, laboratuvar bilgi sistemleri vb.) veri alışverişini sağlayan modüllerdir.

1.3.2. Merkezi İşlem Biriminin (CPU) Görevi

Koagülometre cihazında bulunan CPU [central processing unit (sentriil prosesink yünit) (merkezi işlem birimi)], cihazın beyni olarak görev yapar ve birçok önemli işlevi yerine getirmek üzere programlanmıştır. CPU'nun başlıca görevleri Tablo 1.1'de verilmiştir.



BİLGİ NOTU

CPU'lar birden fazla görevi aynı anda yürütmek için zaman dilimlerini kullanarak çoklu görev yapabilme yeteneğine sahiptir.

Tablo 1.1: Koagülometre Cihazında Bulunan CPU'nun Görevleri

Veri İşleme	Koagülometre cihazı, kan örneklerinden gelen verileri toplar. CPU bu verileri analiz eder, pıhtılaşma zamanını ve diğer ilgili parametreleri hesaplar.
Cihazın Genel İşleyişini Kontrol Etme	Cihazın tüm işlevlerinin (sensörlerden gelen verilerin toplanması, sıcaklık kontrolü, ekran yönetimi ve kullanıcı arayüzü) düzgün çalışmasını sağlar.
Geri Besleme Mekanizması	Sensörlerden sürekli veri alır ve bu verilere dayanarak gerekli ayarlamaları yapar. Örneğin sıcaklık sensörüne göre ısıtıcıyı kontrol eder.
Veri Depolama ve Yönetimi	Test sonuçlarını ve diğer verileri geçici olarak bellekte tutar, uzun vadeli depolamaya kaydeder. Kullanıcı ayarları ve kalibrasyon verilerini yönetir.
İletişim ve Veri Transferi	Cihazın diğer cihazlarla (bilgisayarlar, laboratuvar bilgi yönetim sistemleri vb.) iletişim kurmasını sağlar. Genellikle USB, Ethernet, RS-232 portları kullanılır.
Kullanıcı Arayüzünü Yönetme	Cihaz ekranındaki bilgileri kontrol eder, kullanıcı girdilerine yanıt verir, sonuçların doğru ve zamanında sunulmasını sağlar.
Kalibrasyon ve Öz-Diagnostik	Cihazın kalibrasyon işlemlerini yönetir, cihazın çalışmasını doğrulamak için periyodik testler yapar.
Güvenlik ve Hata Yönetimi	Cihazın güvenli çalışmasını sağlar. Aşırı sıcaklık ve düşük voltaj gibi durumlarda cihazı koruma moduna alır veya işlemleri durdurur.

**ARAŞTIRINIZ**

Merkezi işlem biriminin (CPU) zamanlama, veri yürütme ve bellek yönetimi görevlerini araştırınız. Bu görevlerin cihazın kontrol merkezi olması ilkesiyle ilişkilendirerek açıklayınız. Edindiğiniz verileri arkadaşlarınızla paylaşınız.

KOAGÜLOMETRE CİHAZLARI

1.3.3. Osilatör Devrelerinin Görevleri

Koagülometre cihazında bulunan osilatör devresi, cihazın doğru ve güvenilir bir şekilde çalışabilmesi için gerekli olan kritik zamanlama, sinyal üretimi ve frekans stabilitesini sağlar. Bu özellik, cihazın hassas ölçümler yapabilmesi ve güvenilir sonuçlar üretmesi için hayati öneme sahiptir. Koagülometre cihazında bulunan osilatör devresinin görevleri Tablo 1.2’de verilmiştir.

Tablo 1.2: Koagülometre Cihazında Bulunan Osilatör Devresinin Görevleri

Görevi	Açıklama
Zamanlama ve Senkronizasyon	Osilatör devresi, cihazın işlemcisi ve diğer elektronik bileşenleri için saat sinyali [clock signal (kıllok sinyal)], üretir. Tüm bileşenlerin senkronize çalışmasını sağlar.
Frekans Stabilitesi	Cihazın çalışma frekansını sabit tutar, bu da hassas ölçümlerin doğruluğunu korur.
Sinyal Üretimi	Cihazda kullanılan yüksek frekanslı sinyallerin üretilmesinde rol oynar. Bu sinyaller bazı sensörlerin çalışması için gereklidir.
Referans Sinyali Sağlama	Diğer elektronik devreler ve sensörler için referans sinyali sağlar. Bu sinyal, diğer bileşenlerin doğru frekansta çalışmasını sağlar.
Analog ve Dijital Devrelerin Çalışması	Hem analog hem de dijital devrelerin doğru çalışması için gerekli olan kararlı saat sinyalini sağlar.
Modülasyon ve Demodülasyon İşlemleri	Modülasyon ve demodülasyon işlemleri için sinyal sağlar. Bu işlemler özellikle sinyal işleme ve iletişim süreçlerinde önemlidir.
Geri Besleme Devrelerinin Stabilizasyonu	Geri besleme devrelerinin stabilitesini sağlar. Bu işlem cihazın genel kararlılığı ve güvenilirliği açısından önemlidir.

1.3.4. Isı Kontrollü Sensörlerin Çalışması

Koagülometre cihazlarında ısı kontrollü sensörler, kan pıhtılaşma sürecini doğru bir şekilde ölçmek için kritik bir rol oynar. Bu sensörler, numunenin sıcaklığını ölçerek inkübatör ünitesi sayesinde numune sıcaklığının sabit kalmasını ve dolayısıyla pıhtılaşma reaksiyonlarının doğru bir şekilde gerçekleşmesini sağlar.

Isı kontrol sensörlerinin temel işlevleri şunlardır:

Sıcaklık İzleme ve Kontrolü: Koagülometre cihazında, örnek haznesinin sıcaklığını sabit bir değerde tutmak esastır. Isı kontrollü sensörler, hazne içindeki sıcaklığı sürekli olarak izler. Sensörler, sıcaklık değişikliklerini algılar ve bu bilgiyi cihazın kontrol birimine iletir.

Geri Besleme Mekanizması: Cihazın kontrol birimi, sensörlerden gelen verileri analiz eder ve gerekli durumlarda ısıtıcı elemanları çalıştırarak veya kapatarak sıcaklığı sabit tutar. Bu geri besleme mekanizması sayesinde sıcaklık, genellikle 37 °C civarında sabitlenir, bu da insan vücudundaki kanın pıhtılaşma sıcaklığına yakın bir değerdir.

Sabit Sıcaklıkta Ölçüm: Sıcaklığın sabit tutulması, pıhtılaşma reaksiyonlarının doğru ve tekrarlanabilir bir şekilde gerçekleşmesini sağlar. Farklı sıcaklıklar pıhtılaşma sürelerini etkileyebileceği için bu sensörler doğru sonuçlar elde edilmesinde kritik öneme sahiptir.

Koagülometre cihazında yaygın olarak kullanılan ısı sensörleri şunlardır:

Termistörler: Termistörler (NTC/PTC), sıcaklık değişikliklerine duyarlı dirençlerdir. NTC (negatif sıcaklık katsayılı) termistörlerde sıcaklık arttıkça direnç azalır, PTC (pozitif sıcaklık katsayılı) termistörlerde ise sıcaklık arttıkça direnç de artar. Cihaz, bu direnç değişikliklerini algılayarak sıcaklığı ölçer ve kontrol eder.

RTD: RTD (direnç sıcaklık dedektörü), genellikle platin bazlı olup sıcaklık değişimlerine direnç değişikliğiyle cevap veren bir sensör türüdür. RTD'ler yüksek doğruluk ve hassasiyet sunar. Bu nedenle koagülometre cihazlarında yaygın olarak kullanılır.

Termokupl: İki farklı metalin birleşim noktasında sıcaklık değişikliklerine bağlı olarak bir elektrik potansiyeli üretilir. Sıcaklık değişimiyle metaller arasında oluşan voltaj farkı doğrudan ilişkilidir. Bu voltaj değeri ölçülerek sıcaklık kontrolü yapılabilir.



ARAŞTIRINIZ

Isı kontrollü sensörlerin avantajları ve dezavantajları nelerdir araştırınız. Bulduğunuz verileri enerji verimliliği açısından ısı kontrollü sensörlerin rolünü göz önünde bulundurarak arkadaşlarınızla paylaşınız.

1.4. KOAGÜLOMETRE CİHAZLARINDA MOTOR BİRİMİ

Koagülometre cihazında bulunan motorlar cihazın çeşitli fonksiyonlarını yerine getirmek için kritik bir rol oynar. Bu motorlar genellikle örneklerin hazırlanması, taşınması ve analiz edilmesi süreçlerinde kullanılır. Koagülometre cihazındaki motorun temel işlevleri şunlardır:

- Reaktiflerin ve kan örneklerinin cihazda belirli yerlere taşınmasını sağlar.
- Numune küvetlerinde veya test tüplerinde karıştırma işlemlerini yapar.
- Test sırasında sabit sıcaklık için inkübatör kapağının açılıp kapanmasını sağlar.
- Numune kaplarının ve test kuyularının yıkanmasını sağlar.

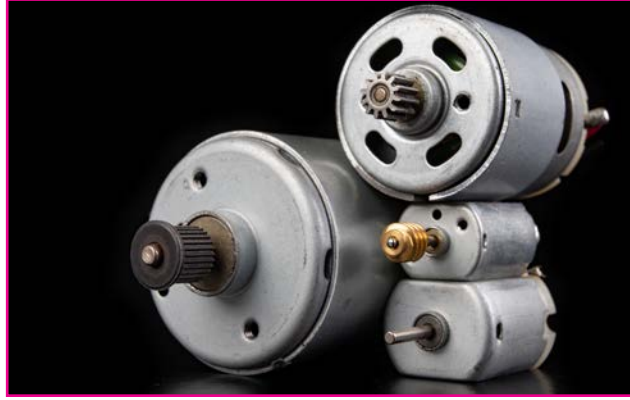
KOAGÜLOMETRE CİHAZLARI

- Numune veya reaktif tepsisini belirli pozisyonlara getirir.
- Test kapaklarını otomatik olarak açıp kapatır.
- Reaktiflerin ve numunelerin doğru dozda verilmesini sağlar.

Yukarıdaki işlemlerin yerine getirilmesi için koagülometrede yaygın olarak DC motorlar kullanılır.

1.4.1. DC Motorlar

Koagülometrelerde sıvıların karıştırılması, numunelerin inkübatördeki hareketi, hasta plazmasının konulduğu küvetlerin içine atılan bilyelerin döndürülmesi gibi sürekli hareket gerektiren karıştırma uygulamalarında DC motorlar kullanılır (Görsel 1.2). Hasta plazması ile küvetin içine konulan maddenin karıştırılması sonucu hasta plazmasının pıhtılaşması sağlanır. DC motorlar, sürekli ve düzgün hareket gerektiren işlemler için idealdir. Kısaca DC motorlar sürekli ve düzgün hareket sonucu kanın pıhtılaşması sağlar.

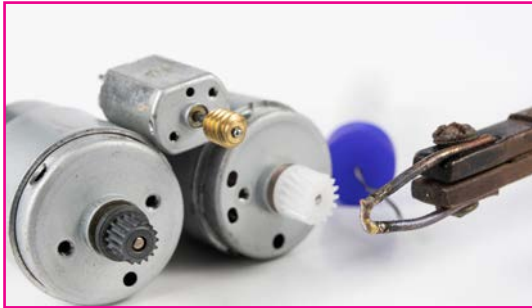


Görsel 1.2: DC motor

1.4.2. DC Motorların Yapısı ve Çalışması

DC motorlar aldıkları doğru akım enerjisini mekanik enerjiye dönüştürür. Uygulanan elektrik akımı motorun sargılarına gelir ve motorun içinde bulunan sabit mıknatlara zıt yönlü manyetik kuvvet oluşturur. Elektrik akımının yönü sürekli olarak sabit mıknatısa ters manyetik alan oluşturacak şekilde değiştirilir. Bu sayede motorda dönme işlemi meydana gelir.

DC motorlarının; fırçalı (Görsel 1.3), fırçasız (Görsel 1.4), step ve servo motorlar olmak üzere farklı çeşitleri bulunmaktadır. Koagülometre cihazlarında fırçasız DC motorlar kullanılır.



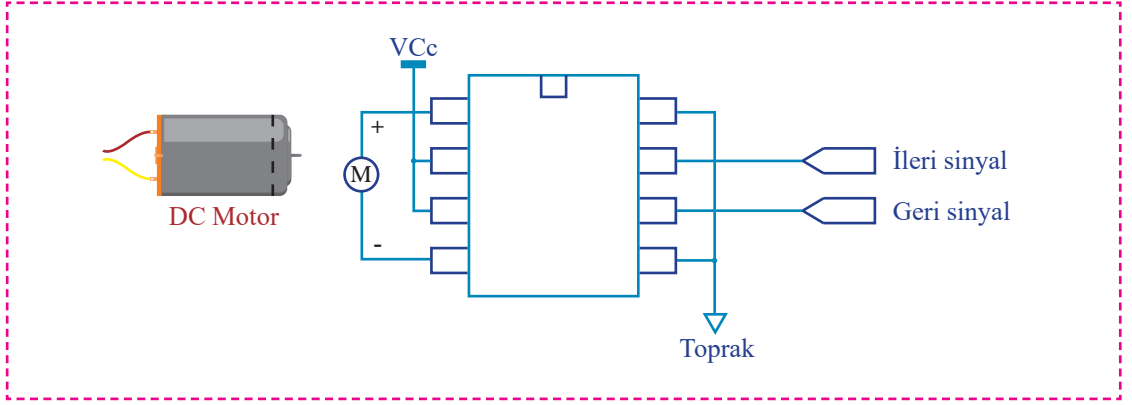
Görsel 1.3: Fırçalı DC motor



Görsel 1.4: Fırçasız DC motor

1.4.3. Motor Kontrol Kartı

Motor kartları bağlı oldukları motoru başlatma, durdurma, hız ve tork ayarlarını yapma gibi işlemleri kontrol eder. Motor, bu kartlara gelen ve bu kartlardan çıkan komutlara göre çalışır. Koagülometre cihazlarında da motorların çalışmasını kontrol eden motor kontrol kartı bulunmaktadır. Kontrol kartı, kontrol biriminden aldığı komutları motora ileterek motor ile kontrol birimi arasındaki iletişimi sağlar. Görsel 1.5'te bir motorun sürücü devresi verilmiştir.



Görsel 1.5: Motor sürücü devresi



BİLGİ NOTU

Koagülometre cihazlarında DC motorlardan başka aşağıdaki motorlar da kullanılmaktadır.

Adım Motorları: Adım motorları (step motorlar), koagülometre cihazlarında numune tepsilerinin veya mikro tüplerin hassas bir şekilde döndürülmesi ve konumlandırılması için kullanılır. Bu motorlar, sabit açılarla döner ve her bir adımda belirli bir miktarda hareket eder. Bu motorlar, daha çok karıştırma ve numune taşıma süreçlerinde kullanılır.

Servo Motorlar: Yüksek hassasiyet ve pozisyon kontrolü gerektiren uygulamalarda kullanılır. Özellikle ölçüm aşamalarında kullanılan hareket mekanizmalarında hassas açılar, hassas pozisyonlar, hızlı tepki süresi ve programlanabilir hareket imkânı sunan durumlarda tercih edilir.

Vibrasyon Motorları: Bazı koagülometrelerde, numunelerin homojen dağılımı için vibrasyon motorları kullanılmaktadır. Bu motorlar, yüksek frekansta çalışabilir ve özellikle küçük hacimli numunelerde etkili karıştırma sağlar.

KOAGÜLOMETRE CİHAZLARI



SIRA SİZDE

Bir koagülometre cihazının fonksiyonlarını yerine getirebilmesi için gerekli olan motor türlerini sayınız. Her bir motor türünün cihazda gerçekleştirdiği işlemlere birer örnek vererek aşağıda boş olan alana yazınız.

1.5. KOAGÜLOMETRE CİHAZLARINDAKİ YAZICILAR

Koagülometre cihazlarında genellikle termal yazıcılar kullanılır. Koagülometre cihazı çalıştırdıktan sonra işlem sonuçları, bu yazıcılar sayesinde çıktı alınabilir.

1.5.1. Termal Yazıcılar

Isıya duyarlı kâğıdın üzerine baskı yapan yazıcılara **termal yazıcı** (Görsel 1.6) denir. Termal yazıcılar, günümüzde birçok alanda kullanılmaktadır. Bu yazıcılarda toner ve mürekkep kullanılmaz. Yazdırma işlemi oldukça hızlı ve sessizdir.

Termal yazıcılar, yazıcı kontrol ünitesi (Görsel 1.7) ile yönlendirilir. Kontrol ünitesi; termal yazıcının içindeki step motorların, termal yazıcı kafası ve kâğıt hareket mekanizmasının kontrolünü yaparak giriş ve çıkış üniteleri ile koagülometre cihazından gelen verilerin kâğıdın üzerine aktarılmasını sağlar.



Görsel 1.6: Termal yazıcılar



Görsel 1.7: Termal yazıcı kontrol ünitesi

Yazıcı ünitesinde bulunan termal kafa, yazma işlemi sırasında kâğıdın üzerinde sağa, sola, ileriye ve geriye doğru hareketler yapar. Aynı zamanda kâğıt rulosu, termal kafanın önünde hareket eder. Böylece yazdırma işlemi gerçekleştirilir.

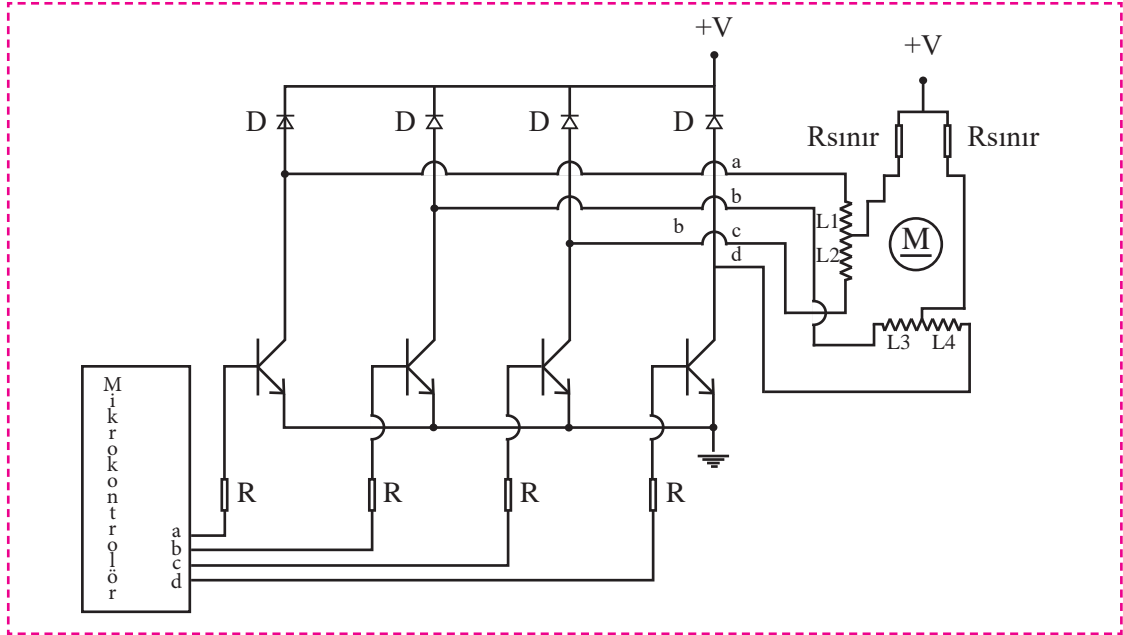
1.5.2. Step Motor ve Sürücü Devreleri

Koagulametre cihazlarında birden fazla step motor bulunur. İçinde bulundukları bobinlere verilen enerjiyle birlikte bir adım dönen motorlara **step motor** (Görsel 1.8) denir. Bir adım dönen step motorlardan biri termal yazıcı kafasını, diğeri ise kâğıt rulosunu hareket ettirir. Böylelikle yazdırma işlemi gerçekleşmiş olur.



Görsel 1.8: Step motor

Step motorların kontrolü, sürücü (Görsel 1.9) devreleriyle yapılır. Step motorun sürücü devreleriyle motorun yönü, hızı, akımı ve torku kontrol edilir.



Görsel 1.9: Step motorun sürücü devresi

1.5.3. Termal Yazıcı Kâğıdı

Termal yazıcılarda kullanılan (Görsel 1.10) kâğıtların bazı ayırıcı özellikleri bulunmaktadır. Bu özelliklerin başlıcaları şunlardır:

- Isıya göre renk değiştirir.
- Parlak ve koruyucu bir yüzeye sahiptir.
- Yağ, nem, ışık gibi dış etkilere karşı dayanıklıdır.
- Uzun ömürlüdür.
- Çeşitli boyutlarda ve rulo şeklinde üretilir.
- Saklanması ve arşivlenmesi kolaydır.



Görsel 1.10: Termal kâğıt

KOAGÜLOMETRE CİHAZLARI**ARAŞTIRINIZ**

Aşağıda verilen yazıcı çeşitlerinin çalışma prensiplerini araştırınız. Ulaştığınız verileri aşağıdaki tabloya uygun şekilde aktarınız.

Yazıcı Türü	Çalışma Prensibi
Karakter Yazıcı	
Nokta Vuruşlu Yazıcı	
Mürekkep Püskürtmeli Yazıcı	
Lazer Yazıcı	
UV Yazıcı	

1.6. KOAGÜLOMETRE CİHAZLARINDA BAKIM

Koagülometre cihazının uzun süre ve doğru bir şekilde çalışması için bakımlarının düzenli olarak yapılması gerekmektedir. Cihazın bakımı için rutin olarak yapılması gereken işlemler şunlardır:

- Elektrik bağlantıları, sigorta ve şebeke voltajı kontrol edilir.
- Cihazın yazıcısı ve ısınma sistemi kontrol edilir.
- Test küvetlerinin ve cihaz karıştırıcısının cihaza uygun olup olmadığı kontrol edilir.
- Karıştırıcı motorunun çalışıp çalışmadığı kontrol edilir.

Ayrıca cihazın doğru bir şekilde çalışabilmesi için aşağıdaki hususlara da dikkat edilmelidir:

- Cihaz, doğrudan ışık kaynağına maruz kalmamalıdır.
- Cihaza gelen elektrik voltajı sabitlenmelidir.
- Testten önce reaktif ve serum inkübe edilmelidir.
- Her küvette bir adet bilye olmalıdır.
- Cihaz, çalışma esnasında sallanmayacak şekilde sabitlenmelidir.
- Ölçüm sırasında cihazdan küvet çıkartılmamalıdır.
- Ölçüm yuvasına opak madde konulmamalıdır.
- Cihaz, yetkili kişilerce kullanılmalıdır.

**BİLGİ NOTU**

Küvet ve bilyeler tek kullanımlıktır. Testin güvenilirliği için küvet ve bilyeler her kullanımda mutlaka yenilenmelidir.

1.6.1. Cihazın Temizliği

Koagülometre cihazının temizliği kullanma kılavuzundaki hususlara göre yapılmalıdır. Genel olarak cihazın temizliğinde dikkat edilmesi gereken hususlar şunlardır:

- Cihazın çalışma alanı herhangi bir bulaşı önlemek için düzenli olarak temizlenip dezenfekte edilmelidir.
- Cihazın temizliği için nemli bir bez kullanılmalı ve cihaz doğrudan sıvıya maruz bırakılmamalıdır.
- Dezenfeksiyon için seyreltilmiş alkol kullanılabilir.
- Cihazın iç aksam (küvet ve reaktif inkübasyon yeri) temizliği ayrıca alkole batırılmış gazlı bezle (Görsel 1.11) yapılmalıdır.



Görsel 1.11: Gazlı bez



SIRA SİZDE

Bir koagülometre cihazının günlük temizliğini yaptığınızı varsayınız. Cihaz temizliği sırasında yanlış temizlik çözeltileri ve malzemeleri kullandınız. Sizce bu durum düzeltilmediğinde cihaz ölçümleri ve hasta sağlığı açısından ne gibi olumsuz sonuçlar doğurur? Aşağıda boş bırakılan alana fikirlerinizi nedenleriyle yazınız.

1.7. KOAGÜLOMETRE CİHAZINDA KALİBRASYON

Tıbbi cihazların doğru ve güvenilir çalıştığından emin olmak için çeşitli kalibrasyon işlemleri uygulanır. Uygulanan testlerden geçebilen tıbbi cihazların kullanımına devam edilir. Tıbbi cihazlarda kalibrasyon işlemi, kullanım yeri ve amacına göre çeşitli şekillerde yapılır. Bazı cihazlarda tek bir kalibrasyon testi yeterli iken bazı cihazlarda birden fazla kalibrasyon testi uygulanır.

1.7.1. Kalibrasyon Laboratuvar Ortamı

Bazı tıbbi cihazlar bulunduğu ortamda kalibre edilirken bazıları ise kalibrasyon işlemi için oluşturulmuş laboratuvarlara taşınarak kalibre edilir. Her iki durumda da kalibrasyon ortamının sahip olması gereken özellikler vardır. Bu koşullar sağlanmazsa kalibrasyon sonuçları doğru olmayabilir. Kalibrasyon yapılacak ortamın başlıca özellikleri şunlardır:

- Ortamdaki aydınlatma, cihazın çalışmasını etkilememelidir.
- Ortamın sıcaklık ve nem değerleri kontrol altında tutulmalıdır.

KOAGÜLOMETRE CİHAZLARI

- Ortamda kalibrasyon işlemi yapan kişiyi etkileyecek derecede gürültü olmamalıdır.
- Cihaz kalibre edilirken ortamda titreşim olmamalıdır.
- Ortamın yüzey eğriliği, ölçümü olumsuz etkilemeyecek boyutta olmalıdır.

1.7.2. Koagülometre Cihazının Kalibrasyonu

Koagülometre cihazının kalibrasyonunda aşağıdaki işlemler sırayla uygulanır:

- Cihaz, uygun şekilde açılır.
- Cihazın menüsünden parametreler kısmına girilir.
- Isı ve inkübasyon süresinin parametreleri istenilen değerlere ayarlanır.



Görsel 1.12: Pipetle küvete reaktif aktarımı

PT kalibrasyonu için aşağıdaki işlem basamakları uygulanır:

- Küvet, cihaza yerleştirilir.
- Önceden sulandırılmış kontrol plazması pipet yardımıyla alınıp küvete yerleştirilir (Görsel 1.12).
- Cihaz, ölçüm için başlatılır.
- Pipet yardımıyla istenilen miktarda PT reaktifi alınır.
- Cihaz sinyal verdikten sonra alınan reaktif küvete bırakılır.
- Test bittikten sonra sonuçlar ekrana yansır.
- Bu sonuçlar, ideal sonuçlarla karşılaştırılarak cihazın doğru çalışıp çalışmadığı kontrol edilir.

APTT kalibrasyonu için aşağıdaki işlem basamakları uygulanır:

- Küvet, cihaza yerleştirilir.
- Önceden sulandırılmış kontrol plazması pipetle alınıp küvete yerleştirilir.
- Pipet yardımıyla küvete APTT reaktifi konur.
- Cihaz, ölçüm için çalıştırılır.
- Pipet yardımıyla test reaktifi alınır.
- Cihaz sinyal verdikten sonra pipete alınan reaktif küvete konur.
- Test bittikten sonra sonuçlar ekrana yansır.
- Bu sonuçlar, ideal sonuçlarla karşılaştırılarak cihazın doğru çalışıp çalışmadığı kontrol edilir.



ARAŞTIRINIZ

Herhangi bir koagülometre cihazının kalibrasyon belgesini araştırınız. Bulduğunuz belgeyi esas alarak siz de bir koagülometre cihazı kalibrasyon belgesi hazırlayınız.

A) Aşağıdaki cümlelerde geçen yargılar doğru ise parantez içine “D” yanlış ise “Y” yazınız.

- (....) 1. Koagülometre cihazları, kan pıhtılaşma sürecinin değerlendirilmesi ve izlenmesi için kullanılan laboratuvar cihazlarıdır.
- (....) 2. Manuel koagülometreler protrombin zamanı (PT), aktive parsiyel tromboplastin zamanı (aPTT) gibi temel koagülasyon testlerini yapabilir.
- (....) 3. Otomatik koagülometre cihazında kullanılan sensörler ve optik sistemler sayesinde düşük hassasiyetle pıhtılaşma testleri yapılır.
- (....) 4. DC motorlar temel olarak küvetin içindeki bilyelerin dönmesini sağlayarak hasta plazması ile küvetin içine konulan maddeyi karıştırır.
- (....) 5. Termal yazıcılar, termal yazıcı seçme ünitesi ile yönlendirilir.
- (....) 6. Koagülometre cihazının iç aksam temizliği (küvet ve reaktif inkübasyon yeri) ayrıca düzenli olarak yapılmalıdır.

B) Aşağıdaki cümlelerde yer alan boşlukları uygun ifadelerle doldurunuz.

7. Koagülometre cihazında kullanılan motorlardan bir tanesi de dir.
8. Koagülometre cihazındaki testlerin belirli bir sıcaklıkta gerçekleşmesi gerektiğinden cihaz, numuneleri bölmesinde sabit bir sıcaklıkta tutar.
9. Koagülometre cihazının ünitesi, cihazın çalışması için gerekli olan elektrik enerjisini sağlayan birimdir.
10. Koagülometre cihazlarının çalışmasını sağlayan temel birime denir.
11. Koagülometre cihazlarında DC motorlar kullanılır.
12. Isıya duyarlı kâğıdın üzerine baskı yapan yazıcılara denir.

C) Aşağıdaki soruların doğru cevabını işaretleyiniz.

13. Aşağıdakilerden hangisi koagülometre cihazının besleme ünitesi ile bağlantılı olan bölümlerdenidir?

- A) Karıştırma haznesi
- B) Silme bölümü
- C) Okuma kitapçığı
- D) Alarm sistemleri
- E) Soğutma ünitesi

14. Aşağıdakilerden hangisi koagülometre cihazında kullanılan motorlardan değildir?

- A) Dozajlama
- B) Karıştırma
- C) Örnek taşıma
- D) Piston
- E) Silme

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

15. Aşağıdaki işlemlerden hangisi koagülometre cihazının doğru bir şekilde çalışması için yapılacak işlemlerden değildir?

- A) Cihaz, dolaylı olarak ışık kaynağına maruz kalmalıdır.
- B) Cihaza gelen elektrik voltajı sabitlenmelidir.
- C) Her küvette bir adet bilye olmalıdır.
- D) Ölçüm yuvasına opak madde konulmalıdır.
- E) Cihaz, yetkili kişilerce kullanılmalıdır.

16. Aşağıdakilerden hangisi biyomedikal tıbbî cihazlara uygulanan kalibrasyon çeşitlerinden biri değildir?

- A) Karışım
- B) Mekanik
- C) Basınç
- D) Boyutsal
- E) Terazî

17. I. Cihaz, açma-kapama tuşuna basılarak açılır.

II. Cihazın menüsünden parametreler kısmına girilir.

III. Isı ve inkübasyon süresinin parametreleri istenilen değerlere ayarlanır.

Yukarıda karışık olarak verilen koagülometre cihazı kalibrasyon işlemleri hangi seçenekte doğru şekilde sıralanmıştır?

- A) I, II, III
- B) II, III, I
- C) I, III, II
- D) III, II, I
- E) III, I, II

Ç) Aşağıda verilen soruların cevabını boş bırakılan alana yazınız.


18. Genel parçalar dışında koagülometre cihazıyla doğru ölçüm yapabilmek için ihtiyaç duyulan aksesuarlardan beş tanesini yazınız.

19. Koagülometre cihazındaki besleme ünitesinin avantajlarından üç tanesini yazınız.


20. Koagülometre cihazlarında kullanılan DC motorların yapısını ve çalışma prensibini açıklayınız.

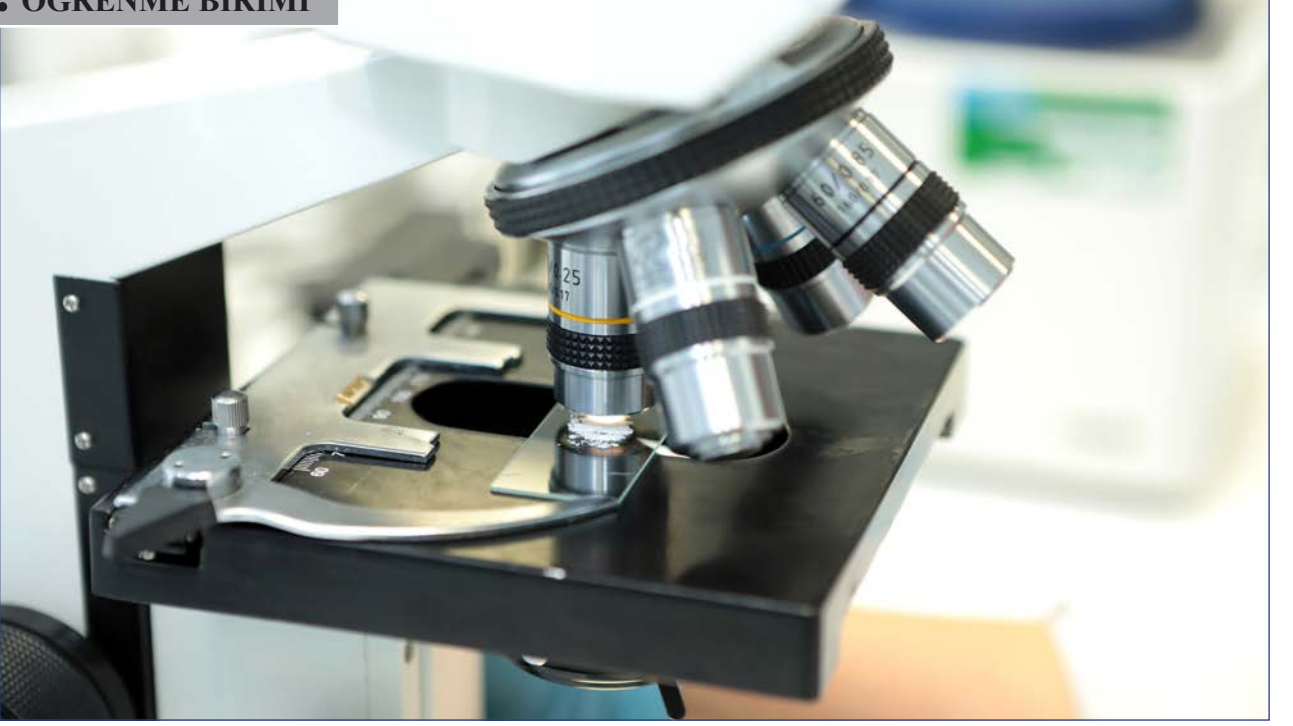
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

21. Koagülometre cihazlarında kullanılan termal yazıcıların özelliklerini yazınız.



22. Koagülometre cihazının kalibrasyonunun yapılacağı ortamın şartlarından üç tanesini yazınız.





MİKROSKOP CİHAZLARI

KONULAR

- 2.1. MİKROSKOP CİHAZLARININ MONTAJI
- 2.2. MİKROSKOP CİHAZLARINDA AYDINLATMA LAMBASI
- 2.3. MİKROSKOP CİHAZLARINDA AYDINLATMA LAMBASININ BESLEME ÜNİTESİ
- 2.4. MİKROSKOP CİHAZLARININ MEKANİK AKSAMI
- 2.5. MİKROSKOP CİHAZLARININ BAKIMI VE FONKSİYON TESTİ

HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

1. Hem yararlı hem de zararlı türleri bulunan ve çıplak gözle görülemeyen bakteriler nasıl keşfedilmiş olabilir? Fikirlerinizi arkadaşlarınızla tartışınız.
2. Mikroskoplarda kullanılan ışık kaynakları genellikle kuvars cam yüzeyli lambalardır. Bu lambanın değişimi gerektiğinde cam yüzeye çıplak elle dokunmak, ne tür sorunlara neden olabilir? Fikirlerinizi arkadaşlarınızla paylaşınız.



MİKROSKOP CİHAZLARI

2.1. MİKROSKOP CİHAZLARININ MONTAJI

Biyomedikal adlandırma ve sınıflandırma kılavuzunda; farklı nitelik ve kombinasyonlardaki merceklerin bir araya getirilerek net görüntüleme ve operasyonel uygulamalarda katbekat büyütülmüş görüntü elde etmek amacıyla tasarlanan biyomedikal dayanıklı ve tüketim özelliğindeki taşıyıcı cihaz grubuna **Mikroskobik Sistemler** sınıfı olarak yetki grubu oluşturulmuştur. Mikroskop cihazları, çeşitli türleriyle bu sınıfta yer alır.

2.1.1. Mikroskobun Tanımı

Mikroskop, doğrudan bakıldığında gözle görülemeyecek kadar küçük nesnelerin mercekler yardımıyla büyütülmüş görüntülerini oluşturan optik bir cihazdır. Mikroskop, çok küçük cisimlerin görüntülerini büyüterek bu cisimlerin incelenmesi ve analiz edilmesine imkân sağlar.

Mikroskop cihazı gelen ışınları kıran merceklerden oluşur. En basit mikroskop dışbükey (ince kenarlı) mercekten yapılmış bir büyüteçtir. Farklı büyütme özelliklerine ve farklı çalışma prensiplerine sahip mikroskop cihazları vardır. Ancak mikroskop cihazlarının çalışma prensibi genellikle aynıdır. Bu başlık altında ışık mikroskobuna ait özellikler ele alınmıştır (Görsel 2.1).



Görsel 2.1: Işık mikroskobu

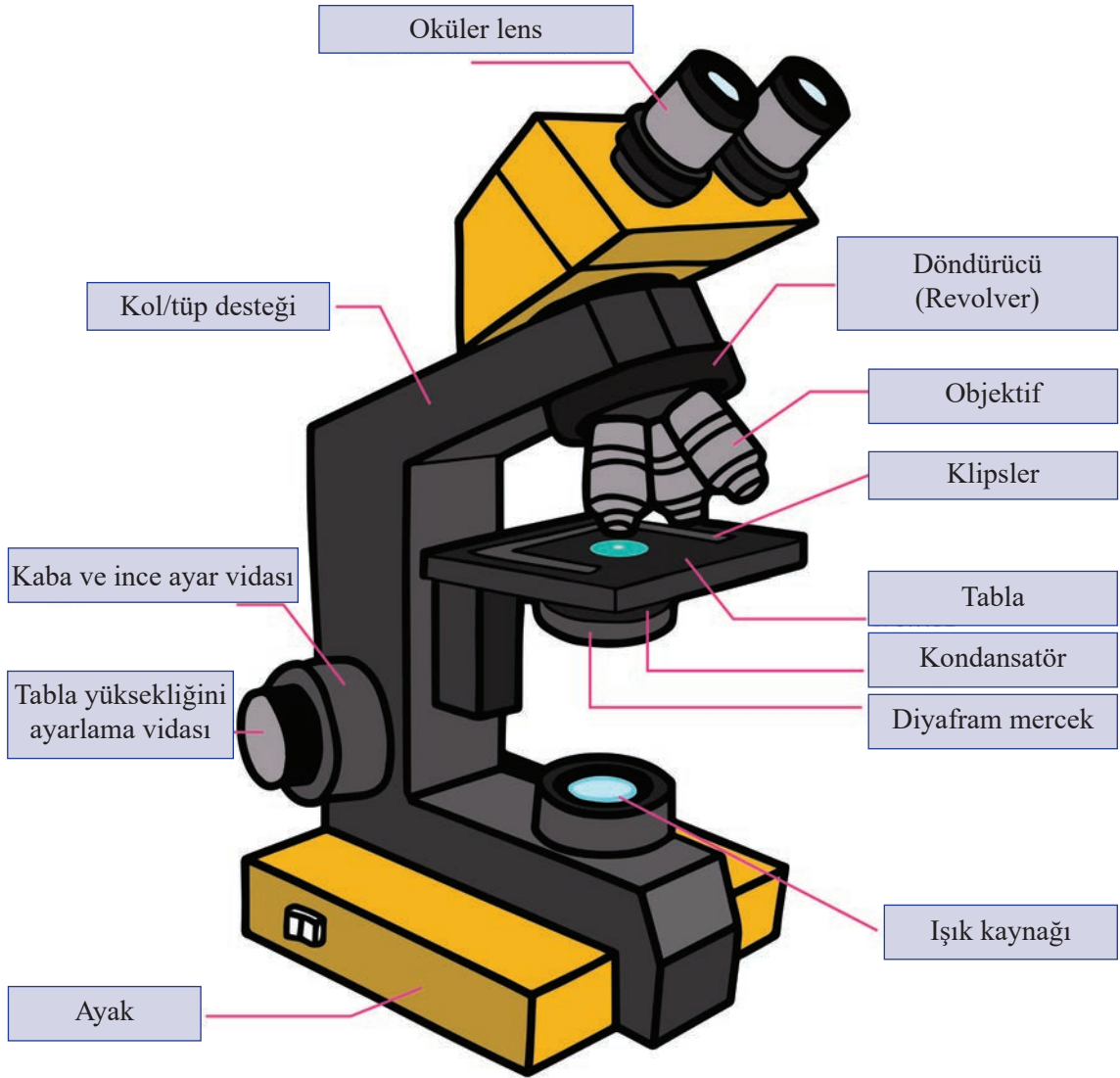


ARAŞTIRINIZ

Işınları kırma özelliğine sahip mercek çeşitlerini ve özelliklerini araştırınız. Araştırma sonuçlarınızı arkadaşlarınızla paylaşınız.

2.1.2. Mikroskop Cihazının Temel Bileşenleri

Mikroskop cihazı optik, mekanik ve aydınlatma olmak üzere farklı bileşenlerden oluşur (Görsel 2.2). Mikroskop cihazının türüne göre cihazda bulunan temel bileşenler değişiklik gösterebilir. Mikroskop cihazında bulunan temel bileşenler ve bunların görevleri şunlardır:



Görsel 2.2: Mikroskop cihazının temel bileşenleri

MİKROSKOP CİHAZLARI



Görsel 2.3: Oküler Lens

1. Oküler Lens: Mikroskopun gözle bakılan ve tüpün üst kısmında bulunan parçasıdır (Görsel 2.3). Oküler, iki ya da üç mercekten oluşur ve objektifte büyütülen görüntüyü yeniden büyütür. Okülerin üzerindeki rakamlar merceğin büyütme oranını gösterir. Oküler aynı zamanda objektiften gelen görüntüde var olan hataları da düzeltir.

2. Kol/Tüp Desteği: Mikroskopun ana gövdesini tutmayı veya kaldırmayı sağlayan, düz veya yarım ay şeklindeki yapıdır.

3. Tabla: Üzerine incelenecek nesnelerin konulduğu kısımdır. Tabla, hareketli ya da sabit yapıda olabilir. Tablanın üzerinde nesnelerin sabitlenmesini sağlayan klipsler ve gözlem ışığının ulaşmasını sağlayan bir delik bulunur.

4. Kaba ve İnce Ayar Vidası: Lensleri hızlı veya yavaş hareket ettirerek odaklama yapan parçadır. Mikroskop kolunun yan tarafında iç içe geçmiş şekilde bulunur. Dıştaki makro (büyük) vidadır ve tablanın aşağı yukarı yönde hareket etmesini sağlar. İçteki mikro (küçük) vida ise büyütme gücü fazla olan objektifteki görüntünün netleştirilmesini sağlar.

5. Tabla Yüksekliğini Ayarlama Vidası: Nesnelerin koyulduğu tablanın yüksekliğini ayarlamayı sağlayan vidadır.

6. Ayak: Mikroskopun zemine sağlam yerleşmesini sağlayan ağır yapıdaki gövdedir.

7. Işık Kaynağı: Mikroskoplarda incelenecek nesnelere aydınlatmak için ışık kaynakları kullanılır. Bu ışık kaynakları genellikle elektrikle çalışır. Işık kaynakları mikroskopun dışında olabileceği gibi mikroskopun içine de monte edilmiş olabilir.



BİLGİ NOTU

Işık kaynağından gelen ışığın miktarını ayarlamak için bazı mikroskop cihazlarında diyafram denilen parça bulunur. Diyafram kondansatörün (kondansör) altında bulunur ve lambadan gelen ışığın miktarını belirleyerek kondansatöre yönlendirilmesini sağlar.

8. Kondansatör (Kondansör): Işık kaynağından gelen ışığın nesne üzerinde toplanmasını ve nesnenin aydınlatılmasını sağlayan parçadır. Kondansatör aşağı yukarı hareket ederek ışığın odaklanma düzeyini artırır.

9. Klipsler: Tabla üzerinde incelenecek nesnelere sabitlemeye yarayan ve iki parçadan oluşan yapıdır.

10. Objektif: Mikroskop ile incelenecek nesneye en yakın kısımdır (Görsel 2.4). Nesne önce objektiflerde büyütülür. Büyütmenin amacına bağlı olarak üç, dört, beş veya daha fazla sayıda objektif olabilir. Objektiflerin üzerinde büyütme oranlarını belirten rakamlar bulunur. Objektifler, sayıları dört ile sekiz arasında değişebilen çeşitli türdeki merceklerin bir araya gelmesiyle oluşur.



Görsel 2.4: Objektif



BİLGİ NOTU

Mikroskop cihazında cisimlerin görüntüleri önce objektif, sonra okülerde olmak üzere iki kez büyütülür. Objektif ve okülerin büyütme oranları bu parçaların üzerindeki sayılarla gösterilir. Bir nesnenin büyütülme oranı objektif ile okülerin üzerindeki sayıların çarpımına eşittir.

11. Döndürücü [Revolver (Rivolvr)]: Objektifleri orta ekseninde döndürebilen hareketli kısımdır.

12. Tüp: Aşağı ve yukarı hareket edebilen yapıda; üst kısmında oküler, alt kısmında döndürücü ve objektiflerin bulunduğu parçadır.

Lam ve Lamel: İncelenecek olan nesne, camdan oluşan iki parça arasına yerleştirilerek sabitlenir (Görsel 2.5). Alttaki cam parçasına **lam**, üstteki cam parçasına **lamel** adı verilir.



Görsel 2.5: Lam ve lamel arasında incelenen bir nesne



SIRA SİZDE

Bir mikroskop okülerinin üzerinde 10X, objektifin üzerinde 100X yazıyor. Bu mikroskopun cisimleri büyütme oranını hesaplayınız.

MİKROSKOP CİHAZLARI

2.1.3. Mikroskop Cihazının Kullanım Amacı ve Kullanım Alanları



Görsel 2.6: Mikroskopta kan analizi

Mikroskop cihazları biyolojik ve tıbbi araştırmalarda, hücreleri, dokuları ve organizmaların incelenmesinde, anormal hücrelerin saptanmasında, kan örnekleri (Görsel 2.6), vücut sıvıları ve doku biyopsilerinin incelenmesinde ve genetik incelemelerde kullanılır. Tıp biliminde patoloji, hematoloji, mikrobiyoloji ve sitoloji araştırmalarında kullanılan en önemli cihazlardan biridir.

Mikroskop cihazı genellikle hastanelerin patoloji, hematoloji, sitoloji laboratuvarlarında, biyoloji laboratuvarlarında, tüp bebek merkezlerinde ve genetik çalışmaların yapıldığı laboratuvarlarda kullanılır.



ARAŞTIRINIZ

Mikroskop cihazları yalnızca tıp ve biyoloji biliminde kullanılmaz. Farklı alanlarda da mikroskop cihazları kullanılmaktadır. Mikroskop cihazlarının kullanıldığı farklı alanları araştırarak sınıfta arkadaşlarınızla paylaşınız.

2.1.4. Mikroskop Çeşitleri

Temel amaçları ve yapıları aynı olsa da kullanım alanlarına göre farklı mikroskop çeşitleri bulunur. Bu mikroskop çeşitleri aşağıda anlatılmıştır.

Işık Mikroskobu: En yaygın kullanılan ve en basit yapıdaki mikroskop çeşididir. Mikroskobun temel parçaları olan optik, mekanik ve aydınlatma kısımlarından oluşur.

Karanlık Alan Mikroskobu: Karanlık alan mikroskobu, incelenecek nesneye gelen merkezî ışınları engelleyerek sadece eğik gelen ışınların nesneye ulaşmasını sağlar. Bunun için kondansatörün altına şeffaf olmayan bir disk yerleştirilerek merkezî ışınların inceleme nesnesine ulaşması önlenir. Sadece kenardan gelen ışınlar kondansatörden geçerek nesneye ulaşır. Karanlık alan mikroskobu; boyanmamış örneklerin görüntülenmesi, havuz suyu, deniz suyu gibi sıvıların incelenmesi, hücre kültürlerinin incelenmesi gibi alanlarda kullanılır.

Faz Kontrast Mikroskobu: Faz kontrast mikroskobunun çalışma prensibi, ışığın farklı kırılma indisine sahip ortamlardan geçerken hızının ve yönünün değişmesine dayanır. Faz kontrast mikroskobunda pozitif (karanlık) faz kontrast ve negatif (aydınlık) faz kontrast olmak üzere iki çeşit görüntü elde edilir. Pozitif faz kontrast mikroskobunda incelenen nesne aydınlık, arka plandaki yapılar karanlıktır. Negatif faz kontrastta ise incelenen nesne karanlık, arka plandaki yapılar aydınlıktır. Faz kontrast mikroskobu boyanmamış canlı hücreler ile hücre içi yapıların incelenmesinde ve yüksek büyütme oranı gerektiren detaylı incelemelerde kullanılır.

Floresan Mikroskopu: Işık mikroskopta görülemeyen nesnelerin floresan, floroforlarla boyanarak görüntülenebildiği mikroskop çeşididir. Bazı floresan maddeler kısa dalga boyundaki ışık altında tutulduklarında daha uzun dalga boyunda ışık yayma eğilimi gösterir. Uzun dalga boyunda yayılan ışık uygun filtreler kullanılarak analiz edilir ve incelenen nesnenin yapısı, molekülleri ve miktarı hakkında bilgi verir. Floresan mikroskopu hücre ve dokuların içeriğinin belirlenmesinde, maddelerin hücre ve dokulardaki yoğunluğunun belirlenmesinde, ışık mikroskopu ile belirlenemeyen hücre ve hücre içi/dışı cisimlerin belirlenmesinde kullanılır.



BİLGİ NOTU

Canlı doku ve hücrelerin incelenmesinde kullanılan konfokal mikroskoplar, floresan mikroskopunun gelişmiş bir çeşididir ve üç boyutlu görüntü elde eder.

Elektron Mikroskopu: Elektron mikroskopu, organizmaların üç boyutlu ve detaylı incelenmesine imkân sağlayan yüksek enerjili elektronlar yardımıyla yüzeylerin taranması prensibine göre çalışır. Elektron mikroskopunda ışık mikroskopundan farklı olarak görüntü elde etmek için ışık kaynağı yerine dalga boyu çok küçük olan elektronlar ve cam mercekle yerine elektromanyetik kondansatörler kullanılır. Bu farklılıklardan dolayı elektron mikroskopunun çözümleme gücü yüksektir ve nesnelere ayırt etme gücü ışık mikroskopundan daha fazladır.

Elektron mikroskopu; hücre içi organellerin incelenmesi, tümör tanıları, doğumsal metabolizma bozukluklarının ve virüs gibi enfeksiyon ajanlarının tanınması, hücre içi iyon yoğunluklarının ölçülmesi gibi alanlarda kullanılır.



ARAŞTIRINIZ

Stereo mikroskopunu ve özelliklerini araştırınız. Araştırma sonucunda elde ettiğiniz verileri arkadaşlarınızla paylaşınız.

2.1.5. Mikroskop Cihazının Kurulacağı Ortamın Özellikleri

Mikroskop cihazının kullanım ömrünün uzun olması için kurulacağı ortamın bazı temel özelliklere sahip olması gerekir. Mikroskop cihazının kurulacağı ortamda bulunması gereken özellikler şunlardır:

- Mikroskop cihazına zarar veren en büyük etkenlerden biri tozdur. Cihazda birikecek tozlar bir süre sonra cihazdaki hareketli metal parçaların hareket kabiliyetini olumsuz yönde etkiler. Bu nedenle mikroskop cihazının kurulacağı ortam tozdan arındırılmış olmalıdır. Ortamdaki toz miktarı parçacık ölçen aletlerle sürekli olarak kontrol edilmelidir.

MİKROSKOP CİHAZLARI

- Nem, cihazdaki hareketli metal parçalarda oksitlenmeye neden olacağı için mikroskop cihazının kurulacağı ortamın nemli olmaması gerekir. Nemölçer ile ortamdaki nem miktarı kontrol edilmelidir.



Görsel 2.7: Mikroskop cihazının kurulduğu ortam

- Mikroskop cihazının kurulacağı ortam titreşimsiz bir ortam olmalıdır. Cihazdaki mercek ve aynaların birbirine uzaklıkları, matematiksel hesaplamalar ile belirlenmiştir. Ortamdaki beklenmeyen/istenmeyen titreşimler bu hesaplama sonuçlarında kaymalara neden olarak görüntü kalitesini olumsuz etkiler. Bu nedenle cihazın kurulacağı masanın sabit olması gerekir (Görsel 2.7).

- Mikroskop cihazının kurulacağı ortam yoğun ışıklı olmamalıdır. Çok aydınlık ortamdaki ışığın mikroskoptaki ışık kaynağının şiddetine etki etmesi istenmez.
- Mikroskop cihazının elektrik bağlantısının yapılacağı elektrik tesisatı, cihazın elektriksel değerlerine uygun ve topraklamalı olmalıdır.

2.1.6. Mikroskop Cihazının Montajında Dikkat Edilecek Hususlar

Mikroskop cihazları farklı büyüklük ve içerikte olabilir. Bilgisayar tabanlı büyük yapıdaki cihazlar montajın yapılacağı ortama nakil araçları ile getirilmelidir. Cihaz, garanti ve teslim tutanakları imzalanarak görevli personel tarafından teslim alınmalıdır.

Cihazlar kurulumunun yapılacağı yere sarsılmadan getirilmeli, cihazın kutusu açılıp servis el kitabına göre içeriği kontrol edilerek montajlanmamış parçalar varsa uygun şekilde montajı yapılmalıdır. Yetkili tarafından kurulum işlemleri tamamlandıktan sonra cihazı kullanacak personele, cihazın kullanımı ve bakımı ile ilgili eğitim verilmeli ve bu esnada cihazın fonksiyon testi yapılmalıdır.

Cihazın kurulumu sırasında ortamın (nem, ışık, titreşim, toz, elektrik tesisatı) özelliklerinin belirtilen seviyede olması sağlanmalıdır. Ortamın sahip olması gereken özellikler, cihazın türüne göre farklılık gösterebilir.



BİLGİ NOTU

Mikroskop cihazının kullanımında mutlaka koruyucu örtü kullanılmalıdır. Koruyucu örtü cihazı tozlara karşı korur. Mikroskop cihazının en büyük düşmanı tozdur.



SIRA SİZDE

Bir hastanenin teknik biriminde görevli olduğunuzu varsayınız. Hastaneye gelen yeni mikroskop cihazının nereye kurulacağını, kurulacağı ortamı ve cihazın montajını nasıl tamamlayacağınızı anlatınız.

2.2. MİKROSKOP CİHAZLARINDA AYDINLATMA LAMBASI

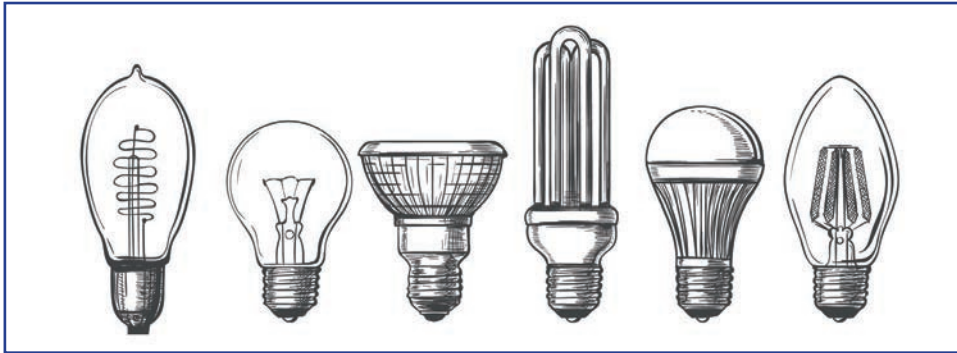
Işık kaynakları mikroskop cihazlarının çalışmasını etkileyen önemli komponentlerden biridir. İncelenecek nesnenin görüntüsünün netliği cihazdaki ışık kaynaklarına bağlıdır. Mikroskop cihazlarında kullanılmak üzere farklı özellikte pek çok ışık kaynağı geliştirilmiştir.

2.2.1. Mikroskop Cihazında Kullanılan Lambalar ve Özellikleri

Yaygın olarak kullanılan modern mikroskop cihazlarında kontrol edilebilirliği yüksek, entegre ışık kaynakları kullanılır. Bu ışık kaynakları; akkor lambalar, tungsten halojen lambalar, ark lambalar, lazer ışık kaynakları ve elektronik flaşlardır. Bu ışık kaynakları ve açıklamaları aşağıda verilmiştir.

Akkor Lambalar: Akkor tungsten lambalar modern mikroskoplarda kullanılan en temel aydınlatma kaynağıdır. Bu lambalar dalga boyu 300 nanometreden 1200-1400 nanometreye kadar uzanan geniş bir aralıkta ışık spektrumu yayan termal radyatörlerdir. İner (herhangi kimyasal bir tepkimeye girmeyen gaz, soy gaz türünde) bir gazla doldurulmuş kapalı bir cam ampulden oluşan yapıları oldukça sadedir. DC elektrik akımıyla enerjilendirilen tungsten tel bir filaman içerir. Bu ampuller fazla miktarda ısı ve ışık üretir ancak bu enerji çıktılarının çok az bir kısmı ışık olarak ortaya çıkar (%5 veya %10). Ortaya çıkan enerjinin büyük bir kısmı ısı enerjisi şeklindedir.

Halojen tungsten ampuller dışındaki tungsten lambalar, çalışma açısından ev ampullerine benzer. Ev ampullerinde olduğu gibi kullanıldıkça yoğunlukları azalır ve buharlaşan tungstenin yavaş yavaş birikmesi nedeniyle iç kaplamaları kararır. Bu özellik, tungsten lambaların dezavantajıdır. Bu lambaların renklerinin sıcaklığı ve parlaklığı, uygulanan gerilim değerine göre değişir. Tungsten lambaların birbirinden farklı tasarımları vardır (Görsel 2.8).



Görsel 2.8: Farklı tasarımlarda akkor tungsten lambalar

MİKROSKOP CİHAZLARI



Görsel 2.9: Tungsten halojen lamba

Tungsten Halojen Lambalar: Mikroskop cihazlarında ışık kaynağı olarak en fazla kullanılan lamba türüdür. Tungsten halojen lambaların tungsten flamanlı akkor lambalardan farkı dolgu camlarına halojen eklenmiş olmasıdır (Görsel 2.9).

Tungsten halojen lambaların filamanları genellikle borosilikat halojenür cam bir zarf içine monte edilmiştir. Halojenler (genellikle iyot kullanılır), buharlaşan tüm tungstenin flamanı geri dönmesini sağlayarak tungstenin cam zarf üzerinde birikmesini engeller. Bu lambaların çalışma voltajları 4-24 V arasında değişir. Güç değerleri 20-100 W arasındadır. Bu lambalardaki flamanlar çok yüksek sıcaklıklarda çalışır. Bu ampullerin çalışması esnasında ortaya çıkan ısıyı uzaklaştırmak için lambalarda fan şeklinde ısı emici özellik gösteren lamba yuvaları kullanılır. Tungsten halojen ampullerin kullanım ömrü uzundur. Kullanım süreleri boyunca aydınlatmaları homojendir ancak ampuller eskimeye başladıkça renk sıcaklığı değerlerinde düşüş olur.



BİLGİ NOTU

Tungsten halojen lambalar diğer tungsten akkor lambalara oranla daha parlak ışığa, daha küçük boyuta ve daha uzun kullanım süresine sahiptir. Bu lambalar aynı zamanda daha homojen bir aydınlatma sağlar ve daha ekonomiktir.

Tungsten halojen lambalar çok yüksek sıcaklıklarda çalıştığı için lambaların değiştirilmeden önce bir süre soğuması beklenmelidir. Lambalar değiştirilirken çıplak elle dokunulmamalıdır. Parmaklardaki yağ ve ter, kuvars cama yapışarak camın yapısını değiştirir ve cam puslu hâle gelir. Bu nedenle ampul monte edilirken kâğıt mendille tutulmalı, dokunulan lamba kâğıt mendil ve alkolle temizlenmelidir.

Ark Lambalar: Cıva buharlı, ksenon, zirkonyum gibi çeşitleri olan bu lambalar; kuvars cam bir zarfın içinde yüksek basınç altında bulunan iki elektron arasında ateşleme olmasıyla aydınlatma sağlar. Daha sonra haricî bir güç kaynağından gelen akımla aydınlatmanın devamı sağlanır.

Ark lambalarının ortalama ömrü iki yüz saattir. Ark lambalarındaki haricî güç kaynaklarında genellikle mikroskobun kullanım süresini gösteren zamanlayıcılar bulunur.



BİLGİ NOTU

Cıva buharlı ark lambaları, floresan mikroskopları dışındaki mikroskoplarda ve karanlık alan, aydınlık alan veya polarize renkli mikroskobide kullanılmaz. Bunun nedeni lambaların sınırlı emisyon spektrumunun numunenin gerçek rengini belirlemeye engel olmasıdır.



BİLGİ NOTU

Ark lambaları mikroskop cihazları için tercih edilmez ancak zirkonyum ark lambaları, mikroskop aydınlatması için çok kullanışlı bir kaynaktır.

Lazer Işık Kaynakları: Son yıllarda lazer ışınlarının, özellikle yüksek emisyon kapasitesine sahip argon-iyon lazerin kullanımı giderek artmaktadır. Lazer ışık kaynakları yüksek maliyetlidir ancak lazer taramalı konfokal mikroskoplarda oldukça kullanışlıdır. Her biri farklı emisyon spektrumu sağlayan farklı lazer ışın türleri vardır. Mikroskopide floresan, eş odaklı ve monokromatik parlak alan ışınları en çok tercih edilen lazer çeşitleridir.

Elektronik Flaş: Özellikle karanlık alan aydınlatmasında hareketli örneklerin fotoğraflanması için elektronik fotoğraf flaş sistemleri kullanılarak özel bir yöntem geliştirilmiştir. Bu flaş tüpleri, incelenecek numunelerin ayrıntılarını mükemmel şekilde yakalar ve anlık patlamada 5500 K (kelvin) aydınlatma sağlar.



SIRA SİZDE

Elektromanyetik ışık spektrumunu araştırarak tablo şeklinde aşağıya çiziniz.

2.3. AYDINLATMA LAMBASINDA BESLEME ÜNİTESİNİN ÇALIŞMA PRENSİBİ

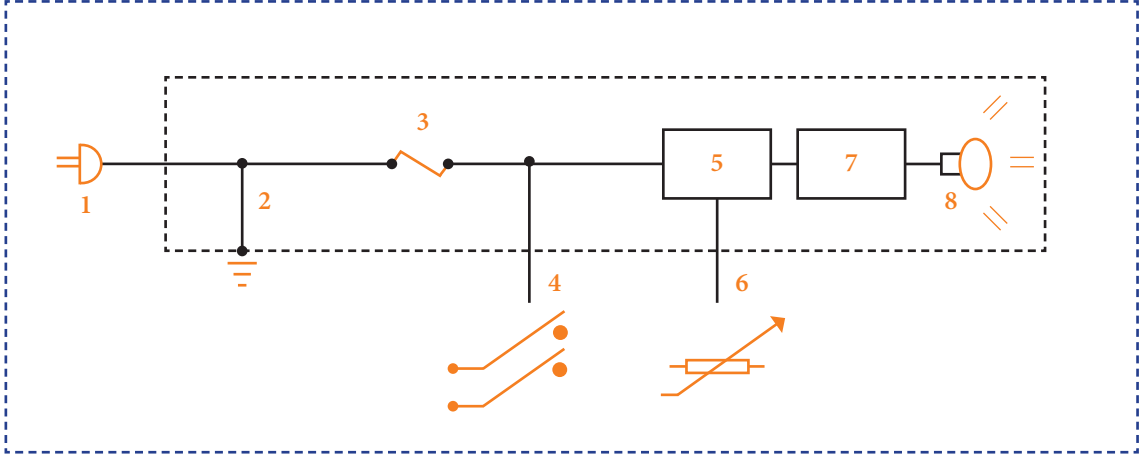
Mikroskop cihazının ışık kaynağı bir besleme ünitesi tarafından kontrol edilir. Genellikle cihazın ayak bileşeninin yanında veya altında açma-kapama ve ışık kaynağını ayarlama düğmeleri bulunur. Besleme ünitesi, devreyi besleyen giriş gerilimini değiştirerek lambanın parlaklığını ayarlayan devredir (Görsel 2.10).



Görsel 2.10: Işık mikroskopunun besleme ünitesi

MİKROSKOP CİHAZLARI

Şema 2.1'de besleme devresinin devre şeması, altında diyagramı oluşturan parçalar ve açıklamaları verilmiştir.

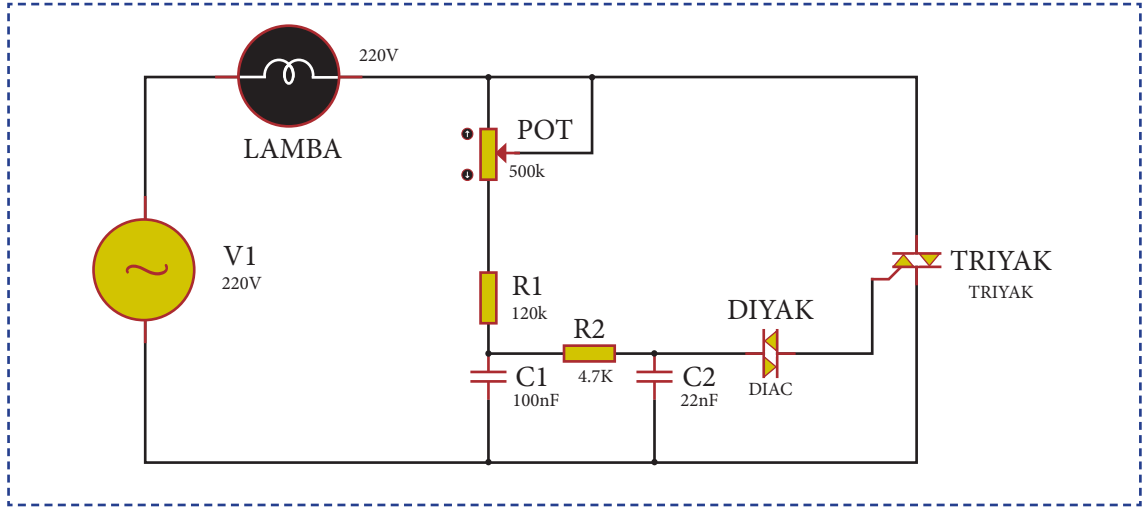


Şema 2.1: Besleme ünitesinin diyagramı

- 1. Fiş:** Prizden cihaza 220 V gerilim girişini sağlar. Güvenlik açısından topraklı fiş kullanılması gerekir.
- 2. Klemens/Klips:** Gerektiğinde güç kablosu ile cihazın bağlantısını kesmeyi sağlar.
- 3. Sigorta:** Ani akım artışlarına karşı cihazı korur. Sigortanın değeri, mikroskopun gücüne göre değişir.
- 4. Açma-Kapama Anahtarı:** Sigorta üzerinden gelen gerilimle devre arasındaki enerji akışını kontrol eder.
- 5. AC Kontrol Devresi:** AC gerilimi kontrol eder.
- 6. Gerilim Ayar Potansiyometresi:** AC kontrol devresindeki gerilimi ayarlar.
- 7. AC-AC Düşürücü Trafo:** AC kontrol devresinden gelen değişken gerilim değeri, trafonun primerine uygulanır. Gerilim değeri girişteki primer gerilimin değerine göre yükselir veya düşer.
- 8. Halojen Lamba:** Trafo sekonderindeki gerilimin değerine göre parlaklığı değişir.

Besleme Ünitesinin Çalışma Prensipleri: Besleme ünitesinde bulunan AC kontrol devresi bir dimmer devresidir. Dimmer devresi 220 V/50 Hz şehir şebeke voltajı ile çalışan bir güç kontrol devresidir (Görsel 2.11). Elektrik devrelerinde gerilimi belli sınırlar içinde düzenler. Bu devre genellikle aydınlatma sistemlerinde parlaklık kontrolü için kullanılır.

Dimmer devresinde kontrol edilmesi istenen bir lamba veya başka bir uyarıcı, direnç, ayarlı direnç (potansiyometre), kondansatör, diyak ve triyak bulunur. Ayarlı direnç ile devredeki lambanın parlaklığı, motorun dönme hızı gibi özellikler kontrol edilir. Devrenin çalışma mekanizması triyağın tetikleme durumuna geçmesi üzerine kuruludur. Potansiyometrenin direnç değeri değiştiğinde kondansatörün de etkisiyle diyağın üzerinden geçen akımın faz açısı değişir. Diyak, triyağın tetiklenmesi için gerekli darbe sinyallerini üretir. Triyak tetiklenme durumuna geçtiğinde devredeki yükün (ampul/motor) kontrolü sağlanmış olur.



Görsel 2.11: Dimmer ışık kontrol devresi



ARAŞTIRINIZ

Diyak ve triyak kavramlarını ve bunların çalışma prensiplerini araştırınız. Araştırma sonunda elde ettiğiniz verilerle aşağıdaki boşlukları uygun şekilde doldurunuz.

DİYAK	
TRİYAK	

2.4. MİKROSKOP CİHAZININ MEKANİK AKSAMI

Mikroskop cihazları mekanik ve optik bileşenlerden oluşur. Mikroskop cihazının mekanik bileşenleri ve çalışma prensipleri aşağıda anlatılmıştır.

2.4.1. Lam ve Lamel Tutucu Mekanizma

Mikroskop lamı, mikroskopta incelenecek nesnelerin sabit tutulması için kullanılan yaklaşık 1 mm (milimetre) kalınlığında düz bir cam parçasıdır. İncelenecek nesne bu cam parçasının üzerine sabitlenir. Ardından nesnenin üzerine daha küçük ve daha ince bir cam parçası yerleştirilir. Bu cam parçası lameldir. Bu sabitleme işlemi, nesnelerin mikroskoba yerleştirilmesinin, mikroskoptan çıkarılmasının, etiketlenmesinin ve taşınmasının hızlı bir şekilde yapılması için önemlidir.

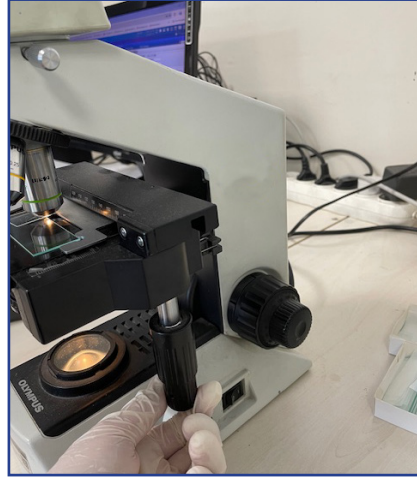
MİKROSKOP CİHAZLARI

Mikroskop cihazının tablasında nesnenin sabitlenmesini sağlayan iki tane klips bulunur. Tablanın üzerinde numuneyi sabit tutmayı sağlayan, yaylı klips içeren mekanik tabla, slayt tutucu ve numunenin yerini belirleyen konum belirleyici işaretler bulunur. Bu konum belirleyici işaretler numunenin konumunu ve incelenme sırasında ne kadar hareket ettirildiğini belirlemek açısından önemlidir (Görsel 2.12).

Tablanın alt kısmında, tablanın üzerinde sabitlenen numunenin Y eksenini (ileri-geri) ve X eksenini (sağa-sola) yönünde hareketini sağlayan mekanik tabla kontrol düğmeleri bulunur. Bu mekanik tabla kontrol düğmelerine **şaryo** (Görsel 2.13) denir. Buradaki hareket bir dişli mekanizma ile gerçekleşir. Tablanın aşağı-yukarı veya ileri-geri hareketini sağlayan kaba dişli ve inci dişli mekanizmalar bulunur.



Görsel 2.12: Lam ve lamel tutucu mekanizma



Görsel 2.13: Şaryo



BİLGİ NOTU

Lam ve lamelden oluşan cam parçaları genellikle mikroskop slaytı olarak isimlendirilir.

2.4.2. Kaba (Makro Düğme) ve İnce Ayar (Mikro Düğme) Düğmesi



Görsel 2.14: Makro ve mikro düğme

Mikroskop kolunun yan tarafında kaba ve ince ayar düğmeleri olmak üzere iki tane vida bulunur (Görsel 2.14). Bu vidalar iç içe ya da birbirinden ayrı hâlde bulunabilir. Son geliştirilen mikroskoplarda vidalar genellikle iç içe bulunur. Dıştaki vida kaba ayar vidası iken ince ayar vidası iç kısımda bulunur.

Kaba ayar düğmesi, numuneyi odaklamak amacıyla tablayı aşağı veya yukarı yönde hareket ettirir. Kaba ayar düğmesi numune ile objektif arasındaki mesafeyi hızla değiştirerek numuneyi görüş alanına getirmeyi sağlar ancak büyütme oranı düşüktür. Kaba ayar vidası, incelenecek nesnenin ilk görüntüsünün bulunup netleştirilmesinde kullanılır. Kaba ayar vidasının hareketleri dışarıdan gözle görülebilecek şekildedir. Makro vida bir tam tur döndüğünde numune tablası en aşağıdan en yukarı seviyeye yükselir.

İnce ayar düğmesi, numune ile objektif arasındaki mesafeyi çok yavaş değiştirir. Nesnenin daha net görüntüsünü elde etmek için hassas odaklama sağlar.

Mikroskop gövdesine yerleştirilmiş mil ve dişli sistemi, ayar vidalarının çalışmasını sağlar. Gövde kolundan geçen bir mil, milin ortasında dişli sistemi, dişli sisteminin ucunda ise ayar vidaları bulunur. Aşağı-yukarı hareket mekanizmasının çalışması; vidaların mili hareket ettirmesi, milin dişli sistemi hareket ettirmesi, dişli sistemin ise cihazın gövdesindeki dişli ray sistemini hareket ettirmesi prensibine dayanır. Bu ray sistemi numunenin koyulduğu düzleme vidalar ile bağlanmıştır. Dişli rayın hareketinin düz ve pürüzsüz olması için bir yataklama ve bilye sistemi bulunur.



BİLGİ NOTU

Mikroskop cihazlarında ince ve kaba ayar düğmeleri dışında tabla yüksekliğini ayarlama vidası da bulunur. Bu vida benzer bir dişli sistemi ile çalışarak tablanın aşağı ve yukarı yönde hareketini sağlar.



SIRA SİZDE

Mikroskop cihazının mekanik bileşenlerini ve çalışma prensibini açıklayınız.

2.5. MİKROSKOP CİHAZLARININ BAKIMI VE FONKSİYON TESTİ

Işık mikroskobu ve diğer tür mikroskopların genel bakım faaliyetlerini uygulamak için, cihaz üreticisinin bakım talimatları öncelikli olarak dikkate alınmalıdır. Mikroskopları gerektiği gibi muhafaza edebilmek için hem mekanik hem de elektriksel optik bileşenlerinin bütünlüğü korunmalıdır. Mikroskobun her elemanı en gelişmiş üretim teknikleri kullanılarak geliştirilmiştir. Montajı ve ayarları fabrikada özel ekipmanlar kullanılarak yapılır. Bu işlem sırasında, ekipmanın çeşitli bileşenlerinin gerekli toleransı gelişmiş ölçüm teknikleri ile yüksek düzeyde kontrol edilir. Mikroskop ortamının temizlenmesi, kurulumu ve dikkatli kullanımı uzun ve işlevsel bir ömür elde etmek için temeldir. Nem, toz ve elektrik beslemesinin kötü koşulları, yanlış kullanım veya yetersiz kurulum, korunması için ters etki yaratır. Mikroskop bakımı çok fazla özen, sabır ve özveri gerektirir. Bu cihazlar sadece eğitim almış, yetkili personel tarafından kullanılmalıdır. Genel öneriler aşağıda sunulmuştur. Bunlar bir mikroskobun kurulumu ve iyi çalışma koşullarında tutulması için gereklidir.

MİKROSKOP CİHAZLARI

Mikroskobun uygun çalışma koşullarında tutulması için dikkat edilmesi gereken hususlar şunlardır:

1. Mekanik kademenin ayarı doğrulanmalıdır. Tüm yönlerde (X-Y) yavaşça hareket etmeli ve cihaz kullanıcısının seçtiği pozisyonda kalmalıdır.
2. Odak ayar mekanizması test edilmelidir. Cihaz kullanıcısının seçtiği odak sabit kalmalıdır.
3. Diyaframın işleyişi doğrulanmalıdır.
4. Tüm mekanik bileşenler temizlenmelidir.
5. Mikroskop cihazı, üreticinin belirttiği şekilde yağlanmalıdır.
6. Numune tutucunun (tutma cihazı) ayarı doğrulanmalıdır.
7. Optik hizalama doğrulanmalıdır.

2.5.1. Işık Mikroskobunun Kullanımında Dikkat Edilmesi Gereken Hususlar

Işık mikroskobunun düzenli bakım faaliyetlerinin uygulanmasının yanı sıra kullanımında bazı önlemler alınmalıdır. Bu önlemlerin başlıcaları şunlardır.

1. Optik elemanları etkilediği için optik bileşenler etanol ile platformun tabanı da ksilol ve aseton gibi solüsyonlarla temizlenmemelidir.
2. Merceklerin temizliğinde sıradan kâğıtlar kullanılmamalıdır.
3. Merceklere çıplak elle dokunulmamalıdır.
4. Göz mercekleri veya objektifleri bez veya kâğıt ile temizlenmemelidir. Optik elemanlarının kaplaması hasar görmesin diye bu kısımlar hassas fırça veya burun aspiratörüyle hava üfleterek temizlenmelidir.
5. Mikroskop merceklerinin takılmaması dürbün başlığından toz veya istenmeyen parçacıkların girmesine neden olabilir. Bu nedenle mercek yuvaları uygun tıplarla kapatılmalıdır.
6. Mikroskop nemli bir ortamda ya da kapalı kutu içerisinde bırakılmamalıdır.
7. Objektifi slaytlara bastırmaktan kaçınılmalıdır. İnce laminaya ve merceğine zarar vermek için odaklanma yavaş ve dikkatlice yapılmalıdır.
8. Platform ve mekanik tabla her zaman temiz tutulmalıdır.
9. Hizalama hatalarına neden olabileceği için optik bileşenler sökülmemelidir. Optik bileşenler önce deve tüyü bir fırçayla ardından güderi veya mercek kâğıdıyla temizlenmelidir.
10. Mikroskobun taşınması veya kaldırılması gerektiğinde cihazın kullanma kılavuzundaki hususlara dikkat edilmelidir.
11. Kullanım ömür dolan ampuller değiştirilirken parmak izi önleyici eldivenler kullanılmalıdır.
12. Ampulün kullanım ömrünü uzatmak için besleme ünitesi doğru voltajda kullanılmalıdır. Gözlemler, mümkün olan en düşük ışık yoğunluğunda gerçekleştirilmelidir.
13. Besleme voltajı sabit değilse mikroskop, bir voltaj sabitleyiciye bağlanmalıdır.

2.5.2. Işık Mikroskobunun Bakım Faaliyetleri

Mikroskop cihazlarının periyodik bakımları, aksatılmadan ve doğru bir şekilde uygulanırsa ayrıca fonksiyon testine gerek kalmayacaktır. Bakım esnasında cihazın tüm bileşenleri test edilir ve aksaklık görülen parçalar, kayıt altına alınarak onarıma yönlendirilir. Tablo 2.1'de mikroskop cihazlarının periyodik bakım talimatları verilmiştir.

Tablo 2.1: Mikroskop Cihazının Periyodik Bakım Talimatları

Uygulama Sıklığı (Periyodu)	İşlemler
Günlük (Her kullanımdan önce)	<ol style="list-style-type: none"> 100X objektiften daldırma yağını mercek kâğıdı veya tıbbi pamukla temizleyiniz. Numune tutucularını temizleyiniz. Kondansatörü temizleyiniz. Işık yoğunluğu kontrol reostasını en düşük konuma getiriniz, ardından aydınlatma sistemini tamamen kapatınız. Mikroskobu koruyucu bir örtüyle (plastik veya bez) örtünüz. Nem ve sıcaklığın kontrol edildiği iyi havalandırılan bir yerde saklandığından emin olun. Nem kontrolü için bir ampulle donatılmış havalandırılmalı bir saklama kutusu varsa, mikroskobu içine yerleştirin, ışığı açın ve kutuyu kapatın.
Aylık (Ayda bir)	<ol style="list-style-type: none"> Mikroskobun gövdesindeki toz parçacıklarını damıtılmış suyla nemlendirdiğiniz bir bezle temizleyiniz. Göz merceklerinden, objektiflerden ve kondansatörden toz parçacıklarını temizleyiniz. Hava üfleme için kauçuk bir ampul kullanınız. Lens kâğıdına temizleme solüsyonunu uygulayınız, ardından lenslerin yüzeyini dikkatlice bu nemli kâğıtla ovalayınız. Slayt tutucu mekanizmayı çıkarınız, dikkatli bir şekilde temizledikten sonra yerine takınız.
Altı ayda bir	<ol style="list-style-type: none"> Mikroskobun genel (gözle) kontrolünü yapınız. Her bir bileşenin iyi durumda, temiz ve mekanik olarak iyi ayarlanmış olduğunu doğrulayınız. Kurulum yerinde iyi havalandırma koşullarının, sıcaklığın ve nem kontrolünün sağlandığını doğrulayınız. Mikroskobu besleyen elektrik sisteminin kalitesini test ederek konnektörlerin, sigortaların ve akkor ışığın bütünlüğünü doğrulayınız.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

A) Aşağıdaki cümlelerde geçen yargılar doğru ise parantez içine “D” yanlış ise “Y” yazınız.

- (...) 1. Mikroskop cihazları biyoloji, histoloji, patoloji laboratuvarlarında kullanılır.
- (...) 2. Konfokal mikroskoplar, örneklerin derinliklerine odaklanarak 3 boyutlu görüntüler elde etmek için kullanılır.
- (...) 3. Kondansatör, mikroskopta görüntü oluştururken kullanılan bir mercektir.
- (...) 4. Işık kaynağı, mikroskopta kullanılan objektif lenslerin büyütme gücünü ayarlamak için kullanılır.
- (...) 5. Mikroskop besleme ünitesi, mikroskopta kullanılan aydınlatma kaynağını beslemek için kullanılır.
- (...) 6. Mikroskop cihazında en fazla kullanılan lambalar ark lambalardır.
- (...) 7. Kaba ayar düğmesi, numuneyi odaklamak amacıyla tablayı aşağı-yukarı yönde hareket ettirir.
- (...) 8. Tungsten halojen lambalar diğer tungsten akkor lambalara oranla daha parlak ışığa, daha küçük boyuta ve daha uzun kullanım süresine sahip oldukları için mikroskop cihazlarında daha fazla tercih edilir.
- (...) 9. Mikroskop cihazlarının kurulacağı ortamda ışık yoğunluğu yüksek olmalıdır.

B) Aşağıdaki cümlelerde yer alan boşlukları uygun ifadelerle doldurunuz.

10. Mikroskop cihazında incelenecek nesneye en yakın bileşen dır.
11. Düşük maliyetli ve uzun ömürlü olma özelliği ile mikroskop cihazlarında en fazla kullanılan lamba çeşididir.
12. Besleme ünitesinde bulunan AC kontrol devresi bir devreye bir örnektir.
13. Mikroskop cihazında lam ve lamelden oluşan cam parçalarına denir.
14. Mikroskop cihazındaki hareketli parçaların hareketini sağlayan mekanizmadır.

C) Aşağıdaki soruların doğru cevabını işaretleyiniz.

15. Aşağıdakilerden hangisi mikroskop cihazının optik parçalarından biridir?
- A) Ayak B) Klipsler C) Kol/Tüp desteği
- D) Oküler E) Tabla
16. Aşağıdakilerden hangisi günümüzde en sık kullanılan mikroskoplardandır?
- A) Elektron mikroskobu
- B) Faz kontrast mikroskobu
- C) Floresan mikroskobu
- D) Işık mikroskobu
- E) Karanlık alan mikroskobu

17. Aşağıdakilerden hangisi mikroskop cihazının kurulacağı ortamda bulunması istenen özelliklerden biridir?

- A) Ortam çok nemli tercih edilmeli
- B) Ortamda ışık yoğunluğu yüksek seviyede tutulmalı
- C) Ortamdaki elektrik tesisatı topraklamasız çekilmeli
- D) Ortam titreşimli cihazlarla donatılmalı
- E) Ortam tozsuz olmalı

Ç) Aşağıda verilen soruların cevabını boş bırakılan alana yazınız.

18. Bir mikroskop cihazının besleme devresinin şemasını çizerek kısaca açıklayınız.

19. Mikroskop cihazında bulunan optik bileşenleri yazarak kısaca açıklayınız.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

20. Mikroskop cihazının temel bileşenlerini yazınız.

21. Mikroskop cihazının kurulacağı ortamın özelliklerini maddeler hâlinde yazınız.



KAN GAZLARI CİHAZI

KONULAR

- 3.1. KAN GAZLARI CİHAZININ MONTAJI
- 3.2. KAN GAZLARI CİHAZINDA BESLEME ÜNİTESİ
- 3.3. KAN GAZLARI CİHAZINDA ELEKTRONİK KONTROL KARTI
- 3.4. KAN GAZLARI CİHAZINDA SENSÖR VE ELEKTROTLAR
- 3.5. KAN GAZLARI CİHAZINDA KULLANILAN YAZICILAR
- 3.6. KAN GAZLARI CİHAZINDA KULLANILAN POMPA VE MOTORLAR
- 3.7. KAN GAZLARI CİHAZINDA YAZILIM
- 3.8. KAN GAZLARI CİHAZINDA BAKIM VE FONKSİYON TESTİ
- 3.9. KAN GAZLARI CİHAZINDA KALİBRASYON

HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

1. Kanın pH seviyesinin hangi metabolik olaylar ile dengelenebilir? Vücuttaki yapım ve yıkım olaylarını düşünerek sınıfta arkadaşlarınızla tartışınız.
2. Klinik mühendislik birimine, bir sağlık kuruluşunun laboratuvarında kullanılan, servis sözleşmesi ve garantisi devam eden bir kan gazı cihazı için cihazın kullanıcısı tarafından arıza durumu bildirilmiştir. Bu cihazın onarım süreci hakkındaki görüşlerinizi, garanti süresi dolmuş bir tıbbi cihazın arıza durumuyla kıyaslayarak arkadaşlarınızla paylaşınız.



KAN GAZLARI CİHAZI

3.1. KAN GAZLARI CİHAZININ MONTAJI

Biyomedikal adlandırma ve sınıflandırma kılavuzunda analiz sistemleri; farklı kimyasal, fiziksel ve biyolojik reaksiyonların sonucuna göre tanı ve teşhise yönelik olarak analiz ve tayin amacıyla kullanılan biyomedikal dayanıklı ve tüketim niteliğindeki taşınır olarak tanımlanmıştır. **Kan gazları cihazı** farklı modelleri ile bu analiz sistemlerine dâhil edilmektedir.



Görsel 3.1: Kan gazları cihazı

3.1.1. Kan Gazları Cihazının Görevleri

Kan gazı analizi, kanda bulunan oksijen ve karbondioksit gibi gazların kısmi basınçlarının ölçülmesini sağlayan bir yöntemdir. Bu yöntem ayrıca kandaki pH değerinin, bikarbonat değerinin ve oksijen satürasyonunun hesaplanıp analiz edilmesine olanak sağlar (Görsel 3.1).

Kan gazları cihazında yapılan kan analizinin aşamaları aşağıdaki gibidir.

- 1. Numune Girişi:** Genellikle atardamardan alınan kan, negatif basınçlı bir emme (vakum) sistemi ile cihaza verilir.
- 2. Elektrot Teması ve Reaksiyonu:** Kan örneği özel elektrotlarla temas eder.
- 3. Sinyal Dönüşümü:** Elektrotlar tarafından algılanan parametreler, elektrik sinyaline dönüşür.
- 4. İşleme ve Görüntüleme:** Elektrik sinyalleri yükseltilir, dijital bir forma dönüştürülür ve cihazın bağlı olduğu bilgisayara gönderilir. Burada veriler işlenir, sonuçlar ekranda görüntülenir ve istendiğinde yazdırılır.

Teknolojik gelişmelerle beraber kan gazları cihazının ölçüm parametrelerine yeni parametreler eklenmiştir. Kan gazları cihazında, cihaz modeline göre farklılık gösterse de genel olarak **hemoglobin (Hb), sodyum (Na⁺), potasyum (K⁺), klorür (Cl), iyonize kalsiyum (İCa²⁺), laktat, glukoz, oksijen satürasyonu (sO₂), anyon açığı (AA), baz fazlalığı (BE), alveol-arter oksijen basınç farkı p(A-a) O₂, total arteriyel oksijen miktarı (ctO₂)** gibi parametreler ölçülür. Bu parametrelerden bazıları direkt olarak ölçülürken bazı parametrelere ölçüm sonuçları ile yapılan işlemler sonucunda ulaşılır.

Kan gazı cihazları, sıvı ve kuru sistem olmak üzere iki farklı sistemle çalışır. **Kuru sistem** ile çalışan cihazlarda, cihaza herhangi bir solüsyon kartuşu takılmaz. Cihaz kendi içindeki solüsyon ve elektrotlar aracılığıyla ölçüm yapar. **Sıvı sistemle** çalışan cihazlarda ise her bir test için ayrı birer elektrot ve solüsyon kullanılır. Bu cihazlara içinde solüsyon barındıran **reaktif** kartuşları takılır.



BİLGİ NOTU

Metabolizmanın sağlıklı çalışması ve dokulara yeterli miktarda oksijen gitmesi için kandaki pH (asit ve alkali (baz)) seviyesinin belli bir aralıkta olması gerekir. Bu aralık sağlıklı bir bireyde 7.35 ile 7.45 pH civarındadır. Herhangi bir nedenle kandaki pH oranının, bu değerlerin altında veya üstünde olması vücut fonksiyonlarının sağlıklı çalışmasını engeller. Bu nedenle kandaki pH değerinin bilinmesi ve düzenlenmesi oldukça önemlidir.

3.1.2. Kan Gazları Cihazının Kullanım Alanları

Kan gazı cihazlarında elektrolitlerin (K, Na, Ca, Cl vs.), metabolitlerin (laktat, kan şekeri, kreatinin) ve kan bileşenlerinin (oksihemoglobin, karboksi hemoglobin, oksijen saturasyonu vs.) ölçümleri aynı anda yapılır. Bu ölçümler, yaşamı tehdit eden çeşitli durumların (şok, solunum yetmezliği vb.) değerlendirilip yönetilmesinde oldukça önemlidir.

Kan gazları cihazı; başta yoğun bakım ve acil servis birimleri olmak üzere laboratuvar, ameliyathane, hasta bakım, yenidoğan ve yoğun bakım ünitesi gibi alanlarda sıklıkla kullanılır.

3.1.3. Kan Gazları Cihazında Kullanılan Aksesuarlar

Teknolojik gelişmelere paralel olarak kan gazları cihazının ölçtüğü parametreler ve cihazda kullanılan aksesuarlar farklılık gösterebilir. Ortalama bir kan gazı cihazında; güç kaynağı, borular, vanalar, elektrot kartuşu (Görsel 3.2), pompalar (peristaltik pompa), numune portu (Görsel 3.3), harici atık şişesi (Görsel 3.3), reaktif kartuşu (Görsel 3.4) elektronik kontrol kartları, lazer barkod okuyucu ,yazıcı ve yazıcı kâğıdı gibi parçalar bulunmaktadır.



Görsel 3.3: Numune portu ve harici atık şişesi



Görsel 3.2: Elektrot kartuşu



Görsel 3.4: Reaktif kartuşu

KAN GAZLARI CİHAZI



BİLGİ NOTU

Kan gazları cihazının aksesuarlarında, üretici firma veya modelden kaynaklı bazı farklılıklar görülebilmektedir. Bazı cihazlarda her numuneden sonra boruların temizlenmesini sağlayan yıkama solüsyonları ayrı bir kartuş hâlinde cihaza takılır. Bazı cihazlarda ise yıkama işlemi veya atık sistemi **sıvı sistem** denilen cihaza entegre bir mekanizma tarafından yönetilir.

Kan gazları cihazı üç temel sistemden oluşur.

- 1. Elektrot Sistemi:** Kan parametrelerinin (pH , pCO₂ , pO₂ gibi) ölçülmesinden sorumlu çeşitli elektrotların bulunduğu sistemdir ve bu sistem, kan gazı analizinin temelini oluşturur.
- 2. Pipet Sistemi:** Cihazdaki numunelerin ölçümü, farklı testlerin yapılması, cihazın kalibrasyonu ve analizörün yıkanması gibi çeşitli işlevleri otomatikleştiren sistemdir.
- 3. Devre Sistemi:** Elektrotlardan gelen zayıf sinyalleri yükseltmek için dijital, yorumlanabilir ve anlamlı sinyallere dönüştüren sistemdir.

3.1.4. Kan Gazları Cihazının Kurulacağı Ortamın Özellikleri

Cihazın kurulacağı ortam şartları cihazın ölçüm sonuçlarının doğruluğu için önemlidir. Cihaz performansı üzerinde oldukça etkili olan ortam şartları üretici firma veya cihazın modeline bağlı olarak değişkenlik gösterebilir. Bu nedenle kurulumdan önce mutlaka cihazın servis el kitabı incelenmelidir.

Genel olarak kan gazları cihazının (şarj edilebilir, lityum pille çalıştırılanlar dâhil) kurulacağı ortam aşağıdaki özelliklere sahip olmalıdır:

- AC güçle çalışan cihazlar için elektrik prizi topraklanmış olmalıdır.
- Cihaz doğrudan güneş ışığına maruz kalmamalıdır.
- Cihazın kurulacağı ortamın sıcaklığı 10 ile 31 °C arasında olmalıdır.
- Ortamın bağıl nemi %25 ile %80 aralığında olmalıdır.
- Ortamın basıncı 57 ile 106 kPa (428-800 mmHg) aralığında olmalıdır.
- Cihaz; havalandırması iyi olan bir ortama, temiz ve düz bir yüzeye yerleştirilmelidir.
- Cihaz, manyetik veya elektrik alanlarının yakınına kurulmamalıdır.
- Cihaz yanıcı veya patlayıcı gazlardan ve buhardan uzak tutulmalıdır.
- Cihaza uygun (100-240 V AC, 50-60 Hz) şebeke gerilimi sağlanmalıdır.
- Cihazın etrafında hava akımı için belirli bir boşluk bırakılmalıdır.

3.1.5. Kan Gazları Cihazının Montajında Dikkat Edilecek Hususlar

Kan gazları cihazı, farklı boyut ve özelliklere sahip olabilir. Bazı kan gazı cihazları taşınabilir özellikte iken bazıları laboratuvar ortamında sabitlenerek kullanılabilir.

Kan gazı cihazlarının kurulumunda esas belirleyici öge, servis el kitabındaki talimatlardır. Her cihazın montaj ve kurulum özellikleri kendisine özgü özellikler gösterse de ortalama bir kan gazları cihazının montajında aşağıdaki hususlara dikkat edilmelidir.

Kan gazları cihazının kutusunda; kan gazı analizörü, kabarcık dedektörü, elektrot blokları, elektrot kartuşu, reaktif paketi, harici atık şişesi, güç kablosu, adaptör, yazıcı kâğıdı gibi malzemeler bulunur. Bu malzemelerin satıcı firma ile yapılan sözleşmede belirtilen miktarda olup olmadığı cihazı teslim alan klinik mühendislik birim personeli tarafından kontrol edilir.

- Referans elektrot kartuşunun kutusunda bir yağlayıcı bulunur. Bu yağlayıcı ile cihazın içindeki pompa borusu yağlanır.
- Pompa motorunun kapağı açılır, yağlanan pompa borusu pompa motoruna servis el kitabında belirtilen yönde takılır ve kapak kapatılır.
- Atık tüpü, dâhili atık borusuna bağlanır.
- Pompa borusunun bir ucu cihazdaki valf bloğuna bağlanır. Bu esnada valflerde bir sıkışma olup olmadığı kontrol edilir. Sonra tüm valf kapakları kapatılır.
- Kabarcık dedektörü ile elektrot bloklarının arasına contalar yerleştirilerek istiflenir. İstiflenen bu blok, referans elektrot kartuşuna yerleştirilir. Daha sonra referans elektrot kartuşu yerine takılır.
- Referans muhafaza kitinin en üst kısmına kabarcık dedektörü bağlanır. Kabarcık dedektörünün kablosu, referans elektrot kartuşunun en üstüne bağlanır.
- Referans elektrot kartuşunun diğer tarafına pompa borusu bağlanarak kapağı kapatılır.
- Reaktif kartuşu, servis el kitabında belirtildiği gibi yerine takılır.
- Yazıcının kâğıt haznesi açılarak kullanılacak kâğıt uygun şekilde yerleştirilir ve hazne uygun şekilde kapatılır.

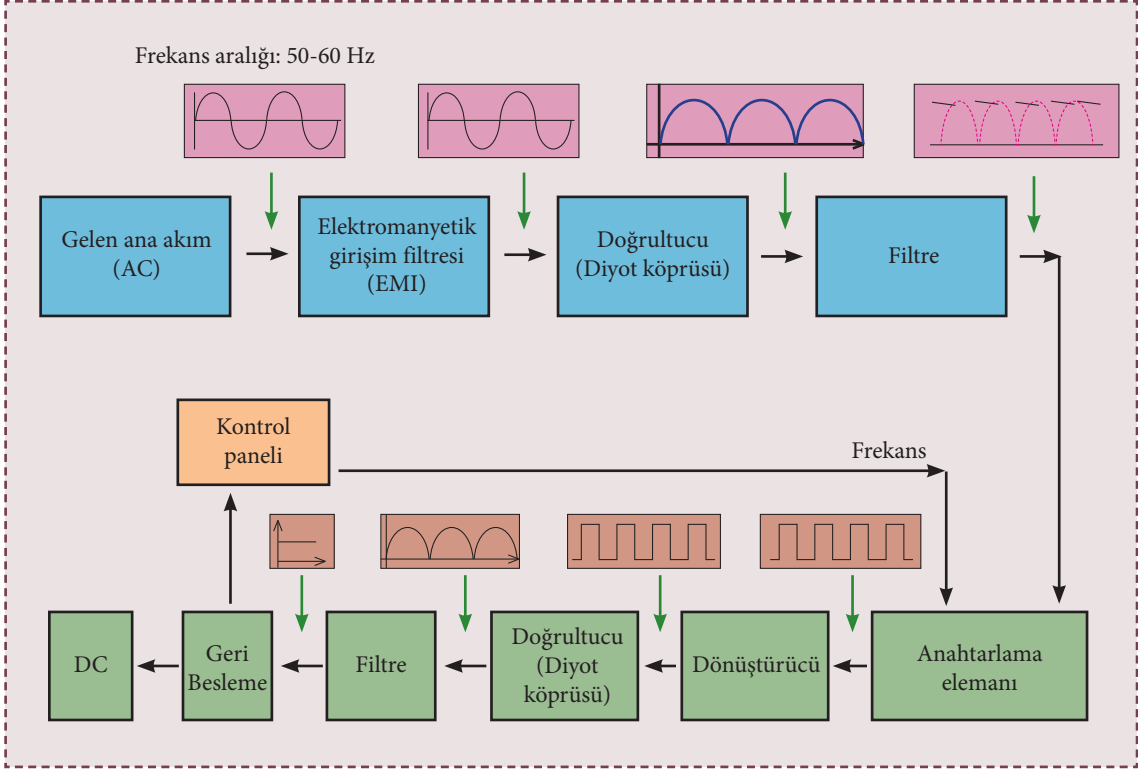
3.2. KAN GAZLARI CİHAZINDA BESLEME ÜNİTESİ

Elektrikle çalışan tüm cihazlar gibi tıbbi cihazlar da doğru akım olan DC [direct current (dayrekt körrint)] ile çalışır. Bu nedenle şehir şebekesinden gelen alternatif akım olan AC [alternative current (alternatif körrint)], **yer besleme üniteleriyle** doğru akıma dönüştürülerek kullanılır.

KAN GAZLARI CİHAZI

3.2.1. Kan Gazları Cihazının Besleme Ünitesinin Devre Şeması ve İşleyişi

Kan gazları cihazında genellikle anahtarlamalı mod güç kaynakları bulunur. Bu güç kaynakları **SMPS** [switch mode power supply (siviç mod pavır saplay)] olarak adlandırılır. SMPS, gerekli olan çıkış voltajını yarı iletkenli anahtarlama teknikleri kullanarak elde eden bir sistemdir. SMPS'nin (Görsel 3.5) çalışma prensibi aşağıda detaylandırılmıştır.



Görsel 3.5: Anahtarlamalı mod güç kaynağı blok diyagramı

Girişten uygulanan AC şebeke gerilimi, önce köprü tipi doğrultma ile doğrultulur daha sonra kondansatör yardımıyla filtrelendir. Gerilim filtrelendikten sonra yüksek frekansta anahtarlama yapan anahtarlama elemanına gönderilir.

Anahtarlama elemanı olarak genellikle **MOSFET** kullanılır. DC gerilime dönüştürülen şebeke gerilimi, MOSFET ile kare dalga gerilimine dönüştürülerek transformatörün primer ucundan uygulanır.

SMPS transformatörünün sekonder gerilimi indüklenir ve sarım sayılarına bağlı olarak değişen AC gerilimler elde edilir. Elde edilen bu gerilimler ikinci kez diyotlarla doğrultulur ve kondansatörlerle filtrelendir. Böylece transformatör çıkışında istenen değerlerde gerilim elde edilir. Bu gerilimleri regüle etmek için regülatör devreleri kullanılır.

Çıkış gerilimini sabit tutmak için SMPS osilatörü kullanılır. Osilatör, çıkış gerilimini sabit tutmak için çıkış kare dalga genişliklerini değiştirir.



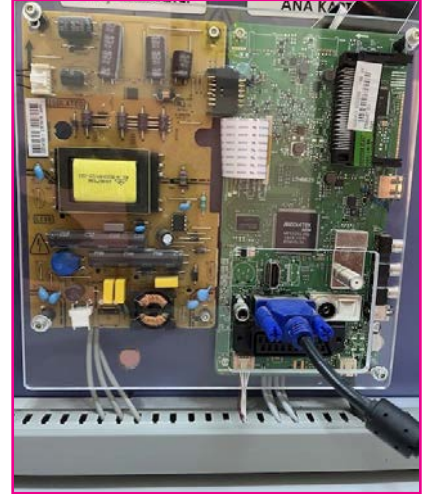
BİLGİ NOTU

Anahtarlamalı mod güç kaynakları (Görsel 3.6); yeni nesil televizyon, bilgisayar ve DC motor sürücüler gibi verimli bir güç gerektiren elektrikli cihazlarda kullanılır.



ARAŞTIRINIZ

MOSFET'in nerelerde ve hangi amaçla kullanıldığını araştırınız. Ulaştığınız verileri sınıfta arkadaşlarınızla paylaşınız.



Görsel 3.6: Anahtarlamalı mod güç kaynağı ünitesi



SIRA SİZDE

Anahtarlamalı güç kaynaklarının kesintisiz güç kaynaklarına göre avantaj ve dezavantajlarını aşağıdaki ilgili başlığın altına yazarak arkadaşlarınıza açıklayınız.

AVANTAJLARI	DEZAVANTAJLARI

KAN GAZLARI CİHAZI

3.3. KAN GAZLARI CİHAZINDA ELEKTRONİK KONTROL KARTLARI

Kan gazları cihazı; cihazın anakartında bulunan merkezi işlem ünitesi, anahtarlamalı güç kaynağı ünitesi ve analog karttan oluşur.

Güç kaynağı ünitesinde şehir şebekesinden gelen $+5\text{ V}$, $+12\text{ V}$, $+24\text{ V}$ gibi farklı gerilim değerlerine dönüştürülür. Güç kaynağı ünitesinde buzzer, anahtarlamalı güç kaynağı bulunur. Emiş pompaları güç kaynağı ünitesine kablolarla bağlanmıştır. Buradan elde edilen gerilim değerleri cihazın anakartındaki farklı kısımlara gönderilir.

Güç kaynağı ve analog kart birbiri ile bağlantılıdır. Kan gazları cihazında parametreleri ölçen sensörler analog karta bağlanmıştır. Analog kart, sensörlerden gelen bilgileri merkezi işlem birimine aktarır. Merkezi işlem biriminde işlenen veriler, cihazın ekranında görüntülenir.

3.3.1. Kan Gazları Cihazı Merkezi İşlem Ünitesinin Devre Şeması ve İşleyişi

Kan gazları cihazının merkezi işlem ünitesinde; analog dijital çevirici, analog kart için konektör, DC besleme için konektör, valf ve motor kontrolü için sürücü entegreleri, harici arayüz, yazıcı arayüzü için konektör, SD kart okuyucu, cihazın klavye ve ekran bağlantıları ile reaktiflerin dolun seviyelerini kontrol etmek için giriş portları bulunur.

Analog kart aracılığı ile sensörlerden gelen veriler, merkezi işlem ünitesinde analog dijital çeviriciler tarafından dijital verilere dönüştürülür ve cihazın ekranına anlamlı bilgiler olarak aktarılır.

Merkezi işlemci biriminde genellikle mux switch [multiplexer switch (multipleksır siviç)] kullanılır. Bu elektronik eleman, **çoklayıcı** veya **anahtar** olarak adlandırılır ve birden fazla giriş sinyali tek bir çıkış sinyali şeklinde aktarır.

3.3.2. Sıcaklık Kontrol Ünitesinin Devre Şeması ve İşleyişi

Sıcaklık düzenlemesi için kullanılan termostat ve sensör güç kaynağına bağlıdır. Sıcaklık kontrolü bir LED ile kontrol edilir. LED genellikle cihazın ön tarafında reaktif bloğunun altında bulunur. LED üzerinden sıcaklığın düzenlenmesi sıcaklık kontrol devresi ile kontrol edilir (Görsel 3.7).

Gerçek termostat sıcaklığı 37 °C 'ye yaklaştığı süre boyunca ve sıcaklık 37 °C olduğunda LED yanar. Sıcaklık sapması 37.5 °C 'den büyük olduğunda LED yanıp sönerek alarm verir. Yanıp sönme sıklığı ne kadar hızlıysa sıcaklık farkı o kadar fazla demektir. Cihazın ısıtma sistemi çalışırken LED sürekli yanar.



BİLGİ NOTU

NTC sensörü arızalıysa ve sıcaklık emniyet anahtarı (termostat) devre dışı kalmışsa LED çok kısa süre yanıp söner.

KAN GAZLARI CİHAZI

3.4.1. Kan Gazları Cihazındaki Sıcaklık Sensörleri

Kan gazları cihazının sıcaklığı, NTC [negative temperature coefficient (negativ tempriçır koeffişint)] sensörü ve termostat ile kontrol edilir.

NTC, bulunduğu ortamın sıcaklığı arttıkça direnci azalan, negatif katsayılı sıcaklık sensörüdür. Kan gazı cihazında NTC, termostatın yapısına katılarak sıcaklığın kontrolünü sağlar.

Termostat, sıcaklığın kontrol edilmesinden sorumlu bir anahtarlama elemanıdır. NTC ile algılanan sıcaklık değerleri, termostatın devreyi açıp kapatması ile cihazın normal çalışma sıcaklığında çalışmasını kontrol eder.



SIRA SİZDE

Bir elektronik sistemde anahtarlama elemanının çalışma mantığını ve çalışmasını bir örnekle anlatınız.

3.4.2. Kan Gazları Cihazında Bulunan Elektrot Çeşitleri

Kan gazları cihazında kullanılan elektrotlar, kanın temel gaz bileşenlerini ve asit- baz dengesini ölçerek hastanın solunum, metabolizma ve asidobaz durumu hakkında önemli veriler sağlar. Oksijen, karbondioksit ve pH elektrotları en yaygın kullanılan elektrotlardır. Bununla beraber kan gazları cihazında; **pH, pO₂, pCO₂, Na⁺, K⁺, Ca⁺⁺, Cl⁻, Li⁺, GLU, LAC** ve **referans elektrodu** gibi farklı parametre ve elektrotların ölçümü yapılır.

Referans Elektrodu: Ölçüm yapılan elektrotların doğru ve güvenilir sonuçlar vermesi için gereken sabit bir referans potansiyeli sağlar. Bu elektrot, ölçüm sırasında diğer elektrotlarla karşılaştırma yaparak ortamdaki değişkenlerden (sıcaklık ve diğer çevresel faktörler) etkilenmeden hassas ölçümler yapılmasına olanak tanır.

Referans elektrodu genellikle içi sıvı dolu bir hücrede bulunur ve sabit bir elektriksel potansiyele sahiptir. Bu sayede, ölçüm esnasında sıcaklık veya diğer çevresel faktörlerden kaynaklanabilecek değişikliklerin etkisi azaltılır. Bu özellik, kan gazı analizinde elde edilen verilerin güvenilirliğini artırır.



BİLGİ NOTU

Kan gazları cihazında bulunan elektrotlar, **sensör** olarak da adlandırılır.

GLU: Vücutta bulunan glikoz miktarını ifade eder.

LAC: Vücutta bulunan laktatı ifade eder.

3.5. KAN GAZLARI CİHAZINDA KULLANILAN YAZICILAR

Kan gazları cihazında dâhili termal yazıcılar kullanılır. Isıya duyarlı kâğıt üzerine baskı yapan termal yazıcıların, ısıtma elemanlarından oluşan bir başlığı bulunur. Bilgisayardan gelen sinyallerle ısıtma elemanları kontrol edilir. Termal kâğıt, ısıtıldığında (siyah veya mavi) renk değiştirir. Baskı, ısı ile kâğıdın yüzeyindeki termal tabakanın kimyasal reaksiyonu sonucu oluşur. Bu işlem için belirli bir sıcaklık değerine ulaşmak gerekmektedir. Sıcaklık 60 °C'nin altında ise kâğıdın ko-yulaşması uzun zaman alırken 200 °C'de kimyasal reaksiyon birkaç mikrosaniyede tamamlanır.

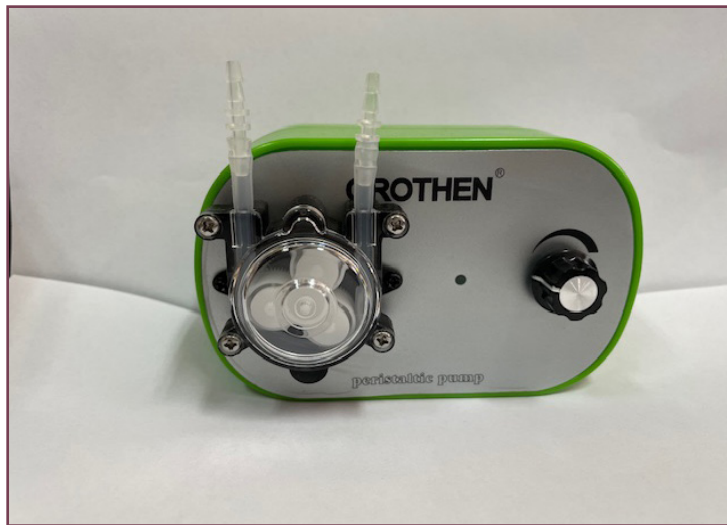
Termal yazıcılar küçüktür ve birkaç santimetre genişliğindeki kâğıt bantlara baskı yapar. Genellikle ticari işletmelerde etiket, fiş ve barkod yazdırmak için kullanılırken tıp alanında enstrümantasyon için kullanılır. Elektrokardiyogram (EKG) ve diğer bir çok tıbbi kayıt cihazlarında da termal yazıcılardan yararlanır.

Termal yazıcılar; az yer kaplar, sessiz çalışır, hızlı ve net baskılar üretir. Ancak baskılı kâğıt ısıya ve/veya ışığa maruz kaldığında solarak silikleşir.

3.6. KAN GAZLARI CİHAZINDA KULLANILAN POMPA VE MOTORLAR

Kan gazları cihazında peristaltik pompa kullanılır. Peristaltik pompa adını, yemek borusu ve bağırsak gibi organların ritmik olarak kasılması ile buradaki ürünlerin ileri doğru itilmesini ifade eden peristaltik hareketten alır. Peristaltik pompa, DC motor tarafından döndürülen bir rotor ve etrafındaki hortumdan oluşur. Rotor, dairesel dönüş hareketi yapar. Peristaltik hareketteki gibi hortum dönerken aynı zamanda rotor, hortumu sıkıp gevşetir. Rotor, hortumu sıkıştırarak hortumun içindeki sıvının hareket etmesini sağlar.

Peristaltik pompayı çalıştıran motorlar, pompanın yapısı ve boyutlarına göre çeşitlilik gösterir. Kan gazları cihazında mikro peristaltik pompalar (Görsel 3.8) kullanıldığı için peristaltik pompa rotorun hareketini sağlayan motor, 12 Volt DC akımla çalışır. Bu motorun çalışması ile sistemde sıvı akışı gerçekleşir.



Görsel 3.8: Mikro peristaltik pompa

KAN GAZLARI CİHAZI

Kullanım amacına göre farklı boyutlara sahip olan peristaltik pompalar (Görsel 3.9); **hortum**, **dozaj** ve **transfer pompası** olarak da adlandırılır.



Görsel 3.9: Farklı boyutlarda peristaltik pompalar



BİLGİ NOTU

Peristaltik pompalarda ayrı bir valf veya conta bulunmaz.



ARAŞTIRINIZ

Peristaltik pompanın avantajlarını araştırınız. Ulaştığınız verileri sınıfta arkadaşlarınızla paylaşınız.

3.7. KAN GAZLARI CİHAZINDA KULLANILAN YAZILIMLAR

Kan gazları cihazında kullanılan yazılımlar, cihazın marka ve modeline göre farklılık gösterir. Genel bir kan gazı cihazının yazılımında aşağıdaki sekmeler bulunur.

Genel Özet: Tüm bilgilerin (sonuçlar, hata mesajları, uyarılar, alarmlar vs.) görüntülenip ölçümlerin başlatıldığı sekmedir.

Çalışma Alanı: Tek tek değiştirme rutinleri, manuel kalite kontrol ölçümleri ve veri tabanlarının ayrı ayrı gerçekleştirildiği sekmedir.

Cihaz Yönetimi: Tüm cihaz verilerinin görüntülediği ve çeşitli bakım görevlerinin başlatıldığı sekmedir.

Uygulamalar: Kurulum ve devre dışı bırakma işlemleri, sorun giderme rutinleri ve yazılım güncellemelerinin gerçekleştirilip çeşitli ayarların yapılandırıldığı sekmedir.

Kan gazları cihazında genellikle bir kalite kontrol programı bulunur. Kalite kontrol programının amacı bilinen veya beklenen değer aralıklarına sahip malzemelerin analizini ve analizörden gelen sonuçların beklenen değerlerle karşılaştırılmasını sağlamaktır. Bu program bir laboratuvarın analitik performansının değerlendirilmesini sağlar. Yazılımda **oturumu aç/kapa, iptal, yazdır** gibi farklı işlem butonları bulunur. Bu butonlar çalışma durumuna ve yazılımın işlevine bağlı olarak aktifleştirilir veya devre dışı bırakılır.

3.8. KAN GAZLARI CİHAZINDA BAKIM VE FONKSİYON TESTİ

Kan gazları cihazının bakım talimatları, cihazdan cihaza farklılık gösterebilir. Cihazın bakımı yapılmadan önce servis el kitapçığı mutlaka okunmalıdır. Her cihazın kendine uygun bakım talimatları servis el kitapçığında anlatılmıştır.

Kan gazları cihazı, genellikle çok az bakıma ve onarıma ihtiyaç duyacak şekilde tasarlanmıştır. Ancak cihazın verimli bir şekilde çalışmasını sürdürmesi için periyodik olarak yapılması gereken bakım işlemleri bulunmaktadır. Cihaz herhangi bir gaz (buhar), yüksek ısı, radyasyon veya diğer kimyasal işlemler kullanılarak sterilize edilmek veya otoklavlanmak üzere tasarlanmamıştır. Cihazın rutin bakımı için aşağıdaki işlem basamakları uygulanmalıdır.

1. Cihazın temizlenmesinde, genellikle seyreltilmiş alkol veya %10 oranında seyreltilmiş çamaşır suyu çözeltisi kullanılır.
2. Dokunmatik ekran dâhil olmak üzere analizörün dış yüzeyleri nemli ve tiftiksiz bir bezle silinir. Temizleme solüsyonu doğrudan ekrana püskürtülmez. Cihazın dış yüzeyleri temizlenirken cihaz kapatılır ve güç kablosunun fişi çekilir.
3. Cihazın test kartuşu ve kalibratör sıvı paketi gibi iç kısımlarının sıvı ile temas etmemesine özen gösterilir.
4. Termal yazıcının kafası ayda en az bir kez temizlenmelidir. Bu kısımdaki kir ve toz baskı kalitesini azaltır. Yazıcı kasası uygun şekilde açılır. Yazıcı kafası uygun bir temizleme solüsyonu kullanılarak yumuşak ve nemli bir bezle silinir.
5. Reaktif seviyeleri kontrol edilir ve gerekirse değiştirilir. Reaktiflerin 10 ya da 14 günde bir değiştirilmesi gerekmektedir. Ancak günlük belirli bir kullanım sayısına ulaşan reaktiflerde bu süreye bakılmaksızın değişim yapılır. Reaktif şişelerinin içinde herhangi bir çökeltme durumunu önlemek için reaktif paketi her gün çalkalanmalıdır.
6. Cihazda ayrıca atık şişesi varsa kontrol edilir ve gerekiyorsa boşaltılır.
7. Reaktif kılıfı, numune alanı, prob kılıfı ve dış yüzeyler uygun solüsyonla ve temiz mendillerle silinir.
8. Pompa boruları ve rotor kalıpları değiştirilir. Pompa silindir tertibatı temizlenir ve yağlanır.
9. Peristaltik pompa kartuşu yılda bir kez değiştirilir.

KAN GAZLARI CİHAZI

10. Sensörlerdeki dolun solüsyon seviyeleri kontrol edilir.
11. pH sensörü/elektrodu doldurulur veya değiştirilir.
12. pCO₂ ve pO₂ sensörü değiştirilir.
13. Referans sensöründe dolun solüsyonunda kabarcık olup olmadığı kontrol edilir. Hava kabarcığı varsa sensör çıkarılır ve hava kabarcığını çıkarmak için hafifçe vurulur.
14. Gaz giriş çıkış portu yılda bir kez değiştirilir.
15. Prob muhafazası ve koruyucusu değiştirilir.
16. Reaktif seviyeleri ile son değiştirme tarihi düzenli olarak kontrol edilir ve değişim süresi dolanların değişimi sağlanır.

Genellikle cihazlarda bir dezenfekte rutini bulunmaktadır. Bu rutin, dezenfektanın pompalanmasını ve cihazın temizlenmesini sağlar. Başka bir ifadeyle kanın dolaştığı tüm ölçüm bloğunda dezenfektan dolaşarak ölçüm bloğunu temizler. Dezenfektan, ölçüm bloğunda 10 dakika kalır.

Kan gazları cihazında sensörler, kan ile temas ederek ölçüm yapar. Bir önceki numune ile sonraki numunenin birbirine karışmaması için sensörler, **proteinsizleştirme** adı verilen bir işleme tabi tutulur. Proteinsizleştirmede sensörler, protein yıkıcı bir solüsyon ile temizlenir ve bu işlem her kullanımdan sonra düzenli olarak tekrarlanır.

3.9. KAN GAZLARI CİHAZINDA KALİBRASYON

Tıbbi cihazlarda kalibrasyon, cihazların doğru ve güvenilir ölçümler yapabilmesi için yapılan ayar ve doğrulama işlemleridir. Bu süreç, cihazın ölçtüğü parametrelerin (örneğin, sıcaklık, basınç, oksijen seviyesi vb.) belirli bir standarda, referans ölçümlerine veya kalibrasyon verilerine uygun olmasını sağlamak amacıyla yapılır. Kalibrasyon işlemi, cihazın düzgün çalışmasını ve klinik ortamda doğru sonuçlar vermesini garantilemek için başvuru önemli bir adımdır. Tıbbi cihazlarda kalibrasyon işlemi aşağıdaki amaçlarla yapılır.

Hassasiyetin Sağlanması: Cihazların doğru sonuçlar verebilmesi için belirli hassasiyet düzeylerine ulaşması gereklidir.

Hastaların Güvenliği: Yanlış ölçümler, yanlış teşhislere neden olabilir. Kalibrasyon, hatalı sonuçların önüne geçer ve hastaların güvenliğini sağlar.

Yasal Düzenlemeler: Birçok sağlık otoritesi, tıbbi cihazların belirli aralıklarla kalibre edilmesini zorunlu kılar.

Cihazın Performansının İyileştirilmesi: Zamanla cihazdaki sensörler veya diğer bileşenler yıpranabilir. Bu durum hatalı ölçümlere sebebiyet verebilir. Kalibrasyon işlemi, varsa bu tür yıpranma ve eskimelerin zamanında tespit edilmesini sağlar.

Kalibrasyon işlemi genellikle cihazın ölçüm yaptığı parametreleri referans bir standartla karşılaştırır. Cihazın ölçümleri ile referans arasında uyumsuzluk varsa uzman kişiler tarafından ve kalibrasyon ekipmanları kullanılarak cihaz ayarları yapılır.

Tıbbi cihazlar için kalibrasyon genellikle belirli periyotlarla ve cihaz kalite kontrol testlerinden geçmediğinde yapılır. Kalibrasyon sertifikaları, cihazın doğruluğunun izlendiğini ve belgelenmiş olduğunu gösterir.

Tıbbi cihazlarda kalibrasyonun doğru bir şekilde yapılabilmesi için laboratuvar ortamı kesinlikle kontrol altında tutulmalıdır. Sıcaklık, nem, hava akışı, elektriksel durum, titreşim ve toz gibi faktörler doğru şekilde yönetilmelidir. Laboratuvar düzenli olarak izlenmeli ve her türlü dış etken minimize edilmelidir. Bu şartlar, kalibrasyonun doğruluğunu ve güvenilirliğini sağlamak için kritik öneme sahiptir.

Günümüzde sağlık kuruluşlarında kullanılan kan gazı cihazlarının kalibrasyonu genellikle cihaz tarafından otomatik olarak gerçekleştirilir. Kalibrasyon, sıvı paketinde bulunan kalibrasyon solüsyonları ile yapılır. Belirli aralıklarla otomatik olarak gerçekleştirilen kalibrasyon işlemi, gerektiğinde manuel olarak da yapılabilmektedir.

Genellikle otomatik olarak kalibre edilen cihazlar, performansı en üst seviyede tutmak için kalibrasyon işlemleri arasındaki süreyi hesaplar. Kalibrasyonlar arasındaki maksimum zaman aralığı kullanıcı tarafından belirlenir. Bu süre 30 veya 60 dakika olabileceği gibi kullanıcıya bağlı olarak esnek zamanlı da olabilir.

Dezenfekte etme, proteinsizleştirme gibi rutin bakımlardan sonra ve herhangi bir hata (örnek algılanmadı vb.) durumunda cihaz otomatik olarak kalibre edilir.



SIRA SİZDE

Aşağıda boş bırakılan alana kan gazları cihazlarında proteinsizleştirme işleminin önemini yazınız.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

A) Aşağıdaki cümlelerde geçen yargılar doğru ise parantez içine “D” yanlış ise “Y” yazınız.

- (...) 1. Kan gazı analizi, kandaki pH değerinin, bikarbonat değerinin ve oksijen saturasyonunun hesaplanıp analiz edilmesine olanak sağlar.
- (...) 2. Kan gazları cihazında kullanılan güç kaynağı anahtarlamalı mod güç kaynağıdır.
- (...) 3. NTC bulunduğu ortamın sıcaklık değeri ile ters orantılı olarak direnç değeri artan elektronik devre elemanıdır.
- (...) 4. GLU vücutta bulunan laktat miktarını ifade eder.
- (...) 5. Kan gazları cihazlarında makro peristaltik pompalar kullanılır.
- (...) 6. Bir önceki numune ile bir sonraki numunenin birbirine karışmaması için sensörler, proteinsizleştirme adı verilen bir işleme tabi tutulur.
- (...) 7. Kan gazları cihazında genellikle dâhili termal yazıcılar kullanılır.
- (...) 8. Kan gazı cihazının aksesuarları tüm üretici firma veya modellerde aynıdır.
- (...) 9. Analog kart aracılığı ile sensörlerden gelen veriler merkezi işlem ünitesinde analog dijital çeviriciler ile dijital verilere dönüştürülür ve cihazın ekranına anlamlı bilgiler olarak aktarılır.

B) Aşağıdaki cümlelerde yer alan boşlukları uygun ifadelerle doldurunuz.

10. Sıvı sistemle çalışan cihazlara içinde solüsyon barındıran kartuşları takılır.
11. Ölçüm sırasında diğer elektrotlarla karşılaştırma yaparak ortamın değişkenliklerinden etkilenmeden hassas ölçümler yapılmasını sağlayan elektrot elektrodudur.
12. Kan gazları cihazında anahtarlama elemanı olarak genellikle kullanılır.
13. Kan gazları cihazında kanın dolaştığı tüm ölçüm bloğunda dolaşarak ölçüm bloğunu temizler.
14. Peristaltik pompadaki dairesel dönüş hareketini yapar.
15. Kan gazları cihazında bulunan kandaki farklı parametrelerin belirlenmesini sağlar.

C) Aşağıdaki soruların doğru cevabını işaretleyiniz.

16. Kan gazları cihazının rutin bakımı ile ilgili aşağıdaki verilenlerden hangisi yanlıştır?
- A) Cihazın temizlenmesinde genellikle seyreltilmiş alkol veya %10 oranında seyreltilmiş çamaşır suyu çözeltisi kullanılır.
- B) Dokunmatik ekran dâhil olmak üzere analizörün dış yüzeyleri kuru ve tiftikli bir bezle silinir.
- C) Reaktif seviyeleri kontrol edilir ve gerekirse değiştirilir.
- D) Pompa boruları ve rotor kalıpları değiştirilir.
- E) Termal yazıcının kafası ayda en az bir kez temizlenmelidir.

17. I. Az yer kaplar,
II. Sessiz çalışır,
III. Hızlı ve net baskılar üretir
IV. Isı ve ışığa maruz kaldığında baskı kalitesi düşer
Yukarıda verilen özelliklerden hangileri termal yazıcıların avantajlarındandır?
- A) I ve II
B) II ve III
C) Yalnız II
D) I,II, III
E) I,II, III ve IV
18. **Aşağıdakilerden hangisi kan gazları cihazında kullanılan elektrotlardan biri değildir?**
- A) Cl⁻
B) Keton elektrodu
C) Na⁺
D) pCO₂
E) Referans elektrodu
19. **Kan gazları cihazında bulunan sıcaklık kontrol ünitesi ile ilgili aşağıda verilen bilgilerden hangisi yanlıştır?**
- A) Sıcaklık düzenlemesi için kullanılan termostat ve sensör (NTC) güç kaynağına bağlıdır.
B) Sıcaklık kontrolü bir LED ile kontrol edilir.
C) LED genellikle, cihazın ön tarafında reaktif bloğunun altında bulunur.
D) Gerçek termostat sıcaklığı 37 °C'ye yaklaştığı süre boyunca led yanar. Sıcaklık 37 °C olduğunda da led yanar.
E) Sıcaklık sapması 39 °C'den büyük olduğunda led yanıp sönerken alarm verir. Yanıp sönmeye sıklığı ne kadar yavaşsa sıcaklık farkı o kadar fazla demektir.
20. **Kan gazları cihazının kurulacağı ortam şartları ile ilgili aşağıdakilerden hangisi yanlıştır?**
- A) AC güçle çalışan cihazlar için elektrik prizi topraklanmış olmalıdır.
B) Cihaz doğrudan güneş ışığına maruz kalmamalıdır.
C) Cihazın kurulacağı ortamın sıcaklığı 10 ile 31 °C arasında olmalıdır.
D) Ortamın bağıl nemi %60 ile %90 aralığında olmalıdır.
E) Ortamın basıncı 57 ile 106 kPa (428-800 mmHg) aralığında olmalıdır.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Ç) Aşağıda verilen soruların cevabını boş bırakılan alana yazınız.

21. Kan gazları cihazında kalibrasyonun önemini açıklayınız.

22. Kan gazları cihazının kullanım alanlarını yazınız.

23. Anahtarlamalı mod güç kaynağı ünitesinin çalışmasını kısaca açıklayınız.



İDRAR ANALİZÖR CİHAZLARI

KONULAR

- 4.1. İDRAR ANALİZÖR CİHAZININ MONTAJI
- 4.2. İDRAR ANALİZÖR CİHAZININ KİMYASAL (STRİP) ANALİZ ÜNİTESİ
- 4.3. İDRAR ANALİZÖR CİHAZININ MİKROSKOBİK ANALİZ ÜNİTESİ
- 4.4. İDRAR ANALİZÖR CİHAZININ PİPETLEME ÜNİTESİ
- 4.5. İDRAR ANALİZÖR CİHAZLARINDA YAZILIM

HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

1. Geçmiş hastane deneyimlerinizde sizden istenen tetkikleri de hesaba katarak genel bir muayenede, hastalardan istenen rutin tetkikleri nelerdir? Bu tetkiklerin hangi amaçla istendiği konusundaki görüşlerinizi arkadaşlarınızla paylaşınız.
2. Sağlıklı birey ile hasta olan bir kişinin idrar örneklerinde ne tür farklılıklar bulunabilir? İdrarın oluşumunu göz önünde bulundurarak fikirlerinizi arkadaşlarınızla paylaşınız.



İDRAR ANALİZÖR CİHAZLARI

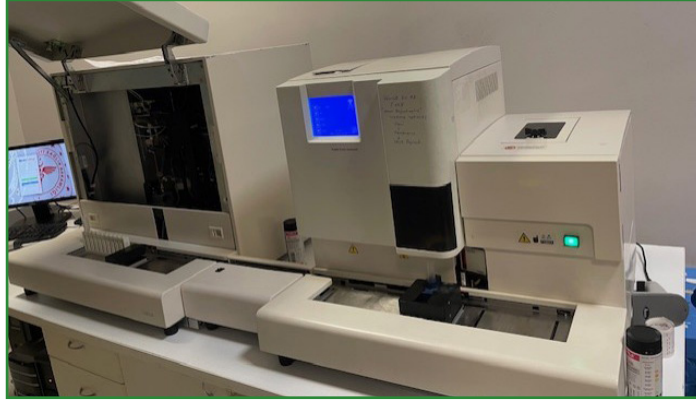
4.1. İDRAR ANALİZÖR CİHAZININ MONTAJI

Analiz sistemleri; farklı kimyasal, fiziksel ve biyolojik reaksiyonların sonucuna göre tanı ve teşhise yönelik olarak analiz ve tayin amacıyla kullanılan biyomedikal dayanıklı ve tüketim niteliğindeki taşınırlardır. İdrar analizör cihazları farklı özellik ve çeşitleri ile bu sınıfta yer alır.

4.1.1. İdrar Analizör Cihazının Görevleri

İdrar analizör cihazı, idrar örneklerinin incelendiği ve idrarın içindeki çeşitli parametrelerin ölçüldüğü tıbbi bir cihazdır. Bu cihaz; idrarın kimyasal, fiziksel ve mikroskopik incelemelerini yaparak birçok farklı hastalığın teşhis edilmesine olanak sağlar. İdrar analizi için örnek verme kolaylığı, idrar analizinin genel metabolizma faaliyetleri, böbrek veya üriner sistem hastalıklarının teşhis ve tedavisinde önemli rol oynaması gibi etkenler idrar analizör cihazlarının yaygın kullanımını sağlamıştır.

Tam bir idrar analizi; idrarın kimyasal, fiziksel ve mikroskopik incelenmesini içermelidir. Tam otomatik idrar analizör cihazlarında bu incelemelerin hepsi yapılabilmektedir (Görsel 4.1).



Görsel 4.1: Tam otomatik idrar analizör cihazı

İdrarın Kimyasal Bileşenlerinin Tespiti: İdrarın; pH seviyesi, glukoz (şeker), protein, keton, nitrit, kan ve dansite (konsantrasyon) gibi parametrelerinin ölçülmesidir.

İdrarın Fiziksel Özellikleri: İdrarın rengi, kokusu, yoğunluğu ve berraklığıdır.

İdrarın Mikroskopik İncelenmesi: İdrar örneğindeki hücrelerin (epitel hücreleri, lipitler, parazit, lökosit), mantar, bakteri, kristaller ve diğer mikroskopik bileşenlerin belirlenmesidir.



BİLGİ NOTU

Keton: Yağ asidinin bölünmesinden sonra ortaya çıkan yan ürünlerdir. Sağlıklı bir insanın idrarında önemsiz denecek kadar az bulunur. Ketonun idrarda yüksek olması böbrek ve karaciğer hastalıklarının habercisi olabilir.

Nitrit: Bakteriler tarafından oluşturulan nitrit, idrarda bakterinin fazla olduğunun göstergesidir.

Sağlıklı bir bireyin idrarının sarı ve berrak bir görünümde olması beklenir. Sağlıklı idrar numunesinde bulunması gereken referans değerler Tablo 4.1’de verilmiştir.

Tablo 4.1: Sağlıklı Bir İdrar Numunesinde Bulunması Gereken Referans Değerler

Parametre	Referans Değeri
pH	4,5-8 arası
Konsantrasyon (Dansitesi)	1,005-1,025 arası
Glukoz (Şeker)	<130 mg/dL
Kan	3-4 eritrosit normal
Protein	<150 mg/gün normal
Lökosit	2-5 lökosit normal
Epitel	15-20 yassı epitel normal
Kristal	Nadir oksalat kristaller
Keton, Nitrit, Bakteri, Mantar Hücresi	Görülmemeli
Lökosit	Negatif
Bilirubin	Negatif
Ürobilinojen	0,5-1 mg/dL



SIRA SİZDE

Aşağıda verilen kutucuklara idrar örneğinde bulunabilecek bileşenleri yazınız.

İDRAR ANALİZÖR CİHAZLARI

4.1.2. İdrar Analizör Cihazının Temel Bileşenleri

İdrar analizörleri, numune hazırlama biriminden başlayarak sıvı taşıma sistemleri ve kimyasal reaktörler aracılığıyla idrar örneklerini işler. Optik okuma sistemleri, numunedeki bileşenleri belirlemek için kullanılırken veri işleme birimi analiz sonuçlarını işleyerek kullanıcıya sunar. Kullanıcı arayüzü, işlemleri kolaylaştırmak için tasarlanmış ekran ve kontrol mekanizmalarını içerir. Ayrıca otomatik kalibrasyon ve bakım modülleri, cihazın doğruluğunu ve verimliliğini artırmak için önemli bir rol oynar. Bu bileşenlerin etkili entegrasyonu, idrar analizinin güvenilirliğini ve hızını büyük ölçüde artırır. Klinik uygulamalarda kritik bir araç hâline gelen idrar analizörünün genel bileşenleri aşağıda verilmiştir.

Örnek (Numune) Yükleme Sistemi: İdrar örneklerinin cihazın analiz bölgesine otomatik veya manuel olarak yerleştirilmesini sağlar.

Kimyasal Analiz Bölgesi: İdrardaki belirli maddeleri (glukoz, protein, pH, keton, sıvı yoğunluğu vb.) ölçen reaktif şeritlerin kullanıldığı bölümdür. Numune, bu reaktiflerle temas ettirildiğinden renk değişimleri gözlemlenerek sonuç elde edilir.

Optik Sensörler: Kimyasal analiz bölümünde meydana gelen renk değişimlerini tespit eden sensörlerdir. Bu sensörler, fotodiyot ya da photomultiplier tüpe (foton çoğaltıcı tüp) kullanılarak çalışır.

Dijital İşlemci: Analiz sonuçlarını hesaplayan ve verileri işleyen bilgisayar sistemi veya mikrodenetleyicidir. Sonuçların yorumlanmasını ve raporlanmasını sağlar.

Veri Yönetim Sistemi: Analiz edilmiş verilerin kaydedilmesi, depolanması ve laboratuvar bilgi sistemleriyle (LBS) entegrasyonu için kullanılan yazılımdır.

Kalibrasyon ve Test Modülleri: Cihazın doğruluğunu sağlamak için düzenli kalibrasyon gerektiren bölümlerdir. Farklı testler için referans materyalleri kullanılarak cihazın doğruluğu kontrol edilir.

Giriş Çıkış Arayüzü: Kullanıcıların cihazla etkileşimde bulunmasını sağlayan ekran ve tuş takımı gibi bileşenlerdir. Kullanıcı arayüzü, analiz sonuçlarının görüntülenmesi ve kullanılacak testlerin seçilmesi açısından önemlidir.

Temizlik ve Bakım Sistemleri: Cihazın düzenli bakımının yapılmasına yardımcı olmak için tasarlanmış otomatik temizleme sistemleridir.

4.1.3. Kimyasal ve Mikroskopik Analiz Yöntemi



Görsel 4.2: İdrar stribi

Kimyasal (strip) analiz yönteminde, incelenecek parametreler için idrar stripleri (Görsel 4.2) kullanılır. İdrar striplerinin yapısında reaktif emdirilmiş pedler bulunur. Strip çubuğu idrar örneğine batırılır. İdrarda bulunan farklı yapıdaki bileşenler bu reaktiflerle tepkimeye girerek idrar stribinin üzerinde bulunan renk skalasında renk değişikliğine neden olur.

**BİLGİ NOTU**

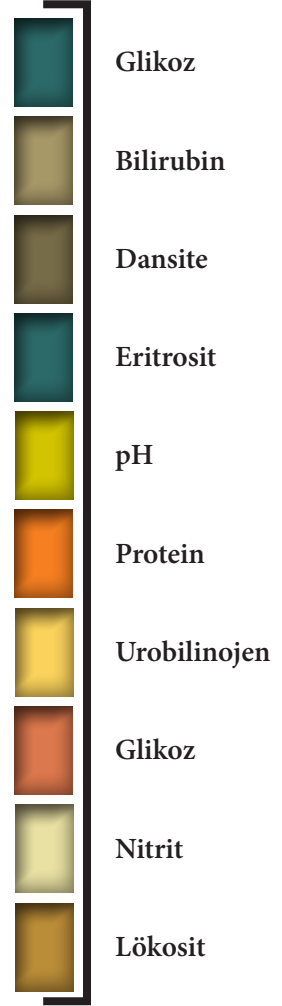
Reaktif, belirli bir bileşik ile tepkimeye girerek o bileşiğin varlığını ve miktarını belirlemeyi sağlayan bileşiktir. Aynı zamanda tepkime sonunda yeni bir ürün elde edilmesini sağlayarak bir ayraç olarak kullanılır.

İdrar stripleri incelenecek parametrelere göre standardize edilmiştir (Görsel 4.3). Bu striplerde incelenen parametreler; lökosit, nitrit, ürobilinojen, protein, pH, eritrosit, dansite, keton, bilirubin ve glukozdur. İdrarda araştırılan bu parametrelerin varlığı, idrar sribinin renk skalasında değişikliklere neden olur. Striplerdeki reaktifler ester ve diazonyum tuzu içerir. İdrar sribinde oluşacak renk değişimine örnek olarak, ester, lökosit ile etkileşime girip hidrolize olur. Ayrıca alkol ve asit oluşturur. Daha sonra ortaya çıkan alkol, diazonyum tuzu ile birleşir. Bu etkileşim sonucunda mor renk ortaya çıkar. İdrar sribinde mor rengin ortaya çıkması, idrarda lökosit varlığının kanıtıdır.

**SIRA SİZDE**

Aşağıdaki tabloda idrar sribi ile ölçülebilen parametrelerin strip boşken ve patolojik idrar hâlindeyken hangi renkte çıktığını ilgili satıra yazınız.

Parametre	Strip Boşken	Patolojik İdrar
Glukoz		
Bilirubin		
Keton		
Dansite		
Eritrosit		
pH		
Ürobilinojen		
Nitrit		



Görsel 4.3: Standardize edilmiş idrar sribi

**BİLGİ NOTU**

Vücuttaki herhangi bir işlev bozukluğunun nedeni, strip yöntemi kullanılarak ve idrarın bileşimi değişmeden tespit edilir. Strip kullanımı kolay, hızlı ve pratik bir yöntemdir.

İDRAR ANALİZÖR CİHAZLARI

Mikroskopik Analiz Yöntemi: İdrarın mikroskopik yöntemle analiz edilmesi için öncelikle idrar sedimenti hazırlanır. Bir santrifüj tüpüne bir miktar idrar konur. İdrar, dakikada 1500 ile 2000 devir yapabilen bir santrifüj cihazında 3-5 dakika santrifüj edilir. Tüpün altında kalan çökelti **idrar sedimenti** olarak ifade edilir. Lam üzerine tüpün dibinde kalan çökeltiden bir miktar damlatılarak mikroskop ile inceleme yapılır. Mikroskopik analiz yönteminde idrar sedimentinde; kan hücreleri, epitel hücreler, silenderler, kristaller, bakteri, mantar ve parazit hücreleri gibi yapılar görülebilir.



BİLGİ NOTU

Silender, hücresel kalıntılar ve proteinlerin birikmesiyle oluşan silindirik şeklindeki yapılardır.

4.1.4. İdrar Analizör Cihazının Kurulacağı Ortamın Özellikleri

Günümüzde birçok sağlık kuruluşunda tam otomatik idrar analizör cihazları kullanılmaktadır. İdrar analizör cihazının kurulacağı ortamda bulunması gereken özelliklerin başlıcaları şunlardır:

- Analizörün arkasında, sağ ve sol tarafında en az 50 cm boşluk olmalıdır.
- Analizörün ön kısmı ile diğer cihazlar arasındaki mesafe 100 cm'den az olmamalıdır.
- Ortamda, atık sıvı kabı için uygun bir yer olmalıdır.
- Analizör cihazının çalışması için ihtiyaç duyulan güç kaynakları 100-240 V ile 50-60 Hz aralığında olmalıdır.
- Analizörün güvenli çalışması için aynı prize birden fazla (etüv, buzdolabı vb.) cihaz bağlanmamalıdır.
- Analizörün priz bağlantısı topraklama özelliğine sahip olmalıdır.
- Cihaz, sabit ve düz bir zemine yerleştirilmeli ve aynı ortamda santrifüj gibi titreşimli cihazlar bulunmamalıdır.
- Cihaz; gün ışığı, nem ve/veya aşırı ısıya maruz kalmayacak şekilde konumlandırılmalıdır.
- Cihazın en ideal çalışma sıcaklığı 20-25 °C ve en uygun nem seviyesi %30-%75 aralığında olmalıdır.
- Cihazın çalışma ortamı gerektiğinde uygun şekilde havalandırılabilir olmalıdır. Ancak havalandırma ekipmanı, cihaza doğrudan hava akışı vermemelidir. Bu durum cihazdaki test sonuçlarını etkileyebilir.



BİLGİ NOTU

İdrar analizörlerinin montaj iş ve işlemlerinin yapılacağı alanının temiz olması, cihazın kontaminasyon riskini azaltır. Biyolojik numune örnekleriyle çalışılan tıbbî cihazlarda kontaminasyon riskinin hesaplanarak ortam şartlarının hazırlanması gerekmektedir.

4.1.5. İdrar Analizör Cihazının Elektriksel Özellikleri

Sağlık kuruluşlarında farklı marka ve modelde idrar analizör cihazları mevcuttur. Dolayısıyla cihazların elektriksel özellikleri farklılıklar gösterebilir. Bu konudaki en sağlam kaynağın ciha-za ait kullanım kılavuzu olduğu unutulmamalıdır. Genel bir otomatik idrar analizör cihazının elektriksel özellikleri Tablo 4.2’de verilmiştir.

Tablo 4.2: Bir İdrar Analizörünün Elektriksel Özellikleri

Parametre	Referans Değeri
Güç kaynağı	220 V (Volt) AC (Alternatif Akım)
Frekans	50 Hz (Hertz)
Güç	300 W (Watt)
Trafo	250 V (Volt), 2 A (Amper) değerinde izolasyonlu trafo

4.1.6. İdrar Analizör Cihazının Montajında Dikkat Edilecek Hususlar

İdrar analizör cihazının montajı, uzman kişilerce ve kullanım kılavuzu dikkate alınarak yapılmalıdır. Cihaz düz ve sabit bir çalışma masasına konulmalıdır. Cihazın yakınında güçlü elektromıknatıslar, kimyasal ve yanıcı gazlar bulunmamalıdır. Cihaz doğrudan gün ışığına maruz kalmayacak, nemden ve yüksek sıcaklıktan korunacak şekilde konumlanmalıdır. Cihazın kurulumunda aşağıdaki işlem basamakları uygulanmalıdır.

- İdrar analiz cihazı ve aksesuarları paketlerinden çıkarılır. Cihaz ve aksesuarlar kontrol edilir. Herhangi bir hasar veya eksiklik durumunda cihaz tedarikçisiyle iletişime geçilir.
- Genellikle sağlık kuruluşlarında kullanılan tam otomatik idrar analizör cihazı, tedarikçisinden ana makine ve numune taşıyıcı olmak üzere iki parça hâlinde gelir. Öncelikle numune taşıyıcı, ana makineye bağlanır. Numune taşıyıcının alt kısmında dört tane ayak standı vardır. Bu ayak stantları çıkarılır. Numune taşıyıcının üst kapak bileşeni sökülür. Stant delikleri, ana makinede montajlanacak bölgeye monte edilir ve somunu sabitlemek için sıkıca vidalanır.
- Ana makinedeki hareketli rafı sabitleyen naylon bağlama kayışı çıkarılır. Taşıyıcı, analizörün önüne monte edilir ve ana bilgisayardaki soketlerle bağlantı kurulumu yapılır.
- Bazı cihazlarda atık sıvı varili bulunur. Cihazda atık sıvı varili varsa cihazın arka kapağından atık sıvı borusu çıkarılır ve atık sıvı varili ile bağlantısı kurulur. Bu sırada atık sıvı borusunun bükülmesi önlenmelidir. Atık sıvı borusunun bükülmesi, cihazda tıkanıklığa neden olur.
- Cihazda yazıcı sistemi ve bu sistemde kullanılan termal baskı kâğıdı bulunur. Genellikle genişliği 57 mm ve çapı 45 mm’den küçük olan termal baskı kâğıdı seçilir. Yazıcı kapağının kilidi açılarak termal yazıcı kâğıdı yerine yerleştirilir.
- Topraklama sistemi kontrol edilerek sistemin elektriksel güç bağlantısı yapılır.
- Test sonuçlarının bilgisayarda görülmesi için cihaz ile bilgisayar bağlantısı kurulur. İletişim kablosu cihazda COMI seri portuna, bilgisayarda COMI portuna bağlanır.

İDRAR ANALİZÖR CİHAZLARI



Görsel 4.4: Strip ünitesinde barkod okuyucu

- Cihazda numunelerin tanıtılması için barkod okuyucu bulunmaktadır. Barkod okuyucu (Görsel 4.4), kılavuzda belirtildiği gibi yerine takılır. Tam otomatik bir idrar analizöründe hem strip hem de mikroskopi ünitesinde barkod okuyucu bulunur. Barkod okuyucu ile idrar analiz cihazı arasında kablo aracılığıyla bağlantı kurulur. Barkod okuyucuya veri kablosu bağlanır, veri kablosunun diğer ucu cihazın barkod okuyucu portuna bağlanır.
- Bağlantı işlemleri tamamlandıktan sonra cihaz çalıştırılır. Cihaz açıldığında ekranda “Kalibre ediliyor.” mesajı görünür. Otomatik olarak yapılan bu kontrol başarı ile tamamlanırsa cihazda ana menü görünür.

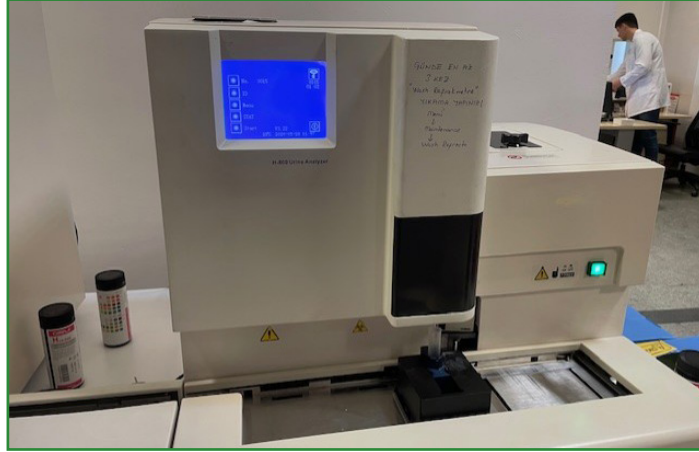


SIRA SİZDE

İdrar analizör cihazının montajını, cihazın kurulacağı ortam şartlarını göz önünde bulundurarak sınıfta arkadaşlarınıza anlatınız.

4.2. İDRAR ANALİZÖR CİHAZININ KİMYASAL (STRİP) ANALİZ ÜNİTESİ

Tam otomatik idrar analizörleri, strip ünitesi (Görsel 4.5) ve mikroskobik analiz yapan mikroskopi ünitesi olmak üzere iki temel bileşenden oluşur.



Görsel 4.5: Otomatik idrar analizöründe strip ünitesi

Strip Testleri (Reaktif Şeritleri): İdrar örneğindeki kimyasal bileşenleri belirlemek için kullanılan bir test aracıdır. Bu şeritler, belirli maddelere karşı duyarlı kimyasal reaktörler içerir. İşleyişi şu şekildedir:

1. **Maddenin Belirlenmesi:** İdrar örneği, bu reaktif şeritleri içeren bir test alanına daldırılır. Şerit üzerindeki reaktörler, örnekte bulunan spesifik maddelere yanıt olarak renk değiştirir.

- 2. Renk Değişimi:** Her madde için önceden belirlenmiş bir renk kodu vardır. Örneğin glukoz, protein, pH değerleri ve keton gibi bileşenlerin seviyelerini belirlemek için kullanılan farklı reaktörler kullanılır. Bu reaktörler idrarla temastan sonra belli bir süre bekletilirse renk değiştirir.
- 3. Optik Analiz:** Cihaz, strip üzerindeki farklı renkleri taramak için optik sensörler kullanır. Bu renk değişimlerini okuyarak bileşenlerin konsantrasyonunu dijital olarak ölçer ve sonuçları raporlar.

Mikroskopik Analiz: İdrar örneğindeki hücresel ve partiküler bileşenlerin incelenmesi için kullanılır. Bu bölüm, örneğin daha fazla görsel analiz gerektiren bileşenlerini değerlendirmek amacıyla aşağıdaki özelliklere sahiptir.

- 1. Hücre İncelemesi:** İdrardaki beyaz kan hücreleri (lökositler), kırmızı kan hücreleri (eritrositler), epitel hücreleri, kristaller ve mikroskop altında görülebilecek diğer hususların varlığını ve sayısını tespit eder.
- 2. Otomatik Mikroskop:** Tam otomatik analizörler, örneği otomatik olarak hazırlayıp mikroskop altında görüntüleyerek analiz yapar. Cihaz, belirli parametreleri (örneğin, hücre sayısı ve türleri) otomatik olarak algılar ve raporlar.
- 3. Sonuçların Değerlendirilmesi:** Mikroskopik inceleme sonuçları, örneğin sıvı yollarındaki enfeksiyonlar, böbrek hastalıkları ve diğer sağlık sorunlarıyla ilgili bilgi sağlar.



BİLGİ NOTU

Tam otomatik idrar analizörleri, hem kimyasal bileşenlerin hızlı bir şekilde analizi (strip testleri) hem de mikroskopik detayların incelenmesi (mikroskopik analiz) için etkili bir sistem sunar. Bu modüle **mikroskopi ünitesi** de denir. Bu iki yöntem, idrar analizinin kapsamını genişleterek daha kesin ve kapsamlı tanıya yardımcı olur. İki sistemin birleşimi, hastalıkların erken teşhisi ve izlenmesi için önemli bir rol oynamaktadır.

4.2.1. Manuel ve Otomatik Strip Okuyucu Cihazlar

Manuel strip okuyucular kullanıcının, test stripleri üzerindeki renk değişikliklerini görsel olarak değerlendirmesi prensibine göre çalışır. Kullanıcı, test stripini numuneyle temas ettirir ve belirli bir süre bekler. Daha sonra stripteki renk değişikliklerini çıplak gözle veya bir renk ölçeği kullanılarak karşılaştırır. Bu yöntem deneyimli kullanıcılar tarafından uygulanmalıdır. Kullanıcılar deneyimsiz olduğunda hata riski yüksektir ve tutarlı sonuçlar elde edilemez.

Otomatik strip okuyucular, test striplerindeki sonuçları otomatik olarak okur ve dijital bir ekranda gösterir. Kullanıcı, test stripini cihaza yerleştirir ve cihazın talimatlarını takip ederek testi başlatır. Cihaz, strip üzerindeki reaksiyonları ve reaksiyonlara bağlı renk değişikliklerini sensörler aracılığıyla algılayarak değerlendirir. Bu yöntemde, kullanıcı kaynaklı hata riski düşüktür ve daha tutarlı sonuçlar elde edilir. Otomatik strip okuma yöntemi, manuel strip okuma yöntemine göre daha hızlı çalışır.

İDRAR ANALİZÖR CİHAZLARI

4.2.2. Strip Alma Haznesi ve Strip Taşıma Ünitesi

Tam otomatik idrar analizör cihazında neredeyse tüm işlemler el değmeden otomatik şekilde yapılır. Cihazın üst kısmında kapaklı ve idrar striplerinin konulduğu bir hazne bulunur (Görsel 4.6). Bu hazneye **strip alma haznesi** denir. Haznenin içinde ince derinlikte bir strip yuvası vardır (Görsel 4.7). Stripler, bu yuvaya yerleştirilir. Bu hazne ön tarafında bulunan bir dişli ve kayış sistemi (Görsel 4.8) ile çalışır. Dişli sisteminin hareketiyle strip alma haznesi aşağı ve yukarı yönde hareket eder.



Görsel 4.6: Strip alma haznesi



Görsel 4.7: Yuvasa yerleştirilmiş bir idrar stribi ve sağ tarafındaki metal tırnaklar



Görsel 4.8: Strip alma haznesindeki dişli ve kayış sistemi



BİLGİ NOTU

Stripler, strip haznesine siyah renkli tarafları cihazın arkasına gelecek şekilde yerleştirilmeli ve işlem bitince stripler haznedeki çıkarılmalıdır.

4.2.3. Strip Alma ve Taşıma Ünitelerinde Görülebilecek Olası Arızalar

Strip alma ve strip taşıma üniteleri bir dişli ve kayış sistemi ile çalışır. Bu dişli ve kayış sisteminde meydana gelebilecek bir sorun, cihazın çalışmasını olumsuz etkiler. Bu nedenle cihazın mekanik aksamı kontrol edilmeli ve düzenli olarak bakım yapılmalıdır. Genellikle dayanıklı ve uzun ömürlü olan bu kayışlar, yırandığında mutlaka değiştirilmelidir.

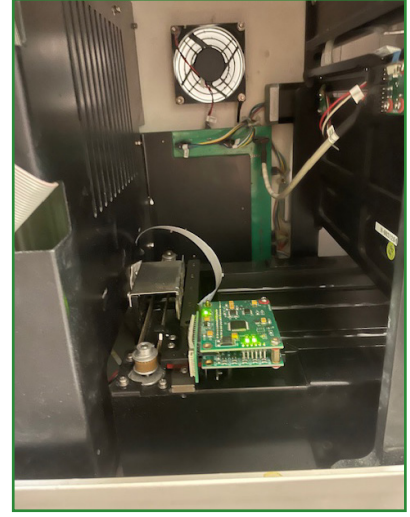
Strip alma haznesine fazla miktarda strip koyulduğunda stripler sıkışır ve strip atımı yapılamaz. Bu nedenle hazneye uygun miktarda strip koyulmalıdır. Stripler, siyah renk yukarıya gelecek şekilde yerleştirilmelidir.

Strip haznesindeki tırnak denilen yapılar, switch [siviç (anahtar)] mantığı ile çalışır. Bu anahtar mekanizmasında bir sorun olursa tırnaklar çalışmaz ve stribin, strip taşıma ünitesine geçişi sağlanamaz.

4.2.4. Strip Okuma Ünitesi

Tam otomatik idrar analizör cihazında strip taşıma ünitesiyle taşınan striplere pipetler vasıtasıyla idrar numunesi damlatılır. Böylece strip ile idrarın teması sağlanır. Reaktif şeridinin yapısındaki maddeler ile idrar kimyasal reaksiyona girer. Bu reaksiyona bağlı olarak reaktif bloklarında renk değişimi görülür. Bu sırada reaktif şeridinin üzerine beyaz ışık yansıtılır. Reaktif bloktaki renk derinliği ışığın yansımaları ve idrardaki çeşitli bileşenlerin yoğunluğu ile orantılıdır.

Şerit beyaz ışıkla aydınlatılır ve yansıyan ışık bir optik sensör olan fotoelektrik sensör tarafından algılanır. Algılanan sinyaller sayısallaştırılır ve bu sinyaller bilgisayarın işlemcisine (CPU) gönderilir. Bu görüntüler, işlemci tarafından yorumlanarak idrarın içeriğindeki biyokimyasal bileşenler belirlenir. Tam otomatik idrar analizöründe strip okuma ünitesi, içinde sensör, entegre ve elektronik elemanların bulunduğu elektronik bir kart (Görsel 4.9) ile kontrol edilir.



Görsel 4.9: Strip okuma ünitesinin elektronik kartı



BİLGİ NOTU

Reaktif şeridinde renksiz ve boş bir blok bulunur. Bu blok, idrar renginde veya idrar analiz cihazında ortaya çıkan hataların belirlenmesi için kullanılır.



SIRA SİZDE

Tam otomatik idrar analizöründe strip ünitesinin bölümlerini ve çalışma prensibini anlatınız.

4.2.5. Kalibrasyon Stribi ve Kalibrasyon İşlemi

Tam otomatik idrar analizörü cihazında kalibrasyon işlemleri cihaz tarafından otomatik olarak yapılır. Cihazın ilk kalibrasyonu, üretimden sonra tedarikçi firma tarafından yapılır. Sağlık kuruluşu, kurulumu tamamlanan cihazı kullanmadan önce tedarikçi firmaya cihazın kalibrasyonunu yaptırmalıdır.

Cihazda, ölçülen parametrelerin hastaların değerlerini doğru ve güvenilir yansıttığını belirlemeyi sağlayan kalite kontrol [quality control (kualite kontrol)] testleri yapılır. Kalite kontrol testleri şu durumlarda yapılır:

- Günlük yapılacak tahlillerden önce,
- Şerit tüplerinin değiştirilmesinden sonra,
- Operatör değişikliklerinden sonra şeklindedir.

İDRAR ANALİZÖR CİHAZLARI

Kontrol Maddesi Testi: Kontrol testi sırasında hem negatif hem de pozitif kontrol maddeleri kullanılır. Negatif kontrol, analizde herhangi bir kimyasal reaksiyonun olmadığını, pozitif kontrol ise cihazın doğru sonuçlar üretip üretmediğini kontrol etmek için uygulanır. Cihazda aynı kontrol maddesi birkaç defa analiz edilir.

Sonuçlar arasındaki tutarlılık değerlendirilir. Sonuçların tutarlı ve doğru olması, cihazın düzgün çalıştığının bir göstergesidir. Kalite kontrol testlerinden geçemeyen cihaz, kalibrasyon uyarısı verir. Cihazın kalibrasyonu için kalibrasyon stribi (kalibrasyon şeridi) ve özel solüsyonlar kullanılır.

Kalibrasyon Stribi: Cihaza tanımlanmış ve sabit yansıtma özelliğine sahip, plastik, beyaz standart şeritlerdir. Bu strip, cihazdaki optik sistemin durumunu (işlevini yerine getirip getiremediğini) ve cihazın diğer iç koşullarındaki değişikliklerin belirlenmesi için kullanılır. Kalibrasyon stripleri tedarikçi firma tarafından gönderilir. Bu stripler kullanılma zamanına kadar şişesinde kalmalı, kullanım zamanından önce açılmamalıdır. Stripler sadece bir kez kullanılmalıdır.

Kalibrasyon yapılmadan önce sribin koyulduğu plakanın temiz ve kuru olması gerekir. Kalibrasyon şeridi suya veya başka bir sıvıya batırılmamalıdır. Strip kirlendiyse veya hasar gördüyse kullanılmamalı, tedarikçi firma ile iletişime geçilmelidir.

Kalibrasyon Solüsyonları: Cihazın doğru ölçüm yapıp yapmadığının belirlenmesi için kullanılan referans değerlere sahip özel solüsyonlardır.

İdrar analizör cihazının kalibrasyonu, kalibrasyon stribi ve referans değerleri bilinen özel solüsyonlar kullanılarak cihaz tarafından otomatik olarak yapılır. Cihazdaki kalibrasyon işlemi, bulanıklık ölçümü, renk ölçümü, yoğunluk ölçümü gibi parametlerin ölçümlerini kapsar.

Kalibrasyon stribi, strip haznesine belirtilen yönde sribin pedleri yukarı bakacak şekilde yerleştirilir ve cihazın menü kısmından kalibrasyon tuşuna basılır. Cihaz, “Kalibrasyon yapılıyor.” uyarısı verir ve ölçüm yapar. Solüsyon değerleri ile cihazda okunan değerler kabul edilebilir ölçüde ise cihaz “Kalibrasyonu geçti.” uyarısı verir. Solüsyon değerleri ile cihazda okunan değerler aynı değilse ekranda kalibrasyonun geçersiz veya hatalı olduğuna dair bir mesaj görülür.



BİLGİ NOTU

İdrar analizör cihazının strip ünitesi günde en az üç kez yıkama işlemine tabi tutulmalıdır. Bu işlem cihaz tarafından otomatik yapılır.



SIRA SİZDE

İdrar analizörü cihazında kalibrasyonu ve kalibrasyon sribinin önemini arkadaşlarınıza anlatınız.

4.3. İDRAR CİHAZININ MİKROSKOBİK ANALİZ ÜNİTESİ

İdrarın mikroskopik incelenmesi; idrardaki çeşitli partiküllerin, kan hücrelerinin, epitel hücrelerin, kristallerin, bakteri, silindir, sperm, maya, mukus gibi yapıların tespit edilmesini sağlar. Günümüzde idrarın mikroskopik incelenmesi, tam otomatik cihazlarda yapılmaktadır.

4.3.1. İdrar Analizörü Cihazının Mikroskopi Ünitesi ve Çalışma Prensipleri

İdrarın mikroskopi ile incelenmesi, içindeki parçacıkların tespit edilmesi esasına dayanır. Buna **idrар sediment analizi** denir. İdrarın sediment analizinin otomatik olarak yapılması üç farklı yöntemle olur. Farklı marka ve modeldeki cihazlarda bu yöntemlerden bazıları kullanılır. Sözü edilen yöntemler aşağıda açıklanmıştır.

Floresan Akış Sitometrisi: Bu yöntem, akan bir sıvının içindeki hücrelerin özelliklerinin incelenmesi esasına dayanır. Mikroskopi ünitesi hidrodinamik olarak yönlendirilen bir sisteme sahiptir. Bu sistemde iki ve üç yönlü selenoid valfler kullanılarak idrarın kanallar boyunca yönlendirilmesi sağlanır. Floresan akış sitometrisi yönteminde, idrar kanallardan geçerken floresan boya ile boyanır. Bu işlemde, partiküllerin daha net incelenip görüntülenmesi amaçlanmaktadır. Boyanan numune, akış hücresinden [flowcell (filovsel)] geçirilir. Akış hücresi **kılcal tüp** şeklinde dar bir yapıdadır. İncelenecek numunenin tek sıra hâlinde buradan geçmesi sağlanır. İdrarın akış hücresinden geçişi sırasında akış hücresine lazer ışını tutulur. Boyanan partiküllerden ışık saçılımı olur. Bu ışık saçılmaları fotodetektörler tarafından algılanıp elektrik sinyallerine dönüştürülür. Bu sinyaller bilgisayar ortamında yorumlanarak partiküllerin boyutu, yüzeyleri ve iç çapı hakkında bilgilere ulaşılır.

Dijital Görüntülemeyle Otomatik Parçacık

Tanımlama: Santrifüj edilmeyen idrarın, otomatik partikül tanımlama (APR) teknolojisi kullanılarak gerçek mikroskopik görüntülerine göre analiz edilmesi yöntemidir. İncelenecek numune bir akış hücresinden geçirilir ve bu akış hücresini görece şekilde ortama bir mikroskop konumlandırılır (Görsel 4.10). Akış hücresinden geçen numunedeki partiküller mikroskopla incelenir. APR yazılım teknolojisi ile idrar partikülleri doku, kontrast, şekil, boy gibi özelliklerine göre incelenip sınıflandırılır. Bu dijital görüntüleme sisteminde numune başına yaklaşık 500 görüntü oluşturulur.



Görsel 4.10: Akış hücresinden geçirilen numunenin mikroskopla incelenmesi

Otomatik Mikroskopiyle Dijital Görüntüleme: Bu analiz yönteminde incelenecek numune, özel olarak hazırlanmış küvetlerde santrifüjlenir. Santrifüj sonunda elde edilen sediment, ışık mikroskobu ile incelenir. İnceleme sırasında kullanıcı tarafından belirlenen sayıda numunenin görüntüsü çekilir. Dijital görüntüleme ve APR yazılımı kullanılarak idrar partikülleri sınıflandırılıp raporlanır.

İDRAR ANALİZÖR CİHAZLARI



BİLGİ NOTU

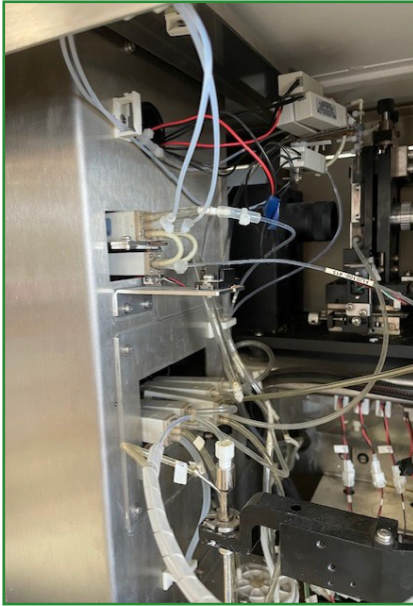
1. Otomatik mikroskopi ile dijital görüntüleme yönteminde 4x, 10x, 40x büyütme gücünde mikroskoplar kullanılır. Bu mikroskopların fokus ayarı bilgisayarda otomatik olarak yapılır.
2. Mikroskopta ışık kaynağı olarak genellikle halojen lambalar kullanılır.

4.3.2. Mikroskopi Ünitesinin Elemanları, Olası Arızalar ve Çözüm Yolları

Tam otomatik bir idrar analizör cihazında bulunan parçalar ve bu parçaların özellikleri; cihazın markası, modeli ve çalışma yöntemine göre farklılık gösterebilir. Genel olarak bu cihazlarda bulunan parçalar ile bu parçalarda görülebilecek arızalar ve çözüm önerileri aşağıda açıklanmıştır.

Motor: İdrar analizörünün mikroskopi ünitesinde genellikle step motorlar kullanılır. Bu motorlar dijital sinyallerle kontrol edilir ve adım adım döner. Her adımda sabit bir açı oranında dönme gerçekleşir. Bu durum hassas konum ayarlamalarına imkân sağlar.

Step motorlar, yüksek hızda ve uzun süreli çalıştırılırsa ısınır ve arıza verir. Motorun çalışmasında bir sıkıntı varsa elektrik bağlantıları kontrol edilir. Bir bağlantı hatası varsa giderilir. Motor nemli bir bölgede çalışıyorsa veya motora sıvı teması olursa motor arızalanır. Bu durumda öncelikle motor temizlenip kurutulmalıdır. Ancak motor kullanılamayacak kadar hasar almışsa yenisi ile değiştirilmelidir.

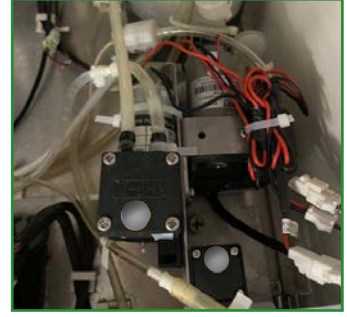


Görsel 4.11: Mikroskopi ünitesindeki valfler

Valfler: İdrar analizör cihazında hidrodinamik akışı sağlayan iki ve üç yollu selenoid valfler (Görsel 4.11) bulunur. Bu valfler idrarın farklı kanallara yönlendirilmesini sağlar. Sisteme elektrik verildiğinde valfler açılıp kapanarak sıvı akışını kontrol eder. Elektrik akımı verildiğinde selenoid valfler manyetik alan oluşturur. Bu manyetik alan, valfin içindeki manyetik materyali hareket ettirir. Böylece valf açılır veya kapanır. Valflerde manyetik bobin arızası görülebilir. Böyle bir durumda valf manyetik alan oluşturamaz ve açılıp kapanamaz. Arızanın giderilmesi için bobin kontrol edilir ve gerekliyse değiştirilir.

Valflerin etrafında yabancı cisim birikmesi veya katı bir cismin valfi tıkaması sonucu valfin hareketi kısıtlanır ve mekanizması bozulur. Bu durumda valf açılıp temizlenerek tıkanıklık giderilir. Tıkanıklık açılmayacak seviyedeysse valf değiştirilir. Valfler sıklıkla kontrol edilerek aşınma ve yıpranma olup olmadığı kontrol edilir ve gerekliyse yenisiyle değiştirilir.

Pompalar: Otomatik idrar analizörü mikroskopi ünitesinde atık pompası, basınç pompası, akış hücresine numune örneği ileten pompa gibi çeşitli pompalar (Görsel 4.12) bulunur. Bu pompalar, numuneleri iletilmek istenen bölgelere ulaştırır. Pompalarda basınç düşmesi gibi sorunlar olabilir. Bu durumda pompa bağlantılarının ve valflerin kontrol edilmesi gerekir. Ayrıca her cihazın kendi servis manuelinde belirtildiği şekilde ve düzenli olarak bakımı yapılmalıdır.



Görsel 4.12: Mikroskopi ünitesindeki pompalar

4.4. İDRAR CİHAZININ MİKROSKOBİK ANALİZ ÜNİTESİ

Pipetleme ünitesi, cihazın ön kısmında bulunur. Pipetleme ünitesinin ucunda tüpten idrarın alınmasını sağlayan numune alma probu bulunur. Bu prop idrar numunesini karıştırır. Cihazın marka ve modeline göre farklılık göstermekle beraber yaklaşık 1 ml numuneyi aspire eder. Pipetleme sistemi sağ, sol, aşağı ve yukarı yönde pipet sistemini hareket ettirebilen bir kol ile çalışır (Görsel 4.13). Bu kolun mekanizması dişli motorlara bağlıdır. Bu kol aracılığıyla numunenin idrar tüpünden alınıp diğer birimlere aktarılması sağlanır. Ünitenin ön kısmında küçük bir tüpte yıkama ünitesi bulunur. Her numune alımından sonra numune probunun bu yıkama ünitesine batırılarak temizlenmesi sağlanır. Yıkama ünitesindeki temizleme sıvısı özel bir solüsyondur ve cihazdan cihaza farklılık gösterir.

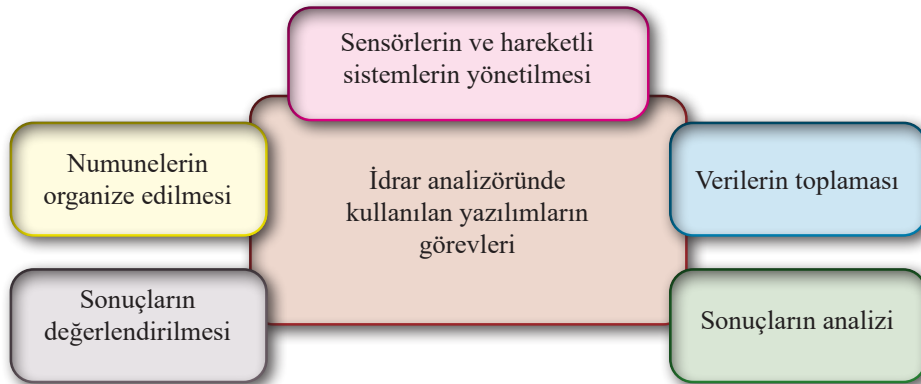


Görsel 4.13: Pipetleme ünitesi ve hareket mekanizması

4.5. İDRAR ANALİZÖR CİHAZLARINDA YAZILIM

Yaygın olarak kullanılan tam otomatik idrar analizör cihazlarının önemli bir bölümü yazılımlardır. Cihazlar, uygun yazılımlar sayesinde istenen analizleri gerçekleştirebilir.

İdrar analizör cihazlarında kullanılan yazılımlar, cihazın modeline ve üreticisine göre değişiklik gösterebilir. Uygun yazılım yüklenen idrar analizör cihazında yapılan işlemler Şema 4.1’de gösterilmiştir.



Şema 4.1: İdrar analizöründe yapılan işlemler

İDRAR ANALİZÖR CİHAZLARI

İdrar analizör cihazında genellikle aşağıdaki yazılım çeşitlerine ihtiyaç duyulur.

Cihaz İşletim Yazılımı: İdrar analizör cihazlarının içinde yer alan temel yazılım olup cihazın tüm işlevlerini yönetir. Bu yazılım; verilerin toplanmasını, sensörlerin çalışmasını ve cihazın kullanıcıya verdiği sonuçları yönetir.

Veri Analiz Yazılımları: İdrar analizör cihazları, ölçüm sonuçlarını analiz eden ve yorumlayan yazılımlarla donatılmıştır. Bu yazılımlar, kimyasal ve mikroskopik analizlerin yanı sıra sonuçların referans aralıklarıyla karşılaştırılmasını da sağlar.

Kalibrasyon ve Test Yazılımları: Bu yazılımlar, cihazın doğru ölçümler yapabilmesi için periyodik kalibrasyon ve test işlemlerini yönetir.

Raporlama ve Veri Görselleştirme Yazılımları: Analiz sonuçlarını grafik ve metin olarak sunan yazılımlardır. Kullanıcıya daha anlaşılır ve yorumlanabilir sonuçlar sunar.

4.5.1. İdrar Analizör Cihazlarının Bakımı

İdrar analizör cihazı, vücut sıvısı ölçümlerinde kullanıldığı için bakım ve temizliği oldukça önemlidir. Cihazın farklı bölümlerinde idrar kalıntılarının kalması hem cihazın çalışma performansını hem de yapılan testlerin doğruluğunu olumsuz etkiler. Önceki hastadan alınan numunedan kalıntılar içeren cihaz, bir sonraki numune için sağlıklı ve doğru veriler üretmez. Bu nedenle cihaz bakımının büyük bir kısmı cihazın temizliğinden oluşur. İdrar analizörünün temizliğinde aşağıdaki hususlara dikkat edilmelidir.

Öncelikle iş sağlığı ve güvenliği için gerekli önlemler alınır. Cihazın temizliği için fırça, emici pamuk, koruyucu eldiven ve distile (damıtılmış) su kullanılır. Marka ve modeline göre değişmekle beraber idrar analizör cihazı, belli bir test sayısına ulaştıktan sonra mutlaka temizlenmelidir. Belirtilen test sayısına ulaşan cihazların ekranında temizlik uyarısı belirir.

Reaktif Şerit Besleyicisinin Temizlenmesi: Şerit besleyicisinin kapağı açılır, iç kısımları fırça ile temizlenip şeritte bulunan çarkın temiz olduğundan emin olunur. Şerit besleyicinin üst kapağı açılır, reaktif konulan kısım dışarı çekilir ve yan yatırılır. Reaktif şerit mekanizmasını çalıştıran eksen olduğu fırça ile temizlenip cilalanır ve besleyici yerine tekrar takılır.

Atık Kutusunun Temizlenmesi: Atık kutusu, her gün su ile yıkanarak temizlenir. İdrar bulaşma riskine karşı temizlik esnasında koruyucu önlemler alınmalıdır.

Atık Solüsyon Varilinin Temizlenmesi: Atık solüsyon varili, koruyucu önlemler alındıktan sonra haftada en az bir defa su ile yıkanarak temizlenir.

Optik ve Sensörlerin Temizliği: Cihazın optik kısımları ve sensörleri, kirlenmeye karşı oldukça hassastır. Bu nedenle optik kısım ve sensörlerin çalışıp çalışmadığı belli aralıklarla kontrol edilir ve gerekliyse temizlenir.

Fiber Optik Sensör Aynasının Temizlenmesi: Fiber optik sensör aynası barkod okuyucuda bulunur. Bu ayna her hafta emici pamuk ile silinerek temizlenir. Temizliği ihmal edilen ayna, barkodu hatalı okur.

Filtrelerin Temizlenmesi: Cihazın içinde örnek filtresi ve temizleme sıvısının filtresi bulunur. Bu filtreler, yerlerinden çıkarılır ve filtrelerden cihazlara özgü temizleme sıvısı geçirilir. Temizleme sıvısını emen filtreler temizlenir. Filtrelerde yıpranma varsa yenisiyle değiştirilir.

Numune Yollarının Kontrolü: Numunelerin geçtiği kanalların tıkanıp tıkanmadığı kontrol edilir. Tıkanma yoksa bile kontrolden sonra gerekli temizlik işlemleri uygulanır.

Marka ve modele göre değişmekle beraber idrar analizörü cihazında bulunan (motor, valf, pompa, dişli sistemi, kayış vb.) parçalar sık sık kontrol edilmelidir. Yıpranma ve aşınmaları düzeltilemez seviyede olan parçalar, yenisiyle değiştirilir. Varsa güç kaynağı arızaları anında giderilerek cihaz kullanıma hazır hâle getirilir.



SIRA SİZDE

İdrar analizörü cihazının bakım faaliyetleri için yapılması gerekenleri maddeler hâlinde aşağıda boş bırakılan alana yazınız.

4.5.2. İdrar Analizör Cihazlarında Fonksiyon Testi

İdrar analizör cihazlarında fonksiyon testleri, cihazın doğru ve güvenilir sonuçlar vermesini sağlamak amacıyla periyodik olarak yapılır. Bu testler, olası hataları tespit etmek ve cihazın en iyi performansla çalıştığından emin olmak için gerçekleştirilir. İdrar analizörü cihazlarında yapılan fonksiyon testleri şunlardır:

Kullanıcı Arayüzü ve Yazılım Testi: Cihazdaki kullanıcı arayüzü, veri girişi ve analiz sonuçlarının görüntülenmesi gibi yazılım fonksiyonlarının doğru çalıştığından emin olmak için kontrol edilir. LIMS veya HBYS gibi sistemlerle entegre çalışma söz konusu ise bu birimlerin de test edilmesi gerekmektedir. Ayrıca cihazın herhangi bir hata durumunda doğru alarm verip vermediği de kontrol edilir. Yazılımın hata kodları üretmesi ve kullanıcıya doğru uyarılar vermesi sağlanır.

Fonksiyon testi sırasında elde edilen sonuçlar, cihazın referans değerleri ile karşılaştırılır. Herhangi bir sapma veya anormallik varsa cihazın kalibrasyonu yeniden yapılır veya arıza formu oluşturulup teknik destek talep edilir.



SIRA SİZDE

Herhangi bir marka ya da modele ait idrar analizör cihazının servis kılavuzunu temin ediniz. Bu kılavuza göre cihazın, servis modunda çalışma şeklini anlatan bir sunum hazırlayınız. Çalışmanızı sınıfta sergileyerek arkadaşlarınızın çalışmalarıyla karşılaştırınız.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

A) Aşağıdaki cümlelerde geçen yargılar doğru ise parantez içine “D” yanlış ise “Y” yazınız.

- (...) 1. İdrar analizör cihazı, idrar örneklerinde fiziksel özellikleri ölçer.
- (...) 2. İdrar analizörlerinde kullanılan test çubukları, renk değişimi prensibine dayanarak çalışır.
- (...) 3. İdrar analizör cihazı, analiz sonrası elde edilen sonuçları otomatik olarak siler.
- (...) 4. İdrar analizöründeki motorlar yalnızca elektrikle çalışır.
- (...) 5. İdrar analizörlerinde kullanılan motorlar, test çubuklarının otomatik olarak yerleştirilmesi için kullanılır.

B) Aşağıdaki cümlelerde yer alan boşlukları uygun ifadelerle doldurunuz.

6. Glukoz testi, idrarda yüksek seviyelerinin tespit edilmesi için gerçekleştirilir
7. İdrar analizör cihazının priz bağlantısı olmalıdır.
8. İdrar analizör cihazı, olarak önce numune hazırlama işlemi gerçekleştirir.
9. Hücre kalıntıları ve proteinlerin birikmesiyle oluşan silindirik şeklindeki yapılara denir.
10. Cihaz, analiz sırasında numunedeki farklı bileşenlerin ölçerek sonuçları elde eder.
11. İdrar analizörü genellikle kullanarak renk değişimlerini algılar.

C) Aşağıdaki soruların doğru cevabını işaretleyiniz.**12. İdrar analizör cihazı aşağıdakilerden hangisini ölçmek için kullanılır?**

- A) Kan basıncını
- B) Vücut sıcaklığını
- C) İdrardaki fiziksel ve kimyasal bileşenleri
- D) Solunum hızını
- E) Nabız hızını

13. İdrar analizör cihazında, test sonuçlarının görüntülediği bölüm aşağıdakilerden hangisidir?

- A) Test çubuğu bölümü
- B) Ekran paneli
- C) Numune kabı
- D) Kalibrasyon bölümü
- E) Strip ünitesi

14. İdrar analizör cihazında test çubuklarının yerleştirildiği ve cihaz tarafından otomatik olarak okunduğu bölüm aşağıdakilerden hangisidir?

- A) İdrar deposu
- B) Kalibrasyon bölümü
- C) Test çubuğu yerleştirme bölümü
- D) Sıvı pompa sistemi
- E) Valf sistemi

15. İdrar analizöründe, numunenin analizi sırasında renk değişimlerini algılayan bölüm aşağıdakilerden hangisidir?

- A) Fotometre
- B) Yazıcı bölümü
- C) Numune kabı
- D) Pompa ünitesi
- E) Motor ünitesi

Ç) Aşağıda verilen soruların cevabını boş bırakılan alana yazınız.


16. İdrar analizör cihazının kurulacağı ortamın şartları nelerdir?

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

17. İdrar analizör cihazının mikroskopi ünitesinde bulunan bileşenleri açıklayınız.



**18. İdrar analizör cihazında hidrodinamik akışı sağlayan birime hangi ad verilir?
Bu birimindeki elemanın çalışma prensibini yazınız.**





MİKROBİYOLOJİ CİHAZLARI

KONULAR

- 5.1. MİKROBİYOLOJİ LABORATUVARININ TEMELLERİ
- 5.2. MİKROBİYOLOJİ LABORATUVARINDA KULLANILAN YARDIMCI CİHAZLAR
- 5.3. KAN KÜLTÜR CİHAZLARI
- 5.4. BAKTERİ TANIMLAMA CİHAZLARI

HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

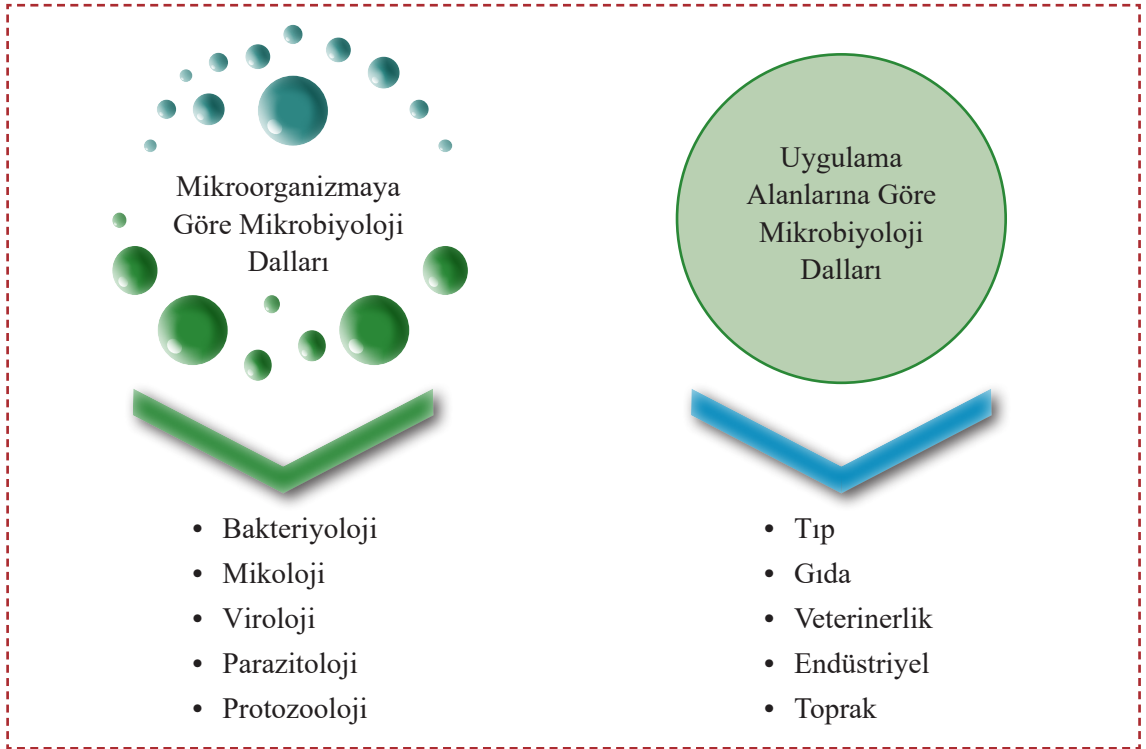
1. Bir mikrobiyoloji veya biyomedikal laboratuvarında bulunması gerektiğini düşündüğünüz cihaz ve malzemeleri listeleterek arkadaşlarınızla paylaşınız.
2. PCR testi ve mikrobiyoloji laboratuvarlarının teşhis sürecindeki rolü hakkındaki görüşlerinizi sınıfta arkadaşlarınızla paylaşınız.



MİKROBİYOLOJİ CİHAZLARI

5.1. MİKROBİYOLOJİ LABORATUVARININ TEMELLERİ

Mikroorganizmaların incelenmesiyle uğraşan bilim dalına **mikrobiyoloji** denir. **Mikro** gözle görülemeyecek kadar küçük, **biyo** canlı, **loji** ise bilim anlamına gelir. Başka bir deyişle mikrobiyoloji, çıplak gözle görülemeyen canlı varlıkları inceleyen bilim dalı şeklinde tanımlanabilir. Mikroorganizmalar; bakteri, mantar, virüs, protozoa, bazı algler gibi mikroskobik ve nano boyuttaki canlıları içerir. Mikrobiyoloji; bu organizmaların yapısını, işlevlerini, Züreme ve büyüme şekillerini, çevreyle olan etkileşimlerini ve insan sağlığı üzerindeki etkilerini inceler. Mikrobiyolojinin çeşitli alt dalları bulunur. Her dal, belirli türde mikroorganizmayı inceler ve belirli uygulama alanlarına sahiptir (Şema 5.1).



Şema 5.1: Mikroorganizmaların alt dalları

Mikroorganizmaların incelenmesi, tanımlanması, izolasyonu ve kontrol edilmesi amacıyla yapılan çalışmalar mikrobiyoloji laboratuvarının temellerini oluşturur. Mikrobiyoloji laboratuvarında gerçekleştirilen çalışmaların başarılı ve güvenilir olması için uygulanması gereken temel yöntem ve teknikler şunlardır:

- Laboratuvar güvenliği ve sterilizasyon teknikleri
- Numune alma ve saklama teknikleri
- Mikroskobik inceleme yöntemleri
- Kültür teknikleri
- Tanıma ve karakterizasyon teknikleri
- Antibiyotik duyarlılık testleri
- Veri analizi ve raporlama teknikleri

Mikrobiyoloji bilimi, çeşitli uygulama alanlarına sahiptir. Bu yüzden laboratuvar prosedür ve teknikleri, üzerinde çalışılan mikroorganizmanın türü ile araştırmanın amacına göre değişiklik gösterebilir.

5.1.1. Mikrobiyoloji Testlerinin Önemi ve Çeşitleri

Mikrobiyoloji testleri; mikroorganizmaların varlıklarının saptanması, özgün özelliklerinin (karakterizasyon) tespiti, çevre üzerindeki etkilerinin ve türlerinin belirlenmesi gibi önemli amaçlar için kullanılır.

Mikrobiyoloji alanında uygulanan birçok test vardır. Alt dallara ayrılarak çeşitlilik gösteren bu testler, mikroorganizmalar hakkında bilgi sahibi olma, çevre sağlığı, biyoteknolojik uygulamalar, gıda güvenliği, hastalıkların teşhisi ve tedavisi gibi alanlarda büyük önem taşır. Mikrobiyoloji laboratuvarında yaygın olarak uygulanan testler Şema 5.2’de verilmiştir.



Şema 5.2: Mikrobiyoloji laboratuvarlarında gerçekleştirilen bazı testler

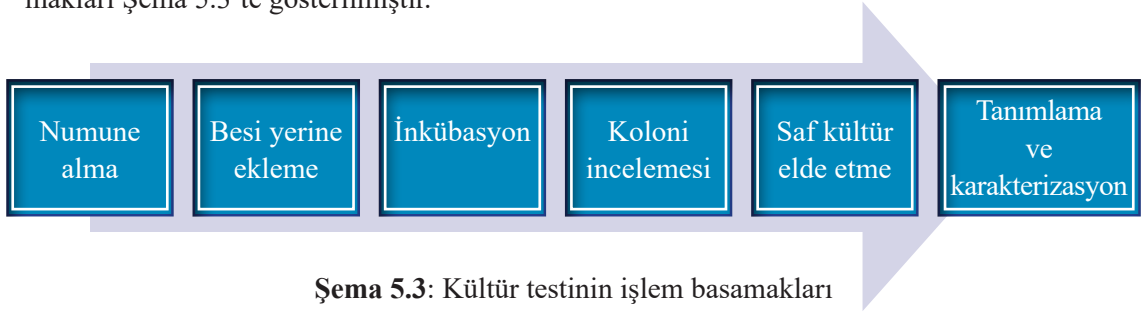
MİKROBİYOLOJİ CİHAZLARI

Bu testler; çevresel, klinik, endüstriyel mikrobiyoloji, gıda mikrobiyolojisi gibi farklı alanlardaki mikroorganizmaların tespiti, tanımlanması ve analizi için kullanılır. Her test, özel bir amaç için kullanılır ve mikroorganizmaların farklı özelliklerinin belirlenmesini sağlayarak doğru teşhis ve tedaviye olanak tanır.

5.1.2. Kültür Testi ve Bakteri Ekimi

Mikroorganizmalar uygun ortam ve şartları bulduklarında üreyerek çoğalır. İçinde veya üzerinde mikroorganizma üretilmiş besi yerlere **kültür** adı verilir. Kültür içerisinde tek bir mikroorganizma türü varsa buna **saf kültür**, birden fazla mikroorganizma türü varsa **karışık kültür** diye adlandırılır. Kültür, besi yerine göre **kati** ve **sıvı** kültür olarak ikiye ayrılır. Yatık agarlı besi yerinde kültür oluşuyorsa buna da **yatık kültür** denir.

Kültür testleri, mikroorganizmaların belirli bir besi yerinde çoğaltılması (üretilmesi) ve tanımlanması için yapılır. Temel amaç mikroorganizmaların türlerini ve özelliklerini belirlemek, saf kültürler elde etmek ve çeşitli mikrobiyolojik analizler yapmaktır. Kültür testinin işlem basamakları Şema 5.3'te gösterilmiştir.



Şema 5.3: Kültür testinin işlem basamakları

Kültür testleri çeşitli mikroorganizmalar (mantarlar, parazitler vb.) için yapılır ancak kültür testlerinin büyük bir kısmını bakteri kültürleri oluşturur.

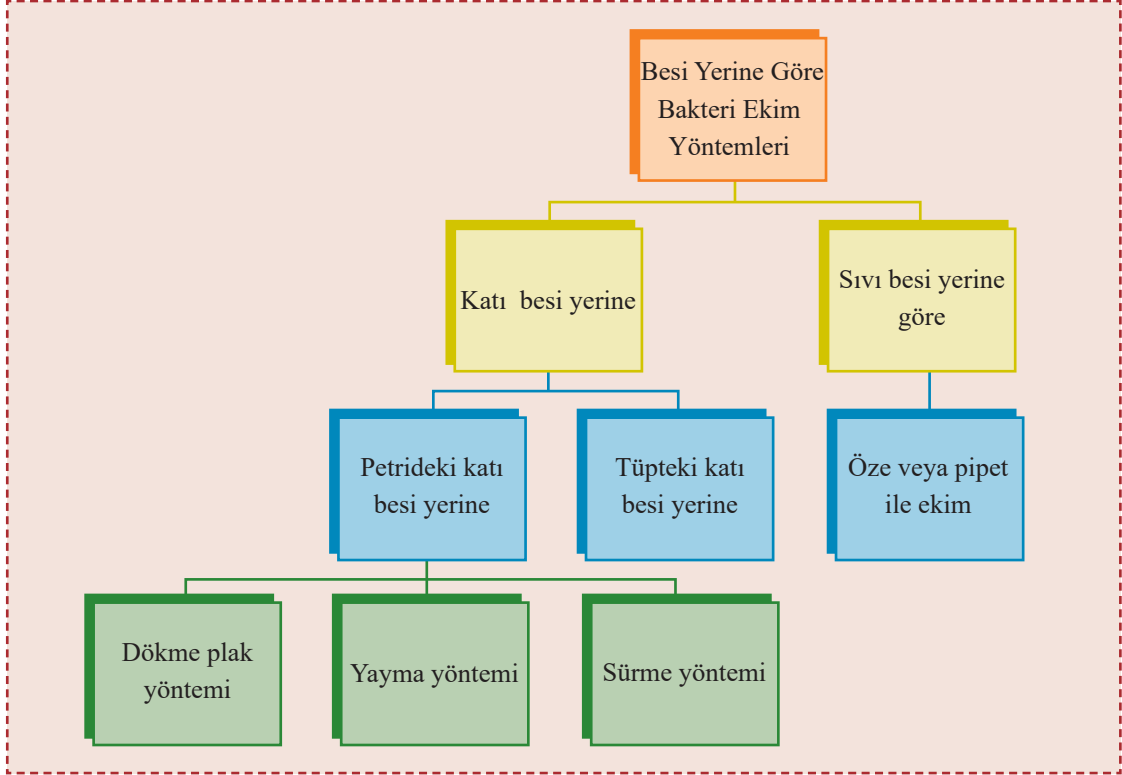
Hastalıkların tanısı, tedavi yönetimi, halk sağlığının korunması, araştırma ve biyoteknolojik uygulamalarda mikroorganizmaların doğru bir şekilde tanımlanması, bakteri kültür testlerinin temel amaçlarından biridir. Bakteri kültür testleri; bakteri türlerinin belirlenmesi, bakterinin antibiyotiklere karşı gösterdiği direnç profillerinin saptanması, çevresel numunelerdeki bakteriyel kontaminasyonun izlenmesi gibi birçok kritik uygulamada kullanılır. Kültür testleri için bakteri ekimi ve ekim yöntemlerinin iyi bilinmesi gereklidir.



Görsel 5.1: Bakteri ekimi

Bakteri ekiminde bilinmesi gereken temel iki kavram ekim ve pasaj işlemleridir. **Ekim (inokülasyon)**, alınan numunelerin steril bir besi yerine uygun koşul ve yöntemlerle aktarılması işlemidir (Görsel 5.1). Herhangi bir besi yerinde kültürü yapılmış mikroorganizmanın başka bir besi yerine aktarılmasına ise **pasaj** denir.

Ekim yöntemleri; besi yerine, üretim amacına, ekilecek numunenin katı veya sıvı oluşuna göre farklılık gösterir. Besi yerine göre bakteri ekim yöntemleri Şema 5.4'te gösterilmiştir.



Şema 5.4: Besi yerine göre bakteri ekim yöntemleri

5.1.3. Mikrobiyoloji Laboratuvarındaki Biyolojik Riskler

Mikrobiyoloji laboratuvarlarında, laboratuvar çalışanının patojen (hastalık yapıcı organizma) mikroorganizmalarla çalışması ve biyolojik risklere maruz kalması söz konusudur. Tüm mikrobiyoloji laboratuvarında biyolojik riskleri yönetmek veya olabildiğince azaltmak için birtakım güvenlik önlemleri alınmalıdır. Mikrobiyoloji laboratuvarlarında görülebilecek biyolojik riskler şunlardır:

- Yüzeyle kontaminasyonu
- Yayılma tehlikesi
- Enfeksiyon riski
- Aerosol oluşumu
- Kesici ve delici aletlerle yaralanmalar
- Laboratuvar atıklarının oluşturduğu riskler

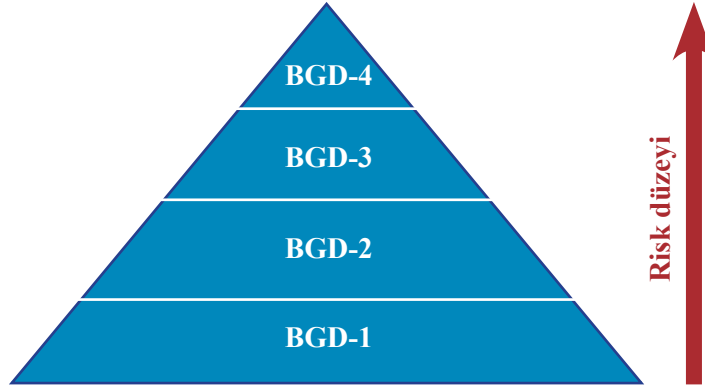
Laboratuvarda karşılabilecek riskleri en aza indirmek için laboratuvar güvenliği sağlanmalıdır. Risk değerlendirmesi laboratuvar güvenliğinin temelini oluşturur. Yapılan işlemler nedeniyle biyolojik tehlikelerin dışında kimyasal ve fiziksel tehlikeler de söz konusudur. Her laboratuvar için **tehlikelere maruz kalma olasılığı** ve **maruz kalındığı takdirde uygulanacaklar** açıkça belirlenerek risk değerlendirmesi yapılmalıdır.

MİKROBİYOLOJİ CİHAZLARI

Laboratuvar risk analizinde şu hususlara dikkat edilmelidir:

- İşlem sırasında tehlikeye maruz kalma olasılığı
- İşlemi gerçekleştiren kişinin bilgisi, deneyimi ve güvenlik kurallarına uyması
- Tehlikeye maruz kalma olasılığını azaltmak için alınması gereken önlemler

Risk değerlendirmesinden sonra yapılması gereken işlem risk yönetimidir. Risk yönetimi temel olarak riskin kontrolü için alınması gereken önlemleri, alınan önlemlerin etkinliğinin denetimini ve gerekiyorsa yapılacak iyileştirmeleri kapsar. Mikrobiyoloji laboratuvarlarında biyolojik risklerin yönetilmesi için uluslararası bir ölçü birimi olan **biyogüvenlik düzeyleri (BGD)** belirlenmiştir. Bu güvenlik düzeyleri Şema 5.5'te, gösterilmiştir.



Şema 5.5: Biyogüvenlik düzeyleri ile risk düzeyi ilişkisi

BGD-1: En temel ve en risksiz laboratuvar düzeyidir. Organizmalar için çalışmaya uygun bir düzeydir.

BGD-2: Tıbbi laboratuvarların en az BGD-2 düzey şartlarına uygun olması gerekir. Bu düzeyde, hastalığa neden olabilecek mikroorganizmalarla çalışılır. Bu nedenle düzeye uygun belirlenmiş güvenlik önlemleri alınmalıdır.

BGD-3: Bu düzeyde aerosol yoluyla bulaşabilen ve ciddi hastalıklara neden olabilen mikroorganizmalarla çalışılır. BGD-2 önlemlerine ek olarak negatif basınçlı laboratuvarlar, hava filtreleme sistemleri ve tam kapalı koruyucu giysiler kullanılmalıdır.

BGD-4: Bu düzeyde hayati tehlikeye neden olabilecek, tedavisi ve aşısı olmayan mikroorganizmalar (ebola virüsü gibi) ile çalışılır. BGD-3 önlemlerine ek olarak, tamamen izole edilmiş laboratuvarlar, tam basınçlı koruyucu giysiler, giriş ve çıkış kontrollü laboratuvarlar kullanılmalıdır.

Mikrobiyoloji laboratuvarlarındaki olası biyolojik riskler ciddi sağlık sorunlarına neden olabilmektedir. Bu risklerin doğru şekilde yönetimi için biyogüvenlik önlemlerinin titizlikle uygulanması, personelin özel eğitim alması ve laboratuvar kurallarına harfiyen uyması esastır.

Laboratuvar kuralları için standart mikrobiyolojik uygulama (SMU) kuralları belirlenmiştir. Bunlar, mikrobiyolojik materyalle çalışılan laboratuvarlarda çalışanların ve çevrenin güvenliği açısından uyulması gerekli temel uygulama ve kuralları içerir. Bu kuralların temel amacı mikroorganizmaların bulaşmasını önlemektir. Güvenli bir laboratuvar ortamının sağlanması, patojen mikroorganizmalarla çalışmanın risklerini minimize eder ve bilimsel çalışmaların güvenli bir şekilde yürütülmesini sağlar.

5.1.4. Mikrobiyoloji Laboratuvarında Kullanılan Sarflar

Mikrobiyoloji laboratuvarlarında kullanılan sarf malzemeler, çeşitli mikrobiyolojik çalışmaların güvenli ve etkili bir şekilde yürütülmesini sağlar. Bu malzemeler; izleme, analiz, doğru tanımlama ve araştırmalar için hayati öneme sahiptir. Sarf malzemelerinin uygun şekilde korunup saklanması; laboratuvar güvenliği ve doğru sonuçlara ulaşmada belirleyici bir işlev üstlenir. Mikrobiyoloji laboratuvarında kullanılan çok çeşitli sarf malzemesi vardır. Bu malzemelerden bazıları Tablo 5.1’de gösterilmiştir.

Tablo 5.1: Mikrobiyoloji Laboratuvarında Kullanılan Bazı Sarf Malzemeler

Kategori	Sarf Malzemeler
Temel Sarf Malzemeler	Petri kapları, pipetler, özeler, mikroskop lam ve lamelleri, kültür tüpleri ve kapakları
Besi Ortamları	Agar plakları, sıvı besi yerleri
Sterilizasyon ve Dezenfeksiyon Malzemeleri	Otoklav torbaları, dezenfektanlar (alkol, çamaşır suyu, fenolik bileşikler), steril su
Koruyucu Ekipman	Eldivenler (latex, nitril, vinil), laboratuvar önlükleri ve gözlükler, steril numune kapları
Tek Kullanımlık Malzemeler	Steril tüp çubukları, steril eldivenler (latex, nitril), steril pipet uçları
Diğer Sarf Malzemeler	pH kâğıtları ve pH metreleri, santrifüj tüpleri (plastik, cam)



SIRA SİZDE

Mikrobiyoloji laboratuvarlarındaki olası biyolojik riskleri önlemek için kullanılan sarf malzemeleri Tablo 5.1'den de yararlanarak aşağıda boş bırakılan alana yazınız.

MİKROBİYOLOJİ CİHAZLARI

5.2. MİKROBİYOLOJİ LABORATUVARINDA KULLANILAN YARDIMCI CİHAZLAR

Mikrobiyoloji laboratuvarlarında mikrobiyolojik işlemleri gerçekleştirmek ve desteklemek için bazı yardımcı cihazlar kullanılır. Bu cihazlar numune hazırlama, inkübasyon, sterilizasyon, analiz gibi işlemlerde kritik rol oynar. Şema 5.6'da mikrobiyoloji laboratuvarlarında yaygın olarak kullanılan yardımcı cihazlardan bazılarına yer verilmiştir.



Şema 5.6: Mikrobiyoloji laboratuvarında yaygın olarak kullanılan yardımcı cihazlar

5.2.1. Etüv Cihazının Çalıştırılması, Bakımı ve Olası Arızaları

Laboratuvarda sık kullanılan cihazlardan biri olan **etüv cihazı**, ısıtma, kurutma ve bakteri kültürü için uygun ortam koşullarını sağlamanın yanında en önemli işlevi olan sterilizasyon için kullanılır (Görsel 5.2). Genellikle ısıtma amacıyla kullanılan etüv cihazlarında sıcaklık aralıkları (30 - 300 °C) farklılık gösterebilir.



Görsel 5.2: Çeşitli etüv cihazları

Laboratuvar malzemelerinin sterilizasyonunda önemli bir işleve sahip olan etüv cihazları aynı zamanda mikrobiyoloji laboratuvarlarındaki kültür çalışmalarında inkübasyon işlemi için de kullanılır.

Etüv cihazının kültür çalışmalarında kullanılan çeşidi olan inkübatör cihazları, düşük ve orta sıcaklıklarda mikroorganizmaların üremesi ve hücre kültürlerinin büyütülmesine kullanılır. Genellikle 20 ile 50 °C arasındaki sıcaklıklarda çalışan inkübatörlerin bazı çeşitlerinde karbondioksit ve nem kontrolleri de sağlanabilmektedir. Her iki cihaz da mikrobiyolojik çalışmalarda önemli roller üstlenir fakat kullanım amaçları ve sıcaklık aralıkları açısından farklılık gösterir. Bu cihazlarda iç ve dış oda olmak üzere iki birim bulunur. **İç odası** çok iyi ısı iletim özelliğine sahip alüminyum ya da paslanmaz çelik malzemeden oluşur. Cihazın iç tarafında paslanmaz çelik ızgaralardan oluşan rafları vardır. Bu yapı sayesinde hava, içeride serbestçe dolaşabilir. **Dış odası** ise izolasyon malzemesi ile doldurulmuştur. Yüksek sıcaklık değerlerinin korunmasını sağlayarak dışa doğru ısı transferini geciktirir.

Bir etüv cihazı, içindeki havayı belirli bir sıcaklık aralığında ısıtır ve bu ısıyı korur. Bu işlemle mikroorganizmaların inkübasyonunu ve laboratuvar malzemelerinin sterilizasyonunu gerçekleştirir. Aşağıda etüv cihazının çalışma sistemi başlıklar hâlinde açıklanmıştır.

- 1. Isıtma Sistemi:** Etüv cihazının genellikle alt ve üst kısımlarında bulunan rezistanslar sayesinde ısıtma işlemi yapılır.
- 2. Sıcaklık Kontrolü:** Kullanıcının istediği sıcaklık değerini ayarlar ve cihaz bu sıcaklığı termostat sayesinde korur. Termostat, cihaz kabininin sıcaklığını sürekli olarak izler ve ısıtma elemanlarının çalışma süresini kontrol eder.
- 3. Hava Sirkülasyonu:** Cihazın içinde bulunan fanlar sıcak havanın homojen bir şekilde dağılmasını sağlar ve içerideki sıcaklık dalgalanmalarını azaltır.
- 4. Kapı ve Conta:** Cihazın kapısı genellikle sızdırmaz bir conta ile kaplıdır. Amaç sıcak havanın çıkışını engellemek ve cihazın iç sıcaklığını korumaktır.
- 5. Kontrol Paneli:** Cihazda genellikle bir kontrol paneli bulunur ve bu panel kullanıcının istenen sıcaklığı ayarlamasına ve cihazın çalışma durumunu izlemesine olanak tanır.

Düzenli olarak bakımı yapılan bir etüv cihazı, uzun yıllar güvenli bir şekilde çalışır. Bir etüv cihazının bakımında dikkate alınması gereken temel adımlar şunlardır:

- Cihazın iç ve dış yüzeyi düzenli olarak temizlenmelidir.
- Filtreler düzenli bir şekilde temizlenmeli ve gerektiğinde değiştirilmelidir.
- Cihazın kontrol paneli toz ve kir birikmesine karşı düzenli olarak temizlenmelidir.
- Cihaz düzenli olarak sıcaklık kalibrasyonuna tabii tutulmalı, kalibrasyondan geçemeyen cihaz onarıma gönderilmelidir.
- Cihazın kapı contaları düzenli olarak kontrol edilmeli, temizlenmeli ve gerektiğinde değiştirilmelidir.
- Cihazın ısıtma sistemleri kontrol edilmeli, gerektiğinde yıpranan parçalar değiştirilmelidir.
- Cihazın fan kontrolleri yapılmalı, gerekli durumlarda değiştirilmelidir.
- Cihaz, elektriksel güvenlik testlerinden geçirilmelidir.

MİKROBİYOLOJİ CİHAZLARI

Etüv cihazlarında karşılaşılabilecek çeşitli sorunlar vardır. Bu sorunlar; cihazın yanlış kullanımı, kullanıma bağlı aşınma ve yıpranma, düşük kaliteli parça tercihleri ve cihazın periyodik bakımının doğru şekilde yapılmamasından kaynaklanır. Bir etüv cihazında görülmesi muhtemel arızalardan bazıları Şema 5.7’de gösterilmiştir.

- İstenilen sıcaklık ayarının yapılamaması
- Cihaz içi ısıtma ve sıcaklık dengeleme sorunları
- Kapıda sızdırma sorunları
- Elektrik bağlantısı problemleri
- Elektriksel güvenlik problemleri
- Fan problemleri
- Sıcaklık kalibrasyon problemleri

Şema 5.7: Etüv cihazında karşılaşılan arızalardan bazıları

5.2.2. Güvenlik Kabininin Yapısı ve Periyodik Bakımı

Güvenlik kabini, diğer adıyla biyolojik güvenlik kabini; laboratuvarında görevli personeli, çalışma ortamını ve deneyi kontamine olabilecek biyolojik maddelerden korumak amacıyla tasarlanmış özel bir çalışma alanıdır. Laminar akış (laminar flow) kabinleri adıyla da anılan biyolojik güvenlik kabinleri (BGK), birinci derecede mühendislik kontrol cihazlarıdır. Özellikle mikroorganizmalar, hücre kültürleri ve potansiyel olarak tehlikeli biyolojik materyallerle çalışılırken kullanılır. Biyolojik güvenlik kabinleri (Görsel 5.3); mikrobiyoloji laboratuvarlarında, hastane ve klinik laboratuvarlarda, biyoteknoloji ve ilaç endüstrisi gibi birçok alanda kullanılır.



Görsel 5.3: Biyolojik güvenlik kabini

Biyolojik güvenlik kabinleri, güvenlik seviyesine göre üç sınıfa ayrılır. Güvenlik seviyesi sınıflarına göre BGK'ler Şema 5.8'de gösterilmiştir.

Sınıf I	Sınıf II	Sınıf III
Çalışanı ve çevreyi korur. Kabin içerisinde çalışılan materyal dışarı çıkabilir.	Personeli, çevreyi ve ürünü korur. HEPA filtreden geçen hava dışarı verilir ya da yeniden sisteme dâhil edilir.	Sızdırmaz, tam kapalı bir sistemdir. Biyolojik güvenlik düzeyi en yüksek sınıftır. Genel olarak tehlikeli patojenlerle çalışır.

Şema 5.8: Güvenlik düzeyine göre BGK'ler

BGK'ler ortamın havasını alıp filtrelerden (HEPA) geçirerek temizler ve ardından laminer akışla çalışma ortamına geri verir. Yapılan bu işlemlerle çalışma alanında sürekli temiz hava sağlanır ve potansiyel tehlikeli aerosollerin dışarıya yayılması önlenir. Ortalama bir BGK'nin yapısı aşağıdaki birimlerden oluşur.

Kabin Gövdesi: Cihazın dış gövdesi uzun ömürlü, paslanmaz çelik ve dayanıklı malzemeden; iç gövdesi ise paslanmaz çelikten üretilmiştir.

Hava Akış Sistemi: Kullanılan HEPA filtreler ile kabin içi hava partiküllerinden ve mikroorganizmalardan temizlenir. Olası kontaminasyonları önlemek için cihazın içinde bulunan hava, laminer (düz) akış hâlinde dolaşır. Ayrıca cihazın içinde çift taraflı hava akımı oluşturulur.

Çalışma Alanı: Paslanmaz çelikten üretilen çalışma yüzeyi, havanın rahat dolaşabilmesi için delikli panellerden oluşur.

Kontrol Paneli: Ekran ve butonlarla cihazın kontrolü ve durum izlemesi gerçekleştirilir. Olağan dışı bir durum oluştuğunda sistem, görsel ve sesli alarmlarla uyarı verir.

Sterilizasyon ve Aydınlatma: UV ışıklar, kullanım sonrası kabin içi sterilizasyonu için kullanılır. Cihaz aydınlatması için LED ve floresan lambalar kullanılır.

Güvenlik Önlemleri: Hava perdesi kullanılarak mevcut havanın korunması sağlanır. Cihazda bulunan acil durum butonlarıyla kabin hızlı bir şekilde kapatılır.

Biyolojik güvenlik kabinlerinin bakımları yılda en az bir defa yapılmalıdır. Güvenlik kabinlerinin genel bakımda yapılması gereken işlemler şunlardır:

- Öncelikle biyolojik güvenlik kabini dekontamine (arındırma) işlemine tabi tutulmalıdır.
- Kabinin genel bakımı yapılmalıdır.
- Cihazın genel temizliği yapılmalıdır.
- Ön cam ve mekanizmanın performans kontrolü yapılmalıdır.

MİKROBİYOLOJİ CİHAZLARI

- UV lambası kontrol edilmeli, gerekliyse değiştirilmelidir.
- Cihazın fanları kontrol edilmeli, gerekliyse değiştirilmelidir.
- HEPA ve egzoz filtreleri değiştirilmelidir.
- Kabin kumanda panelinin işlevselliği ve parametrelerin kontrolü sağlanmalıdır.
- Cihazın performans testleri yapılmalıdır.
- Cihaz kalibrasyondan geçirilmelidir.
- Yapılan işlemlerin tümü belgelenmelidir.

↓

ARAŞTIRINIZ

Biyolojik güvenlik kabinlerinin haftalık ve aylık bakımlarını araştırınız. Araştırma sonuçlarınızı aşağıda verilen alana örnekteki gibi yazınız.

<div style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg); font-weight: bold; margin-bottom: 10px;">Haftalık bakım</div> <p>Kabinin çalışma alanı ve iç yüzeyi %70 etanol ile dekontamine edilir.</p>	<div style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg); font-weight: bold; margin-bottom: 10px;">Aylık bakım</div> <p>Cihazda bulunan valflerin durumu kontrol edilir.</p>
--	--

5.2.3. Derin Dondurucunun (-86°C) Yapısı, Arıza Tespiti ve Onarımı

Laboratuvarda bulunması gereken en önemli ekipmanlar arasında buzdolabı ve dondurucular yer alır. Düşük sıcaklıklar, maddelerin kimyasal ve biyolojik aktivitelerinin azalmasını ve böylece daha iyi korunmasını sağlar. Böylece maddelerin daha iyi korunması sağlanır. Bu amaçla laboratuvarda kullanılan buzdolaplarının çeşitleri şunlardır:

- Koruma buzdolapları (-2 °C ile 8 °C)
- Düşük sıcaklık dondurucuları (-15 °C ile -35 °C)
- Ultra düşük sıcaklık dondurucuları (-60 °C ile -86 °C)

Laboratuvarda yapılan çalışmalara uygun buzdolabı seçilmelidir. Ultra düşük sıcaklık dondurucuları (-86 °C), özellikle laboratuvarlarda bulunan biyolojik ve kimyasal numunelerin güvenli ve uzun süreli saklanması için kullanılır. Bu dondurucular; hücre ve doku örnekleri, viral ve mikrobiyal stoklar, proteinler, DNA, RNA gibi biyomolekülleri bozulmadan korur. Enzimler, antikorlar, referans standartlar, kontrol maddeleri gibi kimyasal reaktiflerin kararlılığını sağlar. Biyoteknoloji uygulamaları, genetik ve farmasötik araştırmalar gibi birçok alanda kullanılır. Uzun süreli depolama ve tekrarlanabilirlik olanağı sağlayan bu dondurucular araştırma ve analizlerin güvenilirliğini artırır.

Ultra düşük sıcaklıklarda çalışan derin dondurucuların güvenilir ve etkin bir şekilde çalışabilmesi için karşılaşılabilecek olası arızalar ve bunların çözüm önerilerinin bilinmesi büyük önem taşır. Bu cihazlarda karşılaşılabilecek olası arızalar ve bu arızalar için çözüm önerileri Tablo 5.2’de verilmiştir.

Tablo 5.2: Derin Dondurucularda Oluşabilecek Arızalar ve Çözüm Önerileri

Arıza	Olası Nedenler	Çözüm Önerileri
Cihaz çalışmıyor.	Cihazın fişi takılı olmayabilir.	Fiş bağlantısı kontrol edilmelidir.
	Besleme ünitesine elektrik ya gelmiyor veya düşük geliyor olabilir.	Elektrik bağlantısı test edilmelidir. Ana anahtar (kesici) kontrol edilmelidir.
	Besleme devresinde elektrik olmayabilir veya düşük olabilir. Cihazın sigortası yanmış olabilir.	Sigorta kontrol edilmelidir
Cihaz çalışıyor ama soğutmuyor.	Termostat çok yüksek ayarlanmış olabilir.	Termostat ayarı kontrol edilip düşürülmelidir.
	Cihazın ünitesinde aşırı buzlanma olabilir.	Ünitenin buzu çözdürülmelidir.
Ünitede sıcaklık dalgalanmaları oluyor.	Sıcaklık kontrolü kalibre edilmiş olabilir.	Cihazın çalışma sıcaklığı kalibre edilmelidir.
	Ünitenin kondansatörü kirlenmiş olabilir.	Bakım prosedürüne göre kondansatör temizlenmelidir.
Ünitenin sıcaklığı yükseliyor.	Kapı açık kalmış veya kapının contası zayıf olabilir.	Kapının ayarı ve contası kontrol edilmeli, gerekirse conta değiştirilmelidir.
	Elektrik beslemesinde sıkıntı olabilir.	Elektrik beslemesi kontrol edilmelidir.
	Kompresör çalışmıyor olabilir.	Kompresör ve alarmlar kontrol edilmelidir.
	Kompresör çalışıyor olabilir fakat evaporatörde buz olmayabilir.	Evaporatörün vantilatörleri kontrol edilmelidir.
Cihaz gürültülü çalışıyor.	Dolap düzgün yerleştirilmemiş olabilir veya zemin düz olmayabilir.	Dolap uygun ve düz bir zemine taşınmalı ve tekerlekleri ayarlanmalıdır.
	Cihazın damla tepsisi titreşiyor olabilir.	Tepsi ayarlanmalı ve desteklenmelidir.
Cihazın kompresörü sürekli çalışıyor.	Ünitenin etrafında yeterli hava sirkülasyonu olmayabilir.	Cihaz, etrafında yeterli boşluk kalacak şekilde yerleştirilmelidir.
	Kapının contası zayıflamış olabilir.	Contalar kontrol edilmeli ve ayarlanmalıdır.
	Kapı çok sık açılıyor veya kapatılmıyor olabilir. Ortam çok sıcak olabilir.	Kapının açılması sınırlanmalı veya kapı kapatılmalıdır. Ortam havalandırılmalıdır.

MİKROBİYOLOJİ CİHAZLARI

5.3. KAN KÜLTÜR CİHAZLARI

Ağır bir enfeksiyon durumunda bağışıklık sisteminin normalden fazla çalışarak vücut dokularına zarar vermesi durumuna **sepsis** adı verilir. Halk arasında **kan zehirlenmesi** olarak da bilinir. Sepsis, gelişen tedavi yöntemlerine rağmen yüksek mortalitesi (ölüm oranı) olan bir hastalıktır. Sepsiste erken tanı ve tedavi, hayat kurtarıcı özelliğe sahiptir. Sepsis tanısı için kan kültürü **altın standart** olarak kabul edilir. Tam otomatize sistemler günümüzde sepsis tanısında yaygın olarak kullanılmaktadır.

5.3.1. Kan Kültür Cihazının Yapısı



Görsel 5.4: Kan kültür cihazı ve kültür edilen kan örnekleri

Kan kültür cihazları; hastadan alınan kan örneklerinde bakteri, mantar veya diğer mikroorganizmaların varlığını tespit etmek amacıyla kullanılan laboratuvar cihazlarıdır (Görsel 5.4). Bu cihazlarda enfeksiyonların hızlı ve doğru bir şekilde teşhis edilmesi için kan örnekleri inkübe edilir ve mikroorganizma üremesi sürekli olarak takip edilir.

Kan kültür cihazları, inkübasyon süresi boyunca otomatik izleme yapar ve mikroorganizmaların üremesi durumunda kullanıcıyı uyarır. Böylelikle enfeksiyonların erken aşamalarda tespit edilmesine olanak sağlar. Cihazın gelişmiş sensörleri sayesinde çok düşük miktardaki mikroorganizmalar bile tespit edilebilir ve aynı anda birden fazla kan örneği analiz edilebilir. Cihazın işleyebileceği örnek sayısı (şişe ya da flakon) marka, model ve ihtiyaca göre değişiklik gösterir.



Görsel 5.5: Floresan teknolojiyle çalışan cihaza şişelerin yerleştirilmesi

Hastadan alınan kan örnekleri, özel olarak hazırlanmış besiyeri eklenmiş olan şişelere eklenir. Şişeler kan kültür cihazındaki tasarlanmış şişe bölmelerine yerleştirilir. Burada belirli sıcaklık ve uygun koşullarda inkübe edilir. Genellikle karbondioksit üretimi gibi biyokimyasal değişiklikler izlenerek mikroorganizmaların metabolik aktiviteleri ve üremeleri tespit edilir. Bu işlemlerde genellikle floresan teknolojisi kullanılır. Her şişe için ayrı bir takip söz konusudur (Görsel 5.5). Şişede mikroorganizma üremesi tespit edildiğinde cihaz alarm vererek kullanıcıyı bilgilendirir.

5.3.2. Kan Kültür Cihazının Motoru

Kan kültür cihazında kullanılan motor ve sensörler, cihazın güvenilir ve verimli bir şekilde çalışmasını sağlayan önemli birimlerdir. Bu birimlerin sahip olduğu özellikler, kan örneklerinin doğru şekilde inkübe edilmesi ve mikroorganizma üremesinin tespit edilmesi açısından önemlidir.

Kan kültür cihazlarında kullanılan motorlara bağlı flakonlar bulunur. Motor tarafından bu flakonlar belirli bir hızla çalkalanarak içlerinde bulunan maddelerin homojen hâle getirilmesi sağlanır.

Onarım: Kan kültür cihazlarında kullanılan motorların uzun ömürlü olması, olabildiğince gürültüsüz çalışması ve enerji verimliliğinin yüksek olması belirleyici bir öneme sahiptir. Ancak her cihazda olduğu gibi bu motorlar da arızalanabilir. Bu motorlarda meydana gelebilecek olası arızalar ve çözüm önerileri Tablo 5.3'te gösterilmiştir.

Tablo 5.3: Kan Kültür Cihazının Motor Arızaları, Olası Nedenleri ve Çözüm Önerileri

Arıza	Olası Nedenler	Çözüm Önerileri
Motor çalışmıyor.	Elektrik bağlantısı kesilebilir. Motorun sigortası yanmış olabilir. Motor aşırı ısınmış olabilir. Diğer motor arızaları meydana gelebilir.	Elektrik bağlantıları kontrol edilmelidir. Sigortalar değiştirilmelidir. Motorun soğuması beklenmelidir. Sorun devam ederse motor değişimi yapılmalıdır.
Motor aşırı gürültülü ve titreşimli çalışıyor.	Bileşenler gevşeme yapabilir. Yatak arızası oluşabilir. Dengesiz yük ve aşınmış parçalar olabilir.	Gevşeyen bileşenler sıkılmalıdır. Yataklar kontrol edilmelidir. Motorun denge ayarı yapılmalı ve gerekli parçalar değiştirilmelidir. Yük dengelemesi yapılmalıdır.
Cihaz aşırı ısınıyor.	Aşırı yük olabilir. Yetersiz soğutma olabilir. Havalandırma sorunları olabilir. Motorun uzun süre çalışması arızaya neden olabilir.	Aşırı yük azaltılmalıdır. Soğutma sistemi kontrol edilmelidir. Havalandırma delikleri temizlenmelidir. Motorun çalışma süresi düzenlenmelidir.

5.3.3. Kan Kültür Cihazının Sensörleri

Kan kültür cihazlarında yaygın olarak karbondioksit, oksijen, sıcaklık, nem ve basınç sensörleri kullanılır. Bu cihazda kullanılan sensörlerden, mikroorganizmaların metabolik aktivitelerini hassas bir şekilde algılayabilmesi ve kullanıcıyı hızlı tepki süresi ile zamanında uyararak enfeksiyonların hteşhis edilmesine olanak sağlaması ve uzun süreli kullanımlarda doğru sonuçlar vermesi beklenir. Bazı modern kan kültürü cihazları, birden fazla parametreyi (sıcaklık, gaz konsantrasyonu vb.) izleyebilen sensörlere sahiptir.

MİKROBİYOLOJİ CİHAZLARI

Onarım: Kan kültür cihazlarında kullanılan sensörler çeşitli nedenlerle arızalanabilir. Bu sensörlerde meydana gelebilecek arızalar, bunların nedenleri ve çözüm önerileri Tablo 5.4'te gösterilmiştir.

Tablo 5.4: Kan Kültür Cihazının Olası Sensör Arızaları, Nedenleri ve Çözüm Önerileri

Arıza	Olası Nedenler	Çözüm Önerileri
Yanlış okuma yapıyor ve kalibrasyon sorunları görünüyor.	Sensör kirlenmiş olabilir. Elektronik parçalar arızalanmış olabilir. Sensörün kullanım ömrü bitmiş olabilir. Sensörde kalibre olmayabilir.	Sensör temizlenmelidir. Elektronik bileşenler kontrol edilmeli, gerekirse yenisiyle değiştirilmelidir. Sensörün kalibrasyonu yapılmalıdır.
Sensör algılamıyor.	Sensör kablosu kopmuş olabilir. Besleme sorunları olabilir. Sensör arızalanmış olabilir. Veri iletim problemleri yaşanmış olabilir.	Kablo ve bağlantılar kontrol edilmelidir. Sensör beslemesi kontrol edilmelidir. Sensör değişimi yapılmalıdır. Veri iletim sistemi kontrol edilmelidir.
Sensör hatalı alarm veriyor.	Sensör hassasiyeti yanlış ayarlanmış olabilir. Yanlış kalibrasyon yapılmış olabilir. Çevresel etmenler arızaya sebep olabilir. Sensör arızası meydana gelebilir.	Hassasiyet ayarı yapılmalıdır. Yeniden kalibrasyondan geçirilmelidir. Çevre koşulları kararlı hâle getirilmelidir. Sensör değişimi yapılmalıdır.

5.3.4. Kan Kültür Cihazlarının Bakımı

Kan kültür cihazlarının bakımının düzenli aralıklarla ve doğru bir şekilde yapılması hem insan hayatı hem de cihazın ömrü için çok önemlidir. Kan kültür cihazının bakımı yapılırken öncelikle cihaza ait kılavuzlardaki esaslar gözetilmelidir. Genel olarak bir kan kültür cihazının bakımında aşağıdaki hususlara özen gösterilmelidir.

Düzenli Temizlik: Cihazın iç ve dış yüzeyleri düzenli olarak temizlenmelidir. Özellikle iç yüzeylerde kan veya diğer biyolojik atıkların birikmesi ve bunun sonucunda kontaminasyon oluşması engellenmelidir. Bunun için cihaz uygun dezenfektanlarla düzenli olarak temizlenmelidir.

Motor ve Mekanik Parçaların Bakımı: Motor ve mekanik parçalar düzenli olarak kontrol edilmeli ve yağlanmalıdır. Anormal bir durumla (aşırı ısınma, gürültülü çalışma vb.) karşılaşıldığında gerekli müdahaleler anında ve yetkili kişilerce yapılmalıdır.

Sensör Bakımı: Sensörler, temiz ve tozdan arındırılmış olmalıdır. Özellikle optik ve gaz sensörlerinin yüzeylerinin temiz olduğundan emin olunmalıdır. Sensörler düzenli olarak kalibrasyondan geçirilmelidir.

Elektrik Sisteminin Bakımı: Cihaz beslemesinin kesintisiz bir güç kaynağı olan UPS tarafından yapıldığından emin olunmalıdır. Cihazın elektrik kabloları ve bağlantıları düzenli olarak kontrol edilmeli ve aşınmış, yıpranmış veya hasar görmüş kablolar varsa değiştirilmelidir.

Haftalık bakımda cihazın temizliği ve çalışma kontrolleri yapılmalıdır. Aylık bakımda cihazın derinlemesine temizliği, görsel kontrolü, filtre temizliği ve sensör kalibrasyonları yapılmalıdır. Cihazın yılda en az bir kere servis (profesyonel bakım) bakımı yapılmalıdır. Bakım veya kontrol sırasında gerekiyorsa parça değişimi yapılmalıdır.

5.3.5. Kan Kültür Cihazında Kalibrasyon

Kalibrasyon işlemi diğer medikal cihazlarda olduğu gibi kan kültür cihazlarında da doğru ve güvenilir sonuçlar elde etmek için yapılan kritik bir işlemdir. Bu cihazlarda kalibrasyon, cihazın sensörlerinin ve diğer ölçüm bileşenlerinin doğru çalıştığını doğrulamak için yapılır.

Kalibrasyon işleminden önce cihaz kapatılmalı, cihazın iç ve dış yüzeyi temizlenmelidir. Özellikle sensörlerin temiz olduğundan emin olunmalıdır. Sensörlerde kir veya toz bulunması ölçüm parametrelerini doğrudan etkileyeceği için cihazın kalibrasyondan geçmemesine neden olabilir. Gerekli ekipman ve malzemeler (üretici firma tarafından önerilen referans çözeltiler veya kalibrasyon kitleleri) kalibrasyon için hazır bekletilir.

Kalibrasyon işlemine başlamak için cihaz açılır ve cihazın çalışma sıcaklığına ulaşması için belli bir süre beklenir. Cihazın kontrol panelinden kalibrasyon modu açılır. Sensörlerin doğru çalışıp çalışmadığı kontrol edilir. Bu işlem üretici tarafından belirlenen referans çözeltiler veya kalibrasyon standartları kullanılarak sensörlerin doğru okuma yapıp yapmadığı kontrol edilerek gerçekleştirilir. Referans çözeltilerin bilinen değerleriyle sensörlerin gösterdiği değerler kıyaslanır ve cihazın kalibre olup olmadığı kıyaslanır. Ardından cihazın diğer fonksiyon testleri yapılır. Son olarak cihazın doğru çalışıp çalışmadığı kontrol edilerek kalibrasyon işlemi tamamlanır.



SIRA SİZDE

Kan kültür cihazlarında kalibrasyon dışında, cihazın işlevselliğini ve güvenilirliğini doğrulamak için uygulanan testler sizce neler olabilir? Görüşlerinizi aşağıda boş bırakılan alana yazarak arkadaşlarınızla paylaşınız.

MİKROBİYOLOJİ CİHAZLARI

5.4. BAKTERİ TANIMLAMA CİHAZLARI

Bakterilerin hızlı, hassas ve doğru bir şekilde tanımlanmasına hizmet eden bakteri tanımlama cihazları, özellikle mikrobiyoloji ve tıp alanında hayati bir rol oynar. Geleneksel yöntemlerle günlerce süren bakteri tanımlama işlemi, modern cihazlar sayesinde çok daha kısa bir sürede yapılabilmektedir. Zamandan sağlanan tasarruf özellikle sepsis gibi hayati tehlikeye sahip enfeksiyonlarda çok önemlidir.

Modern bakteri tanımlama cihazları, bakterilerin biyokimyasal ve genetik profillerini hassas bir şekilde analiz edebilir. Bu durum yüksek doğrulukla tanı koymayı mümkün hâle getirir ve yanlış tanı olasılığını azaltır. Hastaya uygun tedavi yöntemi çok daha hızlı bir şekilde belirlenir. Bakteri tanımlama cihazları; sağlık, gıda, çevre, genetik araştırma gibi pek çok sektördeki araştırmalarda büyük öneme sahiptir.

5.4.1. Bakteri Tanımlamanın Önemi ve Yöntemleri

Bakterilerin tanımlanması halk sağlığı açısından kritik bir öneme sahiptir. Bakterinin doğru tanımlanması enfeksiyon kaynaklarının ve doğru tedavi yönteminin belirlenmesine olanak sağlar. Günümüzde antibiyotik direnci, giderek büyüyen bir problem hâline gelmektedir. Enfeksiyon kaynaklarını belirlemek olası antibiyotik dirençlerinin oluşmasının engellenmesi anlamına gelir. Salgın hastalık ve hastane enfeksiyonlarının önlenmesinde hayati bir öneme sahip olan bakteri tanımlanması, bilimsel araştırma süreçlerine de önemli katkılar sunmaktadır.

Bakteri tanımlama cihazları, klinik laboratuvarlarda bakteriyel enfeksiyonların tanısını koymak için kullanılır. Günümüzde yaygın olarak kullanılan bakteri tanımlama cihazları şunlardır:

- 1. Bakteri Tanımlama ve Antibiyogram (Antibiyotik Duyarlılık Testleri) Cihazı:** Bakterilerin tanımlanması ve antibiyotiklere karşı duyarlılıklarını tespit etmek için kullanılan cihazlardır. Bu özelliklerine ek olarak antibiyotik duyarlılık profilleri de sağlayan sistemler mevcuttur.
- 2. Matris Destekli Lazer Desorpsiyon İyonizasyon Kütle Spektrometresi (MALDI-TOF MS) Cihazı:** Bu yöntemde bakteri örneklerinin protein profilleri analiz edilerek bakteri tanımlaması yapılır.

Günümüzde yaygın olarak kullanılan bakteri tanımlama yöntemleri şunlardır:

- 1. Polimeraz Zincir Reaksiyonu (PCR) ve DNA Sekanslama Yöntemi:** PCR ve DNA sekanslama yöntemleriyle bakteriye ait DNA'nın belirli bölgeleri hedef alınarak tanımlaması yapılır. Bu yöntemlerle bakterilerin spesifik genetik özellikleri belirlenerek tür tanımlaması yapılır.
- 2. Fosforlu İn-Situ Hibridizasyon (FISH) Yöntemi:** Bu yöntemde bakteri hücrelerindeki spesifik nükleik asit dizileri hedeflenerek tanımlama yapılır. Özellikle spesifik bakteri türlerini belirlemede bu yöntem etkilidir.
- 3. Antijen ve Antikor Tabanlı Testler:** Bu yöntemde bakterilerin yüzey antijenleri ve antikorları hedef alınarak bakteri tanımlaması yapılır. Bu yöntemde ait bazı hızlı tanı testleri, özellikle bakteri tanımlaması ve enfeksiyon kaynağının belirlenmesi için yaygın olarak kullanılır.



ARAŞTIRINIZ

Bakteri tanımlama alanında geleneksel yöntemler de sıklıkla tercih edilmektedir. Geleneksel bakteri tanımlama yöntemleri, bakterilerin fenotiplerinin belirlenmesinde ve bakteri tanımlanmasında kullanılır.

Geleneksel bakteri tanımlama yöntemlerini araştırınız. Ulaştığınız verileri aşağıda boş bırakılan alana yazarak arkadaşlarınızla paylaşınız.

5.4.2. Bakteri Tanımlama Cihazlarında Olası Arızalar ve Çözüm Yöntemleri

Bakteri tanımlama ve antibiyogram cihazları, klinik laboratuvarlarda yaygın olarak kullanılır. Verileri doğru ve hızlı bir şekilde işleyen bir yazılıma sahip olan bu cihaz sayesinde enfeksiyonların etkili bir şekilde teşhis ve tedavi edilmesi sağlanır. İleri teknoloji kullanılarak geliştirilen bu cihazlar, bakteri tanımlama ve antibiyotik duyarlılık testlerini otomatik olarak gerçekleştirir (Görsel 5.6). Cihazlarda tanımlama işlemi için bakterilerin kapsülasyonu gerçekleştirilir ve optik okuma sistemi kullanılarak bakteriler analiz edilir. Bu işlemde bakteriler, farklı antibiyotik içeren mikro kapsüllere ekilir. Bu kapsüllerde bakterilerin üremeleri beklenir. Antibiyotik duyarlılık testlerinde ise bakterilerin, çeşitli antibiyotiklere karşı oluşturduğu tepkiler ölçülür ve bu bakteriye karşı etkili olan antibiyotikler belirlenir.



Görsel 5.6: Bakteri tanımlama ve antibiyogram cihazı

MİKROBİYOLOJİ CİHAZLARI

Günümüzde kullanılan bakteri tanımlama ve antibiyogram cihazları tam otomatiktir. Bu cihazlar da kullanıcı hatası, çevresel etmenler vb. nedenlerle arızalanabilir. Arıza durumunda cihazın ekranında hata kodu belirterek kullanıcıyı uyarır. Cihazın kılavuzunda hata kodları ve bu kodların ifade ettiği hatalara dair çözüm önerileri detaylı olarak açıklanmıştır. Bu bilgiler dikkate alınarak arıza giderilir. Bakteri tanımlama ve antibiyogram cihazlarında sıkça karşılaşılan arızalar ve bunların çözüm önerileri Tablo 5.5'te verilmiştir.

Tablo 5.5: Bakteri Tanımlama ve Antibiyogram Cihazlarında Sıklıkla Karşılaşılan Arızalar ve Çözüm Önerileri

Arıza	Arıza Türü	Çözüm Önerileri
Donanım arızaları	Mekanik ve optik sorunlar	Mekanik bileşenlerin bakımı düzenli olarak yapılmalıdır. Cihazın optik parçaları temizlenmeli ve kalibre edilmelidir.
	İnkübasyon sorunları	Cihazın sıcaklık kontrolleri düzenli olarak yapılmalıdır.
Yazılım ve iletişim sorunları	Yazılım hataları	Yazılım güncellemeleri düzenli olarak yapılmalı, gerektiğinde üretici firmadan destek alınmalıdır.
	Veri iletişim problemleri	Ağ bağlantıları kontrol edilmelidir.
Kalibrasyon ve bakım eksiklikleri	Kalibrasyon hataları	Periyodik olarak kalibrasyondan geçirilmelidir.
	Bakım eksiklikleri	Cihaza ait rutin bakım prosedürleri uygulanmalıdır.
Reaktif ve malzeme sorunları	Reaktif ve kit problemleri	Reaktiflerin saklama koşullarına dikkat edilmeli ve son kullanma tarihlerine dikkat edilmelidir.
Çevresel etkenler	Ortam ve elektrik sorunları	Ortamın sıcaklık ve nem değerleri belirlenen aralıkta olmalıdır. Elektrikle ilgili güvenlik tedbirleri alınmalıdır.
Güncelleme sorunları	Yazılım güncellemeleri	Kılavuzda belirtilen güncelleme talimatlarına uyulmalıdır.

5.4.3. Bakteri Tanımlama Cihazında Kullanılan Yazılımların Özellikleri

Bakteri tanımlama cihazındaki yazılımların başlıca özellikleri şunlardır:

- Bu cihazlar geniş bir bakteri veri tabanına sahiptir. Bu veri tabanı sayesinde hızlı ve doğru tanımlama yapılır.
- Sahip olunan ileri düzey algoritmalarla mikroorganizmaların türleri belirlenir.
- Bakterilerin farklı antibiyotiklere karşı verdiği tepkiler analiz edilir.
- Test sonuçları kolay ve hızlı bir şekilde raporlanır.

- Gerekli birimlerle veri paylaşımı yapılır.
- Kullanımı basit ve kullanıcıya göre özelleştirilebilen bir arayüzü vardır.
- Veri güvenliği ile hasta verileri korunur.
- Cihazın performansı uzaktan izlenebilir ve gerekirse güncellenebilir.
- Cihazdaki arızalar otomatik olarak tespit edilir.
- Gelişmiş veri analitiği özelliği vardır.
- Sistem performansı kontrol edilir ve optimizasyon sağlanır.

5.4.4. Bakteri Tanımlama Cihazlarında Kullanılan Yazılımların Test Edilmesi

Bakteri tanımlama ve antibiyogram cihazlarının kullandığı yazılımların test edilmesi, yazılımın doğru şekilde çalışması ve özellikle güvenilir sonuçlar elde edilmesi için kritik önem taşır. Bu testler cihazdan cihaza değişiklik gösterebilir. Genel olarak yazılımları kontrol eden testler şunlardır:

- Temel işlevleri ve kullanıcı arayüzünü kontrol eden fonksiyon testleri
- Yazılımın hız ve verimliliğini ölçen performans testleri
- Veri entegrasyonu ve veri aktarımının doğruluğunu kontrol eden entegrasyon testleri
- Veri güvenliği, yetkilendirme, şifreleme ve kimlik doğrulama mekanizmalarına ilişkin güvenlik testleri
- Numunenin baştan sona geçirdiği süreçleri takip eden uçtan uca testler
- Yazılımın kullanım kolaylığı ve kullanıcı deneyimlerine dair testleri
- Yazılım sonuçlarının tekrarlanabilirliğini ve kalibrasyon doğruluğunu belirlemeye ilişkin testler
- Bakım ve destek (uzaktan yazılım güncellemelerini kontrol eden) testleri



SIRA SİZDE

Tıbbi laboratuvarlarda kullanılan antibiyogram cihazıyla tespit edilebilen mikroorganizmaları örnekte verildiği gibi aşağıda boş bırakılan alanlara yazınız.

Gram pozitif koklar

Mayalar

Bacillus cinsi bakteriler

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME**A) Aşağıdaki cümlelerde geçen yargılar doğru ise parantez içine “D” yanlış ise “Y” yazınız.**

- (....) 1. Mikrobiyoloji; mikroorganizmaların yapısını, işlevlerini, üreme ve büyüme şekillerini inceler.
- (....) 2. Etüv cihazı yalnızca sterilizasyon yapan bir cihazdır.
- (....) 3. Kan kültür cihazlarında hastadan alınan kan örnekleri, cihaz tarafından belirli bir sıcaklık ve uygun koşullarda soğutulur.
- (....) 4. Kan kültür cihazlarında dengesiz yük, cihazın gürültülü çalışmasına neden olabilir.
- (....) 5. Bakterilerin kimlik tespiti sadece bakteri tanımlama cihazlarıyla gerçekleştirilir.

B) Aşağıdaki cümlelerde yer alan boşlukları uygun ifadelerle doldurunuz.

6. Üzerinde veya içinde mikroorganizma üretilmiş besi yerine adı verilir.
7. Alınan numunelerin steril bir besi yerine uygun koşul ve yöntemler ile aktarılması işlemine denir.
8. Bir besi yerinde kültürü yapılmış mikroorganizmanın başka bir besi yerine aktarılmasına denir.
9. Laboratuvarda görevli çalışanı, çalışma ortamını ve deneyi; kontamine olabilecek biyolojik maddelerden korumak amacıyla tasarlanmış özel çalışma alanınadenir.
10. Hastadan alınan kan örneklerinde bakteri, mantar veya diğer mikroorganizmaların varlığını tespit etmek amacıyla kullanılan laboratuvar ekipmanına denir.

C) Aşağıdaki soruların doğru cevabını işaretleyiniz.

11. Aşağıdakilerden hangisinde, ultra düşük sıcaklık derin dondurucularının çalıştığı sıcaklık aralığı doğru şekilde verilmiştir?
- A) -2 ile +8 °C
- B) -15 ile -35 °C
- C) -35 ile -60 °C
- D) -60 ile -86 °C
- E) -60 ile -96 °C
12. Aşağıdakilerden hangisi mikrobiyoloji laboratuvarında kullanılan sarf malzemelerden biri değildir?
- A) Agar plakları
- B) Buzdolabı
- C) Eldivenler
- D) Petri kapları
- E) Steril numune kapları

13. Aşağıdakilerden hangisi bakteri tanımlama ve antibiyogram cihazlarında sıklıkla karşılaşılan sorunlardan biri değildir?

- A) Hidrolik problemler
- B) İnkübasyon sorunları
- C) Kalibrasyon problemleri
- D) Elektrik sorunları
- E) Yazılım hataları

14. Aşağıdakilerden hangisi bakteri tanımlama yöntemlerinden biri değildir?

- A) Antijen ve antikor tabanlı testler
- B) Bakteri tanımlama ve antibiyogram cihazı
- C) Biyokimyasal yöntemler
- D) Elektrokimyasal yöntemler
- E) Polimeraz Zincir Reaksiyonu cihazı

15. Aşağıdakilerden hangisi sıvı besi yerine göre bakteri ekim yöntemlerinden biridir?

- A) Dökme plak
- B) Çekme
- C) Öze ile ekim
- D) Sürme
- E) Yayma

Ç) Aşağıda verilen soruların cevabını boş bırakılan alana yazınız.

16. Kültür testlerinin işlem adımlarını sırasıyla yazınız.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

17. Mikrobiyoloji laboratuvarlarında sıklıkla kullanılan cihazlardan en az beş tanesini yazınız.

18. Bakteri tanımlama cihazlarında karşılaşılan arıza türlerini ve bu arızaların çözüm yollarını yazınız.

19. Biyolojik güvenlik kabinlerinin tanımını yapınız. Bu cihazların yıllık bakımında yapılması gereken işlemlerden en az beş tanesini yazınız.

6. ÖĞRENME BİRİMİ



KAN SAKLAMA DOLAPLARI

KONULAR

- 6.1. KAN SAKLAMA DOLAPLARININ MONTAJI
- 6.2. SOĞUTMA GAZI KAÇAK KONTROLÜ
- 6.3. SİSTEME GAZ VAKUMLAMA SETİYLE (GRAMAJINDA) SİSTEME GAZ VERME
- 6.4. BORULARA VE EKLEM YERLERİNE GÜMÜŞ KAYNAĞI YAPMA
- 6.5. KAN SAKLAMA DOLAPLARINDA SOĞUTMA SİSTEMİ
- 6.6. KAN SAKLAMA DOLAPLARINDA ELEKTRONİK KONTROL KARTI
- 6.7. KAN SAKLAMA DOLAPLARINDA ISI KAYIT MODÜLÜ
- 6.8. KAN SAKLAMA DOLAPLARININ KALİBRASYONU

HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

1. Mehtap Hanım bir temmuz akşamında misafir ağırlamış ve arta kalan yemekleri buzdolabına kaldırmayı unutmuştur. Ertesi sabah uyandığında yemeklerde garip bir koku olduğunu fark etmiştir. Bu durumun nedenleri hakkındaki görüşlerinizi sınıfta arkadaşlarınızla paylaşınız.
2. Trombosit değerlerinin düşük olduğu teşhis edilen Hasan Bey, bir ameliyata girecektir. Ameliyat öncesinde doktorlar, birkaç tüp trombositin bulunması gerektiğini söylemişlerdir. Önceden temin edilen trombositin ameliyat gününe kadar nasıl muhafaza edileceğini tartışınız.



KAN SAKLAMA DOLAPLARI

6.1. KAN SAKLAMA DOLAPLARININ MONTAJI

Biyomedikal adlandırma ve sınıflandırma kılavuzunda temel SI birimleri veya devir, kuvvet ve akış (hava, sıvı, gaz) birimlerinden bir veya birkaçının ölçüldüğü biyomedikal dayanıklı ve tüketim niteliğindeki taşınır grubuna kan saklama dolapları dâhil edilmiştir.

6.1.1. Kan Saklama Dolabının Tanımı ve Yapısı

Kan saklama dolapları, kan ve kan ürünlerini 4 °C’de saklamak için özel olarak tasarlanmış, sıcaklık kontrollü soğutma cihazlarıdır. Bu cihazlar, kan bankalarında ve hastanelerde yaygın olarak kullanılır (Görsel 6.1).



Görsel 6.1: Kan saklama dolabı

6.1.2. Kan Saklama Dolaplarının Kullanım Amacı ve Özellikleri

Kan saklama dolapları, kan ve kan ürünlerinin sabit sıcaklıkta, belirli bir süre yapılarının bozulmadan saklanabilmesi amacıyla tasarlanmış cihazlardır. Kan ve kan ürünleri kan saklama dolaplarında belli bir süre bozulmadan saklanabilir. Kan saklama dolapları, evlerde kullanılan buzdolapları ile benzer çalışma prensibine sahiptir. Kan saklama dolaplarında saklanan kan ürünleri, ağzı kapalı torbalarda olmalıdır. Biyomedikal alanında farklı özelliklere sahip kan saklama dolapları bulunur. Kan saklama dolaplarının genel özellikleri şunlardır:

- Kan saklama dolapları kabin şeklindedir. Kabinin dış yüzeyi paslanmaya dayanıklı elektros-tatik boyalı galvaniz sacdan, iç yüzeyi ise paslanmaz sac malzemeden üretilmiştir.
- Kabinin içinde kan ürünlerinin koyulduğu, paslanmaz çelikten üretilmiş çekmeceler bulunur. Kan saklama dolaplarının kapasiteleri, üretici firmaya ve cihazın modeline göre değişebilir.
- Dolabın kapısı çift kat ısı camlı, kilitlenebilir ve mıknatıslıdır. Bu özellikler stok takibi yapmak için önemlidir. Bu dolaplardaki kan ürünlerinin ideal saklanma sıcaklığı 2 ile 8 °C arasındadır. Fabrika çıkışında cihazlar 4 °C'ye ayarlıdır. Bu nedenle cihazın kullanımı sırasında herhangi bir ayarlama yapmaya gerek yoktur.

- Kabinin içinde güçlendirilmiş fan sistemi bulunur. Bu sistem cihazın içindeki ısının eşit olarak dağılmasını sağlar.
- Kan saklama dolapları, alt ve üst sıcaklık değerleri aşıldığında alarm verecek şekilde tasarlanır. Cihazın iç kabini LED ışıklarla aydınlatılır.
- Kan ürünlerinin saklama dolaplarında korunma süreleri sınırlıdır. Bu süreler farklı kan ürünleri için değişkenlik gösterir.

6.1.3. Soğutma Sistemini Oluşturan Elemanların Yapısı ve Görevleri

Kan saklama dolapları, kan ve kan ürünlerinin sabit sıcaklıkta saklanması için tasarlanmış cihazlardır. Evlerde kullanılan buzdolapları ile benzer çalışma prensiplerine sahiptir. Kan saklama dolaplarındaki soğutma sisteminin temel elemanları ve işlevleri aşağıda başlıklar hâlinde açıklanmıştır.

Kompresör (Sıkıştırıcı-Ekovat): Gazları sıkıştırarak hacimlerini azaltıp basınçlarını artıran mekanik bir cihazdır (Görsel 6.2). Kompresörün yapısında, aşağı ve yukarı yönde hareketi sağlayan pistonlar bulunur. Piston aşağı yönde hareket ettiğinde kompresör silindrine gaz girişi olur. Daha sonra pistonlar yukarı hareket eder ve gaz sıkıştırılır. Bu esnada sıkışan gazın geldiği yere geri gitmesini önleyen ince valfler devreye girer. Böylece gaz basıncı istenen seviyeye getirilir.



Görsel 6.2: Buzdolabı kompresörü

Kompresörde ısı kontrolünü sağlayan termostat bulunur. Termostat, ısı değeri istenilen seviyeye geldiğinde devreye giden enerjiyi keser ve kompresör durur. Isı değeri istenilen değerin altına düştüğünde ise devreye enerji verilir ve kompresör çalışır.

Kondenser (Yoğuşturucu): Kompresörden gelen yüksek basınçlı gazı soğutarak sıvı hâle geçmesini sağlar. Soğutucuların duvara yakın olmaması ve doğrudan güneş ışığına maruz kalması gerekir.

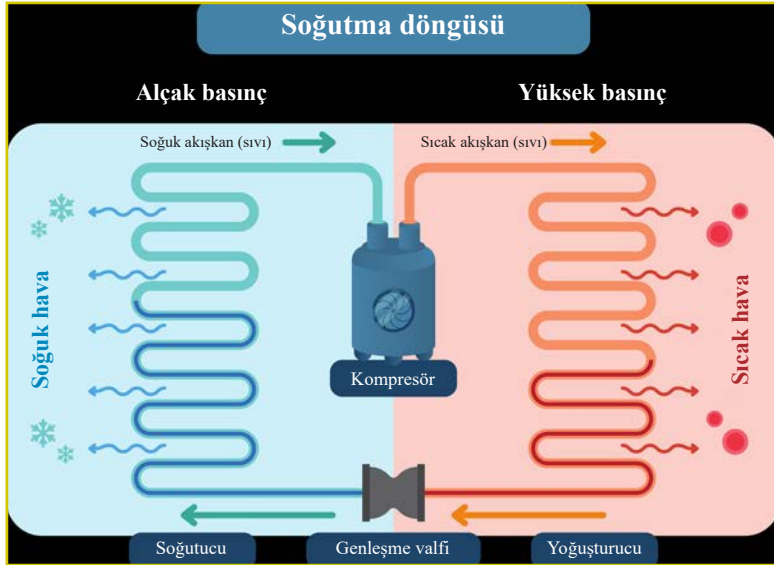
KAN SAKLAMA DOLAPLARI

Evaporatör (Soğutucu, Buharlaştırıcı): Soğutma sistemlerinde kullanılır ve akışkan sıvıların gaz hâline geçmesini sağlar. Akışkan sıvı dış ortamdan ısı alarak buharlaşır. Bu nedenle akışkan sıvının ısı artarken ortamın sıcaklığı azalır (Görsel 6.3).



Görsel 6.3: Buzdolabındaki evaporatör tüpler

Genleşme Valfi: Soğutucu akışkanın basıncını ayarlayarak kontrollü bir şekilde akmasını sağlar. Kondenserdan gelen soğutucu akışkan genleşme valfinden geçerek evaporatöre ulaşır. Görsel 6.4'te soğutucu akışkanın soğutma sistemindeki akış yönü gösterilmiştir.



Görsel 6.4: Soğutma sisteminin akış diyagramı

Drayer (Süzgeç, Kurutucu): Soğutma sistemlerinde kullanılan gazları filtreleyerek temizler.

Kılcal Boru (Basınç Ayarlayıcı): Sıvı hâldeki gazın geçiş miktarını ve basıncını ayarlayan elemandır.

**BİLGİ NOTU**

Soğutma koşulları uygun olmadığında kan ürünlerine bakteri bulaşma riski artar. Genleşme valfinin ve kılcal borunun soğutma sisteminde benzer işlevleri vardır.

**SIRA SİZDE**

Aşağıdaki tabloda verilen kan saklama dolabının temel bileşenlerinin görevlerini yazınız.

Temel Bileşen	Görevi
Kompresör	
Kondanser	
Evaporatör	
Genleşme Valfi	
Drayer	

6.1.4. Kan Saklama Dolaplarının Montajı

Kan saklama dolapları; kan ve türevleri, biyolojik sıvılar ve dokular, reaktifler, kimyasallar ve stokların korunması için kullanılır. Genel olarak, sıcaklık ne kadar yüksekse o kadar fazla kimyasal ve biyolojik aktivite mevcuttur. Sıcaklığı düşürerek, korunacak maddelerin bileşimi ve yapısı üzerindeki etkiler kontrol edilebilir. Ana stokların korunması için kullanılanlar ($-86\text{ }^{\circ}\text{C}$) veya reaktiflerin ve çeşitli biyolojik ürünlerin korunması için yeterli olan $2\text{ ile }8\text{ }^{\circ}\text{C}$ aralığındaki sıcaklıklar gibi son derece düşük sıcaklık aralıklarına ulaşmak mümkündür. Bu amaçla tasarlanmış bir kan saklama dolabının kurulumunda dikkat edilmesi gereken hususlar sıralanmıştır;

- Ekipmanın voltajına ve frekansına uygun bir topraklama direğine sahip elektrik bağlantısı olmalıdır. Kapasitelerine bağlı olarak buzdolapları ve dondurucular genellikle $115\text{ V, }60\text{ Hz}$ ve $220\text{-}240\text{ V, }50\text{ Hz}$ arasındaki değerlerde seçilir.
- Aynı elektrik devresine bağlı birden fazla ünite kuruluysa, kapasitenin (elektrik gücü) ve güvenlik cihazlarının bu ünitelerin ihtiyaç duyduğu güç miktarını sağlamak için yeterli olduğu doğrulanmalıdır.
- Ünitenin doğrudan elektrik prizine bağlanmalıdır. Ünitenin aşırı yüklenmiş veya voltaj eksikliği olan bir elektrik prizine bağlanmadığından emin olunmalıdır. Elektrik uzatmalarının kullanımından kaçınılması gerekmektedir. Elektrik prizi üniteden 2 metreden daha uzakta olmamalıdır.

KAN SAKLAMA DOLAPLARI

- Ünitenin düz bir yüzeye yerleştirilmesi ve ekipmanın etrafında boş alan bırakılmaması gerekmektedir. Kan saklama dolaplarının tabanında, zemin seviyesindeki küçük farklılıklara uyum sağlamalarını sağlayan bir düzleştirme sistemi bulunması önerilir. Yoğuşturucunun havalandırılmasını kolaylaştırmak için ünitenin yanlarında ve arkasında ortalama 15 cm'lik bir boş alan bırakılması önemlidir.
- Üniteyi doğrudan güneş ışığına, radyatör veya ısıtıcı gibi bir ısı kaynağının yakınına yerleştirmekten kaçınılması gerekir. Çevreyle yoğuşturucu arasındaki sıcaklık farkı ne kadar büyükse, ısı transferi o kadar verimli olacaktır.

6.2. SOĞUTMA GAZI KAÇAK KONTROLÜ

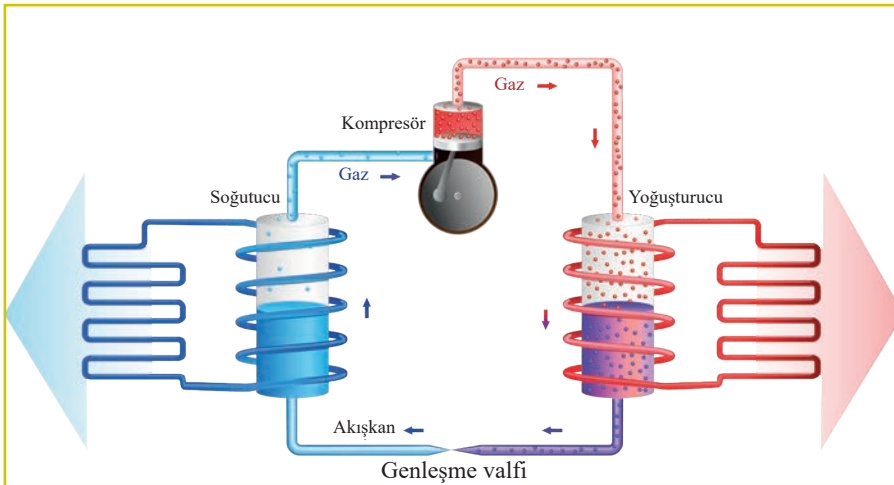
Soğutma sistemlerinde yıpranma, aşınma gibi nedenlerle soğutucu gaz kaçakları olabilir. Sistemde gaz kaçağının olması sistemin çalışma performansını olumsuz etkiler. Bir soğutma sisteminde sıcaklığın istenilen seviyede tutulamamasının temel nedenlerinden biri gaz kaçaklarının olmasıdır.

6.2.1. Kan Saklama Dolabında Soğutma Gazının Kullanımı

Kan saklama dolapları kan ve türevlerinin, biyolojik doku ve sıvıların korunması ve saklanması için ısının kontrol altında tutulduğu cihazlardır. Yüksek sıcaklıkta biyolojik ve kimyasal aktivite fazla olacağı için sıcaklığın belli bir seviyede tutulması önemlidir. Bu cihazlarda kullanılan soğutma sistemi, kan ve türevlerinin korunması açısından önemlidir.

Bir ortamı soğutmak için ortamdaki ısıyı çekmek gerekir. Bu da ısı alışverişi ile mümkündür. Isı alışverişine örnek olarak, birinin eline kolonya döküldüğünde, kolonya temas ettiği ciltten ısı alarak buharlaşırken ciltte ısı kaybına bağlı olarak bir serinlik hissi oluşur. Bu durum, ısı iletimi ile soğutmaya örnek olarak verilebilir.

Soğutma sisteminin soğutma döngüsünde, ısı aktarımını sağlayan **soğutucu akışkanlar** kullanılır. Kompresör ile bu gazların sistem içinde sürekli dönmesi sağlanır. Akışkan madde, soğutma sisteminin içinde basınç ve sıcaklığa bağlı olarak bazen gaz bazen de sıvı hâlde bulunur. Soğutucu gazlar termodinamik yasalarına bağlı olarak buzdolabının içindeki kılcal borularda dolaştırılır. Soğutma döngüsünün (Görsel 6.5) çalışma prensipleri aşağıda sıralanmıştır;



Görsel 6.5: Soğutma döngüsü

- Kompresör, soğutucu gazı sıkıştırır. Sıkışan gaz, yüksek sıcaklık ve basınçla kondensere ilerler.
- Soğutucu akışkan kondensere gelir. Kondensere gelen akışkanın sıcaklığı ortamın sıcaklığından fazladır. Isı alışverişi ile soğutucu akışkandan dış ortama ısı iletimi olur. Isı kaybeden soğutucu akışkan kondenseri terk ederken yoğuşmuş ve sıvı hâle geçmiştir.
- Kondenser genellikle soğutma sisteminin arka kısmında bulunur. Soğutma sistemlerinin arkasının sıcak olmasının nedeni kondensere dışarıya atılan ısıdır. Kondensere dışarıya ısının rahatça yayılması için soğutma sistemleri ile duvar arasında bir miktar mesafe olması önemlidir.
- Kondensere çıkan soğutucu akışkanın sıcaklığı düşmüştür ancak basınç hâlâ yüksektir. Soğutucu akışkan, kondensere sonra kılcal boru ile taşınır. Kılcal boruda soğutucu akışkanın basıncı azalır ve akış miktarı ayarlanır.
- Kılcal boru ile taşınan soğutucu akışkan evaporatöre gelir. Soğutucu akışkan burada ortamdaki ısı alarak yeniden gaz hâle gelir. Evaporatörden çıkan soğutucu akışkan kılcal boru ile taşınarak tekrar kompresöre gelir ve döngü bu şekilde devam eder.

6.2.2. Kan Saklama Dolaplarında Kullanılan Gazlar

Soğutucu akışkanlarda bulunması gereken özelliklerin başlıcaları şunlardır:

- Buharlaştırma basıncı yüksek ve yoğuşma sıcaklığı düşük olmalıdır.
- Temin edilmesi kolay ve ekonomik olmalıdır.
- Yanıcı, patlayıcı olmamalı ve kimyasal tepkimeye girmemelidir.
- Isı geçirgenliği yüksek olmalıdır.
- Yalıtkan olmalıdır (elektrik iletkenliği olmamalıdır).
- Koku, renk gibi özellikleri ile herhangi bir kaçak tespitine imkân vermemelidir.
- Düşük güçte çalışabilmelidir.
- Özgül hacmi ve viskozite değeri düşük olmalıdır.

Soğutma sistemi için seçim yapılırken olabildiğince fazla özelliğe sahip sistemler tercih edilmelidir. Çünkü yukarıda sözü edilen özellikler en ideal özelliklerdir ve her bir soğutucu akışkan bu özelliklerin tümüne sahip olmayabilir.

6.2.3. Soğutucu Akışkan Çeşitleri

Soğutucu akışkanlar çeşitli kuruluşlar tarafından sınıflandırılıp adlandırılmıştır. Bu kuruluşlardan biri olan Amerikan Isıtma, Soğutma ve Klima Mühendisliği Birliği [American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers [Amerikanın sosaytı of hiğting, rıfricireyting end eyir kındışining incinıyırıs (ASHRAE)], soğutucu gazları toksisite ve yanıcılık özelliklerini dikkate alarak sınıflandırmıştır. Her soğutucu akışkan bir numara ile adlandırılmıştır. Bu adlandırma genellikle başlarına R harfi konularak standardize edilmiştir.

KAN SAKLAMA DOLAPLARI

Tablo 6.1’de soğutucu akışkanların sembol, toksisite ve özellikleri, Tablo 6.2’de ise bazı soğutucu akışkanların ASHRAE numaraları ve formülleri verilmiştir.

Tablo 6.1: Soğutucu Gazların Toksikite, Yanıcılık Sembolleri ve Özellikleri

SEMBOL	ÖZELLİK
A	Hafif toksik özellik gösteren soğutucu gazlar
B	Toksik özellik gösteren soğutucu gazlar
1	Yanıcılık tanımlı olmayan gazlar
2	Hafif yanıcı özellik gösteren gazlar
3	Yüksek yanıcı özellik gösteren gazlar

Tablo 6.2: ASHRAE Tarafından Adlandırılan Soğutucu Gazlar

ASHRAE NUMARASI	ADI	FORMÜLÜ
R-717	AMONYAK	NH ₃
R-50	METAN	NH ₄
R-744A	AZOT DİOKSİT	N ₂ O
R-610	ETİL ETER	C ₂ H ₅ OC ₂ H ₅
R-508B	R23/116 (KARIŞIM GAZ)	

Soğutucu akışkanlar saf veya karışım hâlinde bulunabilir. Saf hâlde olanlar ise inorganik ve organik olmak üzere ikiye ayrılır.

Su (H₂O), amonyak (NH₃), karbondioksit (CO₂) ve kükürtdioksit (SO₂) inorganik saf soğutucu akışkanlara örnek olarak verilebilir. Organik yapılu soğutucu akışkanlar ise özelliklerine göre yapısında karbon, brom, flor ve hidrojen bulunduran bileşiklerdir. Soğutucu akışkanlar buldukları elementlere göre dörde ayrılır.

- 1. Bromofloro Karbonlar (Halonlar):** Karbon, brom, flor ve klordan oluşan ve ozon tabakasına en fazla zarar veren soğutucu akışkanlardır (halon gazı).
- 2. Klorofloro Karbonlar (CFC):** Klor, flor ve karbondan oluşur. Halonlardan sonra ozon tabakasına en fazla zarar veren soğutucu akışkanlardır. Zehirleyici ve yanıcı olmamaları nedeniyle sıklıkla kullanılır (R11 ve R12).
- 3. Hidroklorofloro Karbonlar (HCFC):** Hidrojen, klor, flor ve karbondan oluşur. Ozon tabakasına zararları düşüktür. Ancak bu soğutucu akışkanlar sera etkisine neden olur (R22).

**BİLGİ NOTU**

Atmosferdeki gazların, güneşten yansıyan ışınları tutması ile dünyanın normalden fazla ısınmasına **sera etkisi** denir.

4. Hidrofloro Karbonlar (HFC): Hidrojen, flor ve karbondan oluşur. Ozon tabakası üzerinde bilinen bir zararları yoktur (R134 ve R32).

Saf olmayan soğutucu akışkanlar iki veya daha fazla gazın bir araya gelerek oluşturduğu akışkanlardır. Karışım hâlindeki soğutucu akışkanlarda ideal özellikler sağlanarak akışkanların soğutma sistemi için daha verimli hâle getirilmesi sağlanır.

Genel olarak kan saklama dolaplarında kullanılan soğutucu akışkanlar aşağıda verilmiştir.

R12: Zehirsizdir. Yanıcı ve patlayıcı özellikleri yoktur. Bu nedenle en fazla tercih edilen soğutucu akışkandır.

R22: Güvenli ve zehirsizdir. Yanma ve patlama özelliği olmayan soğutucu akışkandır.

R134A: Termodinamik ve fiziksel özellikleri nedeniyle R12'ye en yakın akışkandır. Ozon tabakasına herhangi bir zararı tespit edilmemiştir.

**BİLGİ NOTU**

Kan saklama dolaplarında ozon tabakasına zarar veren CFC soğutucu gazları tercih edilmez.

6.2.4. Gaz Verme İşleminde Dikkat Edilmesi Gereken Hususlar

Kan saklama dolaplarında farklı özelliklerde soğutucu akışkanlar kullanılmaktadır. Bu akışkanlar üretici firmaya göre değişiklik gösterir. Kan saklama dolaplarına gaz verme işlemi sırasında dikkat edilmesi gereken hususların başlıcaları şunlardır:

- Cihazın servis el kitabı incelenerek kullanılan akışkanın cinsi ve özellikleri belirlenmelidir.
- Soğutucu akışkanın miktarı belirlenmelidir.
- Vakumlama yapılmalıdır.
- Gaz verme işleminden önce sistemde kaçak olmadığından emin olunmalıdır.
- Cihazdaki gaz miktarı kadar gaz dolumu yapılmalıdır. Belirlenen akışkan değerinden az veya fazla miktarda gaz dolumu yapılması sakıncalıdır.

KAN SAKLAMA DOLAPLARI

6.2.5. Gaz Kaçaklarının Tespiti

Soğutma sistemlerinde, tesisat bağlantılarındaki hatalar veya zamanla bağlantı ve borulardaki yıpranmalar nedeniyle soğutucu gaz kaçakları oluşur. Bu kaçaklar sabit kaçaklar olabileceği gibi cihaz çalışırken belirli sıcaklık veya basınçta ortaya çıkan kaçaklar şeklinde de görülebilir. Tüm gaz sistemlerinde kaçaklar olabilir.

Gaz kaçaklarının tespiti için uygulanacak başlıca yöntemler aşağıda açıklanmıştır.

Fiziksel Kontrol: Herhangi bir kaçak durumunda ilk denemesi gereken tespit yöntemidir. Tespit edilme kolaylığı açısından soğutucu gazların koku, renk gibi özelliklerinin belirgin olması istenir. Koklayarak, gazın sesine kulak vererek veya gözlem yaparak kaçak tespiti yapılabilir.

Sabun Köpüğü: Su ve sabundan oluşan karışım bir tüp yardımıyla kaçak şüphesi olan yerlere püskürtülür. Bir gaz sızıntısı varsa kaçak noktasında köpük oluşacaktır (Görsel 6.6). Tüm gaz çeşitlerinde bu yöntem kullanılabilir.

Elektronik Gaz Kaçağı Dedektörü: Gazı algılayan bir dedektör ile kaçak gaz tespit edilir (Görsel 6.7). Tüm florokarbon soğutucu akışkanlardaki gaz kaçakları bu yöntemle tespit edilebilir. Dedektör, kaçak durumunda sesli veya ışıklı uyarı verir.

Soğutma Sistemine Basınçlı Azot Gazı Uygulanması: Soğutma sistemine dışarıdan ilave gaz verilerek yapılan kaçak testidir. Bu test yönteminde kuru azot gazı veya helyum gazı kullanılır. Kolay temin edilmesi, kimyasal tepkimeye girmemesi, güvenli ve ekonomik olması gibi nedenlerle genellikle azot gazı kullanılır. Oksitlenme ve patlayıcı özelliklerinden dolayı oksijen gazı; yağlama yağının özelliğini bozması nedeni ile asetilen gibi gazlar kullanılmaz. Bu yöntemde bir azot gazı tüpü, bir basınç regülatörü ve bağlantı elemanları kullanılır. Sistemin içinde fazla basınç oluşması önlenerek soğutma sistemine azot gazı gönderilir. Bu esnada gaz kaçağı olup olmadığı kontrol edilir.



Görsel 6.6: Sabun köpüğü ile gaz kaçağı tespiti



Görsel 6.7: Elektronik gaz kaçağı dedektörü



SIRA SİZDE

Bir soğutma sistemindeki kaçak gaz kontrolünü tespit etmede hangi yöntemi tercih edersiniz? Aşağıda boş bırakılan alana tercih sebeplerinizle birlikte yazınız.

Kaçak gaz kontrolünde yöntemini tercih ederim. Çünkü;

6.3. GAZ VAKUMLAMA SETİ İLE GRAMAJINDA SİSTEME GAZ VERME

Montajı tamamlanan soğutma sistemine, ilk çalıştırmada soğutucu akışkan dolumu yapılır. Soğutma sistemindeki soğutucu akışkan miktarı azaldıkça dolum işlemi tekrarlanır.

Soğutucu akışkan dolumu yapılmadan önce soğutma sisteminin kuru ve temiz olması gerekmektedir. Soğutma sistemine gaz dolumu vakum şarj cihazı ile yapılır. Sisteme gaz vermek için vakum şarj cihazı, servis manifoldu ve bağlantı elemanları gereklidir.

Servis Manifoldu: Üzerinde vakum (emme) ve dolum (şarj) basınç göstergeleri bulunan, soğutma sistemi ile vakum şarj cihazı arasında bağlantıyı sağlayan elemandır (Görsel 6.8). Servis manifoldunda emme basınç göstergesi (alçak basınç manometresi), emme servis valfi, basma basınç göstergesi (yüksek basınç manometresi), basma servis valfi ve dolum (şarj-vakum) girişleri bulunur.

Emme servis valfi, soğutma sisteminin emme servis hattına; basma servis valfi, soğutma sisteminin basma servis hattına bağlanır. Manifoldun ortasındaki girişe ise soğutucu silindir ve vakum pompası bağlanır (Görsel 6.9). Servis manifoldundaki emme, basma ve dolum hatları farklı renk kodları ile gösterilir. Emme hattı göstergesi ve hortumu mavi, basma hattı göstergesi ve hortumu kırmızı, ortadaki dolum hattı ise sarı renkle gösterilir.



Görsel 6.8: Servis manifoldu



Görsel 6.9: Soğutma sistemine gaz tüpünün bağlanması



BİLGİ NOTU

Emme hattı, soğutucu akışkanı evaporatörden kompresöre taşıyan hattır. Emme hattına **alçak basınç hattı** da denir. Basma hattı, kompresörde basınçlandırılan soğutucu akışkanı kondensere ileten hattır. Basma hattına **yüksek basınç hattı** da denir.

6.3.1. Vakum Şarj Cihazının Kullanımı

Oksijen soğutma sistemleri için oldukça zararlı bir gazdır. Nem, hava ve toz zerrecikleri soğutma sistemleri için kirlilik unsurudur. Bu unsurlar soğutma sisteminde korozyon, bakır kaplanması, karbonlaşma gibi reaksiyonlar oluşturarak soğutma sisteminin çalışmasını olumsuz etkiler. Herhangi bir nedenle soğutma sistemi atmosfere açık hâle geldiyse soğutma sisteminin içine hava, nem veya toz zerrecikleri girebilir. Soğutma sisteminin çalışması için sisteme gaz dolumu yapılmadan önce, soğutma sistemindeki bu istenmeyen unsurların sistemden uzaklaştırılması gerekir. Bu işleme **vakumlama**, bu işlemi yapan cihazlara ise **vakum şarj cihazı** (Görsel 6.10) denir. Vakum şarj cihazı hem sistemdeki nem, hava, toz gibi istenmeyen unsurları uzaklaştırır hem de soğutma sistemine soğutucu akışkan dolumu gerçekleştirir.



Görsel 6.10: Vakum şarj cihazı

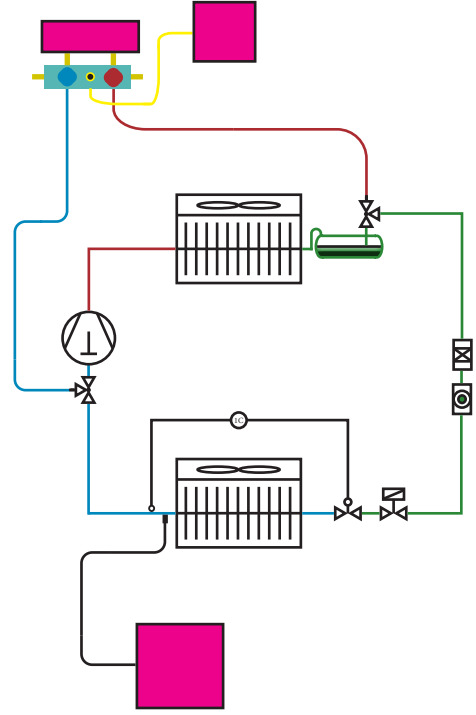
Vakum şarj cihazının özellikleri ve kullanımı aşağıda anlatılmıştır.

- Vakum şarj cihazının üzerinde elektronik terazi bulunur. Bu terazi ile soğutma sistemine verilecek gazın gramajı ayarlanır.
- Vakum şarj cihazı ile soğutma sistemine çift taraflı vakum yapılabilir.
- Vakum şarj cihazının üzerinde vakum ve gaz göstergeleri, sisteme gaz verilmesini ve sistemi vakumlamayı sağlayan çeşitli düğme ve bağlantı hortumları vardır.
- Vakum şarj cihazı ile soğutma sistemi arasındaki bağlantılar servis el kitabında tarif edildiği şekliyle yapılır.

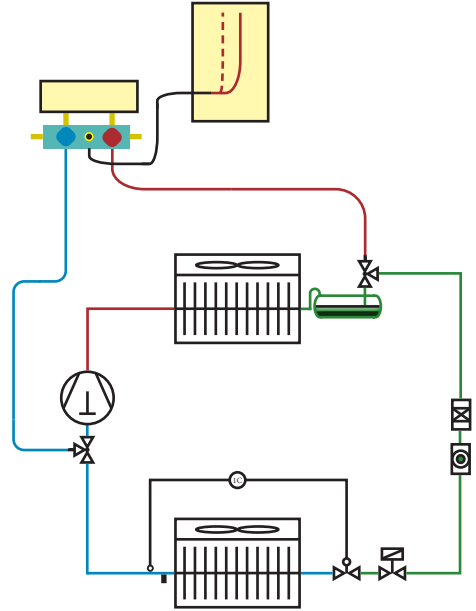
- Servis manifoldunun sarı hortumu vakum şarj cihazına bağlanır. Mavi renkli alçak basınç göstergesi emme hattına, kırmızı renkli yüksek basınç manometresi basma hattına bağlanır (Görsel 6.11).
- Vakum pompasının düğmesine basılır ve vakum şarj cihazı soğutma sistemindeki gazı vakumlar.
- Vakum göstergesi 0 (sıfır) olana kadar vakumlama devam eder. Bu işlem 30-60 dakika sürer.
- Vakumlama bittiğinde vakum şarj cihazı kapatılır ve bir süre beklenir.
- Bekleme süresi sonunda vakum göstergesinin, 0 değerinden farklı bir değer göstermesi sistemde kaçak olduğu anlamına gelir.

Soğutma sistemine gaz verme sırasında izlenecek adımlar şunlardır:

- Soğutma sisteminde kullanılacak gazın özellikleri ve gramajı servis el kitabında belirtilen standartlara uygun olmalıdır.
- Şarj esnasında şarj silindiri veya elektronik hassas terazi kullanılmalıdır.
- Soğutma sistemi ile vakum şarj cihazı arasındaki bağlantılar servis manifoldu bağlantılarında anlatıldığı şekilde yapılmalıdır (Görsel 6.12).
- Şarj silindiri, servis manifoldunun orta hattına bağlanmalıdır.
- Vakum şarj cihazında bulunan hassas elektronik terazi ile soğutma sistemine gönderilecek gaz miktarı belirlenmelidir.
- Servis manifoldunun üzerindeki yüksek basınç (basma) valfi ve soğutucu silindirdeki valf kullanılarak sisteme gaz şarjı yapılmalıdır.
- Soğutma sistemine gaz şarjı yavaş yavaş yapılmalıdır.



Görsel 6.11: Vakum şarj cihazı ile vakumlama



Görsel 6.12: Soğutma sistemine soğutucu akışkan şarjı

KAN SAKLAMA DOLAPLARI

**BİLGİ NOTU**

Soğutucu akışkanlarla çalışırken eldiven ve koruyucu gözlük kullanılmalıdır. Soğutma sistemine gaz şarjı hem sıvı hem de gaz hâlde olabilir.

**SIRA SİZDE**

Aşağıda verilen tabloya servis manifoldunun soğutma sistemine bağlantılarını hortum renklerine göre yazınız.

Mavi	Sarı	Kırmızı

6.4. BORULARA VE EKLEM YERLERİNE GÜMÜŞ KAYNAĞI YAPMA

Soğutma sistemlerinin temel elemanı olan soğutucu akışkanlar, soğutma sisteminin içindeki borularda dolaşarak sistemi soğutmayı sağlar. Soğutma sistemleri kapalı çevrim sistemler olduğu için bu sistemde kullanılan boruların sağlamlığı ve özellikleri önemlidir. Borularda oluşacak herhangi bir çatlak soğutma sistemine zarar verir. Soğutma sisteminin borularında meydana gelen çatlak ve sızıntılar gümüş kaynağı tekniği ile giderilir.

6.4.1. Soğutma Sisteminde Kullanılan Boruların Özellikleri

Soğutma sistemlerinde genellikle bakır borular kullanılır (Görsel 6.13). Bakır borular soğutma, ısıtma, doğal gaz ve buz makineleri gibi tesisat sistemlerinde, kondenser ve evaporatör imalatında, soğutmada ve kılcal boruların üretiminde kullanılır.



Görsel 6.13: Bakır borular

Bakır borular çeşitli özelliklerinden dolayı soğutma sistemlerinde tercih edilir. Bu özelliklerin başlıcaları şunlardır:

- Isı ve elektrik iletkenliği yüksektir.
- Korozyona karşı dirençlidir.
- Bakır borular esnektir, kolay şekillendirilir ve montaj işlemleri kolaydır.
- Sürekli bakım gerektirmez. Bu durum uzun vadede işletme maliyetini azaltarak sistemin güvenilirliğini artırır.
- Antibakteriyeldir. Mikroorganizmaların büyümesini önler. Bu durum soğutma sistemlerinde hijyeni sağlar.
- Bakır borular %100 geri dönüştürülebilir özellikleri ile çevre dostudur.
- Bakır boruların sıcaklık değişimlerine karşı genişleme ve büzülme kapasiteleri yüksektir. Bu durum soğutma sistemlerindeki sıcaklık değişimlerine karşı bakır boruların sabit kalmasını sağlar.
- Bakır boruların ısı iletkenliğinin yüksek olması soğutma sistemlerinde enerjinin verimli kullanılmasını sağlar.



ARAŞTIRINIZ

Bakır borularla farklı malzemelerden (plastik, çelik, demir vb.) üretilen boruların maliyetlerini araştırınız. Ulaştığınız maliyet miktarlarını fiyat performans kriterlerine göre karşılaştırınız.

6.4.2. Gümüş Kaynağı Yöntemi

İki metali birbirine sağlam şekilde bağlamak anlamına gelen kaynaklama işlemlerinde en çok tercih edilen yöntemlerden biri gümüş kaynağı yöntemidir. **Gümüş kaynağı yöntemi**, gümüş alaşım malzeme kullanılarak yapılan kaynak işlemidir.

Gümüş kaynağı; düşük erime noktasına, iyi ıslanarak boşlukları doldurma özelliğine, yüksek dayanıklılığa, plastisiteye ve iletkenliğe sahiptir. Gümüş kaynağı bu özellikleriyle alüminyum ve magnezyum gibi düşük erime noktalı metaller dışındaki tüm metalleri sert lehimlemek için kullanılır.



ARAŞTIRINIZ

Sert lehimleme ve yumuşak lehimleme kavramlarını araştırınız. Hangi durumlarda sert, hangi durumlarda yumuşak lehimleme yapılması gerektiğini sınıfta arkadaşlarınızla tartışınız.

KAN SAKLAMA DOLAPLARI



BİLGİ NOTU

Gümüşün kolay lehimlenme özelliği, gümüş kaynağı yönteminin tercih edilmesinde belirleyici bir rol oynar.

6.4.3. Gümüş Kaynağının Yapım Aşamaları

Gümüş kaynağı yapılırken kullanılan malzemeler aşağıda başlıklar hâlinde açıklanmıştır.

Şaloma: Kaynak işlemlerinde kullanılan, düşük, orta ve yüksek enerji çeşitleri olan kaynak makineleridir (Görsel 6.14). Kullanılacak malzemenin kalınlık ve büyüklüğüne göre hangi şalomanın kullanılacağına karar verilir. Şaloma pahalı bir malzemedir.

Boraks: Kaynak işleminde bağlantı yapılacak noktaya sürülen ve şaloma ile ısıtılan, bağlantı noktasına kaynağın yayılmasını sağlayan malzemedir (Görsel 6.15).

Kaynaklama sırasında boraks, bir miktar su ile karıştırılır. Oluşan karışım bir gazoz kapağına konularak alttan şaloma ile ısıtılır ve kaynak yapılacak bölgeye bir fırçayla sürülür.



Görsel 6.14: Şaloma



Görsel 6.15: Boraks

Kaynak Telleri: Kaynak yapımı sırasında kullanılan gümüş tellerdir.

Gümüş Parçaları: Gramla satılan gümüş parçaları tenke makasıyla kesilir. Kaynak yapılacak bölgeye cımbızla konulur ve şaloma ile kaynak yapılır.

Amyant Levha: Kaynak işlemi sırasında ısının boşa harcanmaması ve çalışma tezgâhlarının zarar görmemesi için kullanılan ısıya dayanıklı levhalardır.

Ateş Tuğlaları: Şalomadan çıkan ateşin etrafa sıçramasını önleyen tuğlalardır.

Ağartıcı Toz: Kaynak sırasında rengi değişen metalin temizlenmesinde kullanılan bir tozdur. Suyu karıştırılarak kaynatılır. Temizlenecek metal, ısıtılıp kaynayan toz karışımının içine atılarak temizlenir.

**BİLGİ NOTU**

Gümüş parçaları ve kaynak teller kaynak işleminde eritilerek metallerin tutturulmasını sağlar. Gümüş parçalarla yapılan kaynak işlemi genellikle daha temiz olur.

Gümüş kaynağı yönteminde aşağıdaki işlem basamakları uygulanır.

- Kaynak yapılacak iki borudan biri diğer boruyu içine alacak şekilde genişletilir.
- Boruların birleşim yerinde oluşacak çapak veya metal tozları tel bir fırçayla temizlenir.
- Uygun bir fırçayla boruların iç ve dış yüzeylerindeki oksit tabakaları temizlenir. Temizlenmeyen oksit tabakaları sağlam bir sert lehimin oluşmasını önleyerek sızdırmazlık özelliğini zedeler. Bu durum kaynağın dayanıklılığını azaltır.
- Borulara dekapan sürülür. Dekapanın sürülmesi ile yüzeyler sert lehime hazır hâle gelir.
- Kaynak bölgeleri şaloma ile ısıtılır. Isıtmaya dekapan uygulanmış bölgenin çevresinden başlanır. Doğrudan kaynak bölgesi ve dekapan ısıtılırsa parçalar kaynak sıcaklığına gelene kadar dekapan yanar ve görevini yerine getiremez hâle gelir.
- Parçalar uygun sıcaklığa geldikten sonra gümüş alaşımli kaynak telleri, kaynak bölgesine uygulanarak lehimin tüm yüzeyi sarması sağlanır. Böylece kaynak işlemi tamamlanır.
- Kaynak işleminden sonra kaynağın etrafındaki pasta ve alev artıkları temizlenir.

**BİLGİ NOTU**

Dekapan, korozif bir maddedir. Parçalar üzerinde kalan dekapan zamanla üzerinde bulunduğu malzemeyi korozyona uğratar. Bu durum sistemin sızdırmazlığını zedeler. Dekapan, çıplak elle uygulanmamalıdır. Dekapan el, yüz, göz ve cilt için tehlikelidir. Teması hâlinde temas ettiği bölge bol su ile temizlenmelidir.

6.5. KAN SAKLAMA DOLAPLARINDA SOĞUTMA SİSTEMİ

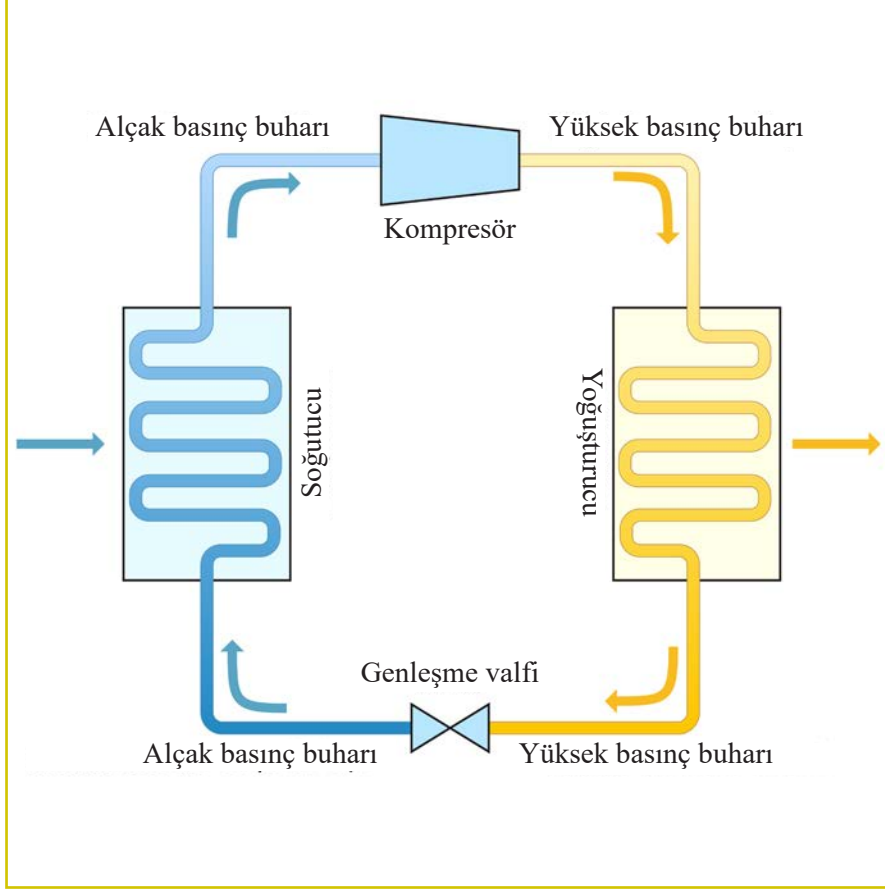
Kan saklama dolaplarında kompresör, evaporatör, kondenser, genişleme valfi ve borulardan oluşan kapalı çevrim soğutma sistemleri bulunur. Bu sistemler **buhar sıkıştırımlı mekanik soğutma sistemleri** diye adlandırılır.

6.5.1. Soğutma Sisteminin Çalışması

Çalışma sistemi, bir soğutucu akışkanın borular ve soğutma elemanlarından geçerek ortamı soğutması ilkesine dayanır.

KAN SAKLAMA DOLAPLARI

Evaporatörden (buharlaştırıcı) gelen düşük sıcaklık ve basınçtaki soğutucu akışkan, kompresör (sıkıştırıcı-ekovat) aracılığıyla basıncı ve sıcaklığı artırılarak kondensere (yoğuşturucu) iletilir (Görsel 6.16).



Görsel 6.16: Soğutma sisteminin yapısı

Kompresör, gazları sıkıştırarak hacimlerini azaltıp basınçlarını artırır. Basınç ve sıcaklığı artırılarak kondensere gelen soğutucu akışkan ısı kaybeder ve yoğuşarak sıvı hâle gelir. Soğutucu akışkan, sıvı hâle geçtiği esnada ortama ısı verilir. Bu ısı kondenserdeki fanlarla soğutma sisteminden uzaklaştırılır. Yoğuşan ve sıvı hâle gelen soğutucu akışkan kondenserden çıkarak genleşme valfine gider. Genleşme valfine gelen soğutucu akışkanın basıncı yüksektir. Burada basıncı düşürülerek evaporatör basıncına uygun hâle getirilir.



BİLGİ NOTU

Evaporatör ile kompresör arasındaki hat, **alçak basınç** veya **emme hattı** olarak adlandırılır. Kompresör ile kondenser arasındaki hat, **basma** veya **yüksek basınç hattı** olarak adlandırılır.

6.5.2. Soğutma Sisteminde Kullanılan Elemanlar

Soğutma sistemlerinde kompresör, evaporatör, kondenser, genişleme valfi gibi temel elemanların yanında sistemin daha verimli ve etkili çalışmasını sağlayacak yardımcı elemanlar da bulunur. Soğutma sisteminin temel elemanları ve işlevleri şunlardır:

Kompresör (Sıkıştırıcı-Ekovat): Soğutma sistemlerinde, soğutucu akışkanı sıkıştırarak sistemdeki soğutucu akışkan dolaşımını sağlayan cihazdır.

Evaporatör (Buharlaştırıcı): Genleşme valfinden gelen düşük basınç ve sıcaklıktaki soğutucu akışkanın ısı çekerek gaz hâle geçmesini sağlayan elemandır.

Kondenser (Yoğuşturucu): Soğutma sistemlerinde buhar hâlindeki soğutucu akışkanın ısı kaybederek sıvı hâle geçmesini sağlayan soğutma elemanıdır.

Genleşme Valfi: Kondenserden gelen yüksek basınçlı sıvı hâldeki soğutucu akışkanın basıncını düşürerek evaporatör basıncına uygun hâle getiren genişleme elemanıdır. Genleşme valfinin görevi soğutucu akışkanın akışını başlatmak, durdurmak ve düzenlemektir.



BİLGİ NOTU

Düşük kapasiteli soğutma sistemlerinde genişleme valfi olarak kılcal boru kullanılır.



SIRA SİZDE

Evaporatörden ve kondenserden soğutucu akışkan geçişi sırasında soğutucu akışkanın ve ortamın ısı değerlerindeki değişimleri (artar-azalır şeklinde) aşağıdaki kutucuklara yazınız.

	Evaporatör	Kondenser
Soğutucu Akışkan		
Ortamın Isı Değeri		

Soğutma sistemlerinde temel soğutma elemanlarının yanında sistemin daha verimli ve güvenli çalışmasını sağlayan yardımcı elemanlar bulunur. Bu yardımcı elemanların soğutma sisteminin daha uzun ömürlü olmasını, tamir, bakım ve onarım işlemlerinin daha kolay yapılmasını ve soğutucu akışkanın temiz tutulmasını sağlama gibi çeşitli görevleri vardır. Soğutma sisteminin yardımcı elemanları ve işlevleri şunlardır:

Sıvı Tankı: Soğutma sistemlerinde kondenser çıkışına konularak kondenserde yoğuşmayan sıvının yoğuşmasını sağlayan elemandır. Böylece soğutucu akışkan genişleme vanasına sıvı olarak girer.

KAN SAKLAMA DOLAPLARI

Filtre: Nem, su, asit, tortu ve parçacıkları tutarak soğutma sisteminin zarar görmesini önleyen kısımdır.

**BİLGİ NOTU**

Soğutma sistemleri filtre olmadan da çalışabilen sistemlerdir. Ancak buhar sıkıştırırmalı soğutma sistemlerinde filtreler mutlaka kullanılır.

Gözetleme Camı: Soğutma sistemlerinin sıvı hattına filtreden önce yerleştirilerek soğutma sisteminde soğutucu akışkanın şarjını, akışkan içindeki nemi ve soğutucu akışkanın akışını gösteren elemandır.

**BİLGİ NOTU**

Gözetleme camında baloncuk veya köpürme görülmesi, sistemdeki soğutucu akışkanın yetersiz olduğunu gösterir.

**SIRA SİZDE**

Soğutma sisteminde soğutucu akışkanın döngüsünü aşağıda boş bırakılan alana yazınız.

6.6. KAN SAKLAMA DOLAPLARINDAKİ ELEKTRONİK KONTROL KARTI

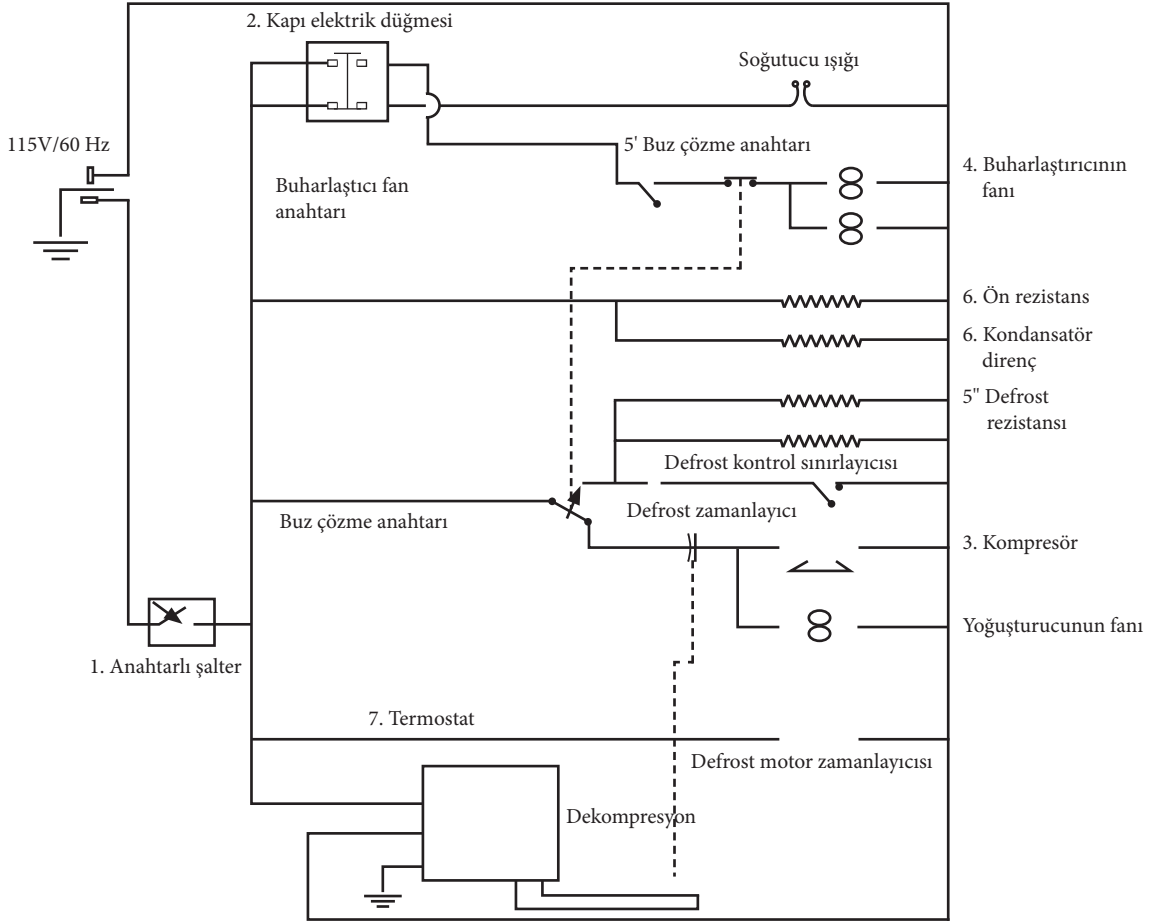
Kan saklama dolaplarında soğutma sisteminin çalışması, elektronik kontrol kartıyla denetlenir. Bu kontrol kartında çeşitli algılayıcılar bulunur.

6.6.1. Kan Saklama Dolaplarındaki Elektronik Kontrol Kartının Çalışması

Kan saklama dolaplarında soğutma sisteminin bütünlüğünü sağlayan, denetimini gerçekleştiren mikroişlemcili elektronik kontrol kartı kullanılır. Soğutma sisteminin içinde dijital olarak gösterilen sıcaklık değerleri, elektronik kontrol kartıyla ayarlanır.

Soğutma sistemlerinin şemaları, cihazların marka ve modeline bağlı olarak değişiklik gösterebilir. Ancak tüm sistemlerde ortak olan temel özellikler vardır.

Soğutma sistemi elektronik kontrol devrelerinde (Görsel 6.17); ortamın fiziki durumunu ve ortamdaki değişiklikleri algılayan anahtarlama elemanları ve ısı sensörleri bulunur. Bu anahtar ve sensörlere **giriş elemanları** denir. Sistemde anahtar veya sensörlerden gelen bilgiler kontrol devresindeki ana kartta değerlendirilir ve bu bilgiler doğrultusunda yapılması gerekenler çıkış elemanlarına aktarılır. Çıkış elemanları; kompresör, soğutma fanı, alarm, aydınlatma ve ikaz lambalarından oluşur.



Görsel 6.17: Elektronik kontrol devresi



ARAŞTIRINIZ

Defrost sistemini araştırınız. Ulaştığınız bilgileri sınıfta arkadaşlarınızla tartışınız.

KAN SAKLAMA DOLAPLARI

6.6.2. Kan Saklama Dolaplarında Kullanılan Algılayıcılar ve Özellikleri

Kan saklama dolaplarında kullanılan algılayıcılar, anahtarlama elemanları (switch) veya ısı sensörleridir. Soğutma sistemlerinde anahtarlama elemanı olarak termostat kullanılır.



Görsel 6.18: Elektronik termostat

Termostat: Isıtma veya soğutma sistemlerinde kullanılan anahtarlama elemanıdır. Sıcaklığı istenilen seviyede tutar. Belirlenen değerlere göre devreye giden akımı keser veya devreye akım verir. Soğutma sistemlerinde ise istenilen soğukluk değerine ulaşıldığında kompresörü devreden çıkarır.

Termostatların elektronik (Görsel 6.18), elektromekanik, mekanik ve sabit değerli termostat olmak üzere dört çeşidi vardır.

Soğutma sistemlerinde kullanılan ısı sensörleri termistörlerdir. Termistörler, sıcaklık değişimlerine maruz kaldıklarında direnç değerleri değişen elektrik elemanlarıdır. Soğutma sistemlerinde NTC (Negative Temperature Coefficient [Negativ Tempirıçır Koeffişınt] (Negatif Katsayılı Direnç)) ve PTC (Positive Temperature Coefficient[Pozitiv Tempirıçır Koeffişınt] (Pozitif Katsayılı Direnç)) olmak üzere iki çeşit termistör kullanılır.

NTC: Ölçülen sıcaklık artınca elektriksel direnci azalan termistör çeşididir. Direnç değeri algılanan ısıyla ters orantılı olarak değişir.

PTC: Sıcaklık artınca elektriksel direnç değeri artan termistör çeşididir. Direnç değeri ısıyla doğru orantılı olarak artar.

6.7. KAN SAKLAMA DOLAPLARINDA ISI KAYIT MODÜLÜ

Kan saklama dolaplarında tutulan kan ürünlerinin uygun koşullarda saklanabilmesi için ortam sıcaklığı 2 ile 8 °C arasında olmalıdır. Bu sıcaklık aralığında kan ürünleri 42-49 gün boyunca bozulmadan saklanabilir. Bu nedenle kan saklama dolaplarındaki sıcaklık değerlerinin düzenli aralıklarla izlenmesi ve ısı kayıt sistemleri ile kaydedilmesi büyük önem taşır.

6.7.1. Isı Kayıt Sistemleri

Isı kayıt sistemleri, kan saklama dolabının sıcaklık değerlerini izleyerek en uygun korumayı sağlar. Uygun depolama sıcaklığından emin olmak için soğutma sistemlerinde ortam sıcaklığı, sıcaklık (grafik veya dijital) kaydedici tarafından izlenir. Bu kaydedici, kan saklama dolabına bağlı bir parça olabileceği gibi ayrı olarak da konumlandırılabilir. Isı kaydediciler, istenmeyen müdahalelere karşı korunaklı olmalıdır.

Sıcaklık kaydediciler, yedi günlük sıcaklık kayıtlarının tutulduğu bir sistemle çalışır. Kayıt sistemlerinde genellikle dairesel kaydediciler kullanılır. Bu elektronik sıcaklık okuma sistemleri, gerekli çalışma aralığı için dakikada en az bir okuma oranında elektronik kayıt üretebilecek kapasitede olmalıdır. Kaydedilen veriler her okumanın tarih ve saatini içermelidir. Herhangi bir alarm durumunda kayıt, alarmın meydana geldiği tarih ve saat bilgisini içermelidir.

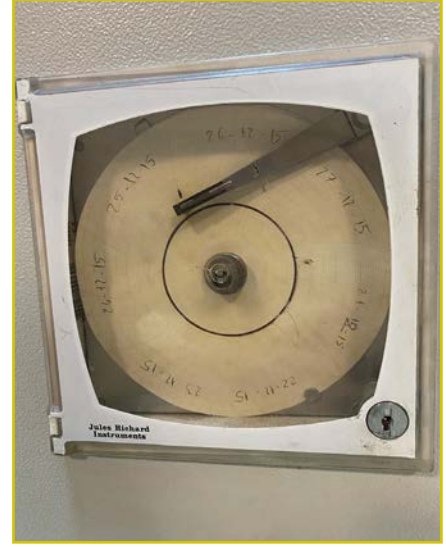
Sistem kendisiyle ilişkili tüm manuel etkileşimlerin elektronik denetim kaydını tutmalıdır. Sistemin teknik değişiklikler, yönetim ve kullanım için bir şifre kontrolü içermesi gerekmektedir.

Sistem tarafından elde edilen sıcaklık kayıtları güvenli elektronik ortamlarda saklanabilir. Bu ortamlar; manyetik bant, CD gerektiğinde basılı kopya gibi ortamlardır.

6.7.2. Dairesel Grafik Kaydediciler

Dairesel grafik kaydediciler kan saklama dolaplarında sıcaklık değerlerini mürekkep kullanmadan kaydeden cihazlardır (Görsel 6.19). Sıcaklık verileri, basınca duyarlı bir kalemle dairesel olarak kayıt kâğıdına aktarılır. Sıcaklık verilerinin değerlendirilmesi sonucu ulaşılan sinyallerdeki sapmalara bağlı olarak kalemin yönü değişir. Yedi gün boyunca kayıt işlemi sürer. Yedi günün sonunda kayıt kâğıdı değiştirilir.

Dairesel grafik kaydedicileri tek veya iki kalemli, mikroişlemci tabanlı cihazlardır. Grafik ve kalemler mikroişlemci tarafından kontrol edilen step motorlarla çalıştırılır. Kalemler sıcaklık verilerinin dairesel grafiklere kaydedilmesini sağlar.



Görsel 6.19: Dairesel grafik kaydedici

Dairesel grafik kaydedicinin bileşenleri şunlardır:

- Ölçüm elemanı
- Çalışma mekanizması
- Grafik sürücüsü
- Kayıt cihazı

Dairesel grafik kaydedicinin bileşenleri genellikle tek bir panoya monte edilir. Bu pano düz bir zemin üzerine yerleştirilir ve kıvrılmaması için klipslerle sabitlenir. Çalıştırma mekanizması, basıncı ölçüm elemanından kayıt cihazına iletir. Daha sonra grafik sürücü ile grafiğin çizimi yapılır.



BİLGİ NOTU

Uygun ışık, eşit basınç, grafik yüzeyinin düz ve pürüzsüz olması, kalem kolunun doğru takılıp kilitlenmesi gibi koşullar güvenilir grafik kayıtları için hayati öneme sahiptir.

KAN SAKLAMA DOLAPLARI



ARAŞTIRINIZ

Tek ve iki kalemlı dairesel grafik kaydedicileri araştırınız. Araştırma sonucu elde ettiğiniz verileri sınıfta arkadaşlarınızla paylaşınız.

6.8. KAN SAKLAMA DOLAPLARININ KALİBRASYONU

Kan saklama dolaplarında kan ürünlerinin doğru sıcaklık değerlerinde saklandığından emin olmak için kalibrasyon işlemi yapılır.

Kan saklama dolabının kalibrasyonunda termometre ve sıcaklık propları kullanılır. Bu termometre ve sıcaklık proplarının çok hassas olması ve hata tolerans değerlerinin çok az olması kalibrasyon işleminin kalitesi açısından önemlidir.

Kan saklama dolaplarının kalibrasyonu, dolap içindeki farklı noktaların sıcaklık değerlerinin ölçülmesi ile yapılır. Dolabın alt ve üst kısımları olmak üzere en az iki farklı noktanın sıcaklığı ölçülür. Dolapta %10'u gliserin ve %90'ı saf su olan bir solüsyon (örnekleme sıvısı) bulunur. Ölçüm probu bu solüsyona batırılarak sıcaklık ölçümü yapılır. Kalibratör probu örnekleme sıvısının içine yerleştirilir. Kalibratör açık durumda bir süre bekletilir. Ölçüm sonunda kalibratör göstergesi ile kan saklama dolabının sıcaklık göstergesindeki sıcaklık değerleri karşılaştırılır. Karşılaştırma sonunda aradaki fark, hata oranı olarak kaydedilir. Kan saklama dolaplarının kalibrasyon işleminde kabul edilebilir hata oranı ± 0.5 °C'dir.

Kalibratör olarak kullanılan termometreler kalibrasyon merkezlerinde ölçüm standartlarına uygun olacak şekilde kalibre ettirilerek belgelendirilmelidir. Bu kalibre işlemi, kan saklama dolaplarının sıcaklığını ölçecek termometrelerin de doğru ölçüm yaptığından emin olmak için gereklidir. Kan saklama dolabının kalibrasyonu, kan ürünlerinin güvenle saklanması ve bulaşıcı hastalıkların önlenmesi açısından çok önemlidir.



SIRA SİZDE

Aşağıda boş bırakılan alana soğutma sistemlerinde sıklıkla kullanılan algılayıcıları ve bu algılayıcıların çalışma prensibini açıklayınız.

A) Aşağıdaki cümlelerde geçen yargılar doğru ise parantez içine “D” yanlış ise “Y” yazınız.

- (....) 1. Kan saklama dolaplarındaki kan ürünlerinin ideal saklama sıcaklığı 2/+8 °C arasındadır.
- (....) 2. Kan saklama dolaplarının çalışma sistemi evlerdeki buzdolapları ile benzerdir.
- (....) 3. Kondenser, soğutma sistemlerinde kullanılan ve akışkan sıvıların gaz hâline geçmesini sağlayan kısımdır.
- (....) 4. Kan saklama dolaplarında genellikle CFC soğutucu gazı kullanılır.
- (....) 5. Kan saklama dolaplarında R12 soğutucu akışkanı tercih edilir.
- (....) 6. Basma hattı soğutucu akışkanı evaporatörden kompresöre taşıyan hattır.
- (....) 7. Soğutma sistemlerinde çelik borular tercih edilir.
- (....) 8. Gözetleme camında baloncuk veya köpürme görülmesi sistemde yeterince soğutucu akışkan olduğunu gösterir.
- (....) 9. Kan saklama dolaplarında soğutma sisteminin bütünlüğünü sağlayan, denetimini gerçekleştiren mikroişlemcili elektronik kontrol kartları kullanılır.

B) Aşağıdaki cümlelerde yer alan boşlukları uygun ifadelerle doldurunuz.

10. Soğutma sistemlerinin temel elemanı olan soğutma sisteminin içindeki borularda dolaşarak sistemi soğutmaya sağlar.
11. Soğutma sisteminin çalışması için sisteme gaz dolumu yapılmadan önce, soğutma sistemindeki istenmeyen unsurların sistemden uzaklaştırılması işlemine denir.
12. Soğutma sisteminde akışkan sıvıların gaz haline geçmesini sağlayan soğutma elemanı dır
13. Soğutma sistemlerinde kullanılan gazları filtreleyerek temizleyen dir.
14. Isıtma ve soğutma sistemlerinde kullanılan anahtarlama elemanı tır.

C) Aşağıdaki soruların doğru cevabını işaretleyiniz.

15. Aşağıdakilerden hangisi soğutma sisteminin yardımcı elemanlarından?
- A) Evaporatör
B) Genleşme Valfi
C) Kompresör
D) Kondenser
E) Sıvı tankı
16. Aşağıdakilerden hangisi kan saklama dolabındaki dairesel grafik kaydedicinin bileşenlerindendir?
- A) Defrost ısıtıcı
B) Gösterge Paneli
C) Grafik Sürücüsü
D) Batarya
E) Isı Algılayan Sensörler

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

17. Aşağıdakilerden hangisi soğutma sisteminin temel elemanlarından değildir?
- A) Evaporatör
 - B) Genleşme Valfi
 - C) Gözetleme Camı
 - D) Kompresör
 - E) Kondenser
18. Soğutma sistemlerinde, soğutucu akışkanı sıkıştırarak sistemdeki soğutucu akışkan dolaşımını sağlayan cihazdır.
Yukarıda görevi anlatılan soğutma elemanı aşağıdakilerden hangisidir?
- A) Evaporatör
 - B) Drayer
 - C) Filtre
 - D) Kompresör
 - E) Kondenser
19. Aşağıdakilerden hangisi soğutucu akışkanlarda aranan özelliklerden değildir?
- A) Buharlaşma basıncı pozitif ve yoğuşma sıcaklığı düşük olmalı.
 - B) Temin edilmesi kolay ve ekonomik olmalı.
 - C) Yanıcı, patlayıcı olmamalı ve kimyasal tepkimeye girmemeli.
 - D) Kokusuz ve renksiz olmalı.
 - E) Düşük güçte çalışabilmeli.
20. Aşağıdakilerden hangisi kan saklama dolaplarında anakarta bağlı olan elemanlardan değildir?
- A) Gösterge ve Kontrol Paneli
 - B) Gözetleme Camı
 - C) Kapı Anahtarı
 - D) Kompresör
 - E) Sesli Alarm Çıkışı
21. Kan saklama dolapları ile ilgili aşağıda verilenlerden hangisi doğrudur?
- A) Kan saklama dolaplarının çalışma prensibi buzdolaplarından farklıdır.
 - B) Kan saklama dolaplarının kapasiteleri tüm cihaz marka ve modellerinde sabittir.
 - C) Kan ürünlerinin kan saklama dolaplarında korunma süresinde bir sınır yoktur.
 - D) Kan saklama dolapları, kan ve kan ürünlerinin sabit sıcaklıkta saklanması için tasarlanmış cihazlardır.
 - E) Kan saklama dolaplarında fan sistemi bulunmaz.

Ç) Aşağıda verilen soruların cevabını boş bırakılan alana yazınız.

22. Soğutma sisteminin şemasını çizerek çalışma sistemini kısaca anlatınız.



23. Gümüş kaynağı yöntemini kısaca açıklayınız.



ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

24. Kan saklama dolabının kalibrasyonunu anlatınız



25. Vakum şarj cihazını ve görevlerini kısaca açıklayınız.



7. ÖĞRENME BİRİMİ



KAN SAYIM CİHAZLARININ ELEKTRONİK BİRİMİ

KONULAR

- 7.1. KAN SAYIM CİHAZLARININ MONTAJI
- 7.2. KAN SAYIM CİHAZLARINDA BESLEME ÜNİTESİ
- 7.3. KAN SAYIM CİHAZLARINDA ELEKTRONİK KONTROL KARTI
- 7.4. KAN SAYIM CİHAZLARINDA SENSÖRLER
- 7.5. KAN SAYIM CİHAZLARINDA YAZILIM
- 7.6. KAN SAYIM CİHAZLARINDA YAZICILAR

HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

1. Sizce insan kanındaki farklı hücrelerin yapıları ve büyüklükleri aynı mıdır? Bu konudaki düşüncelerinizi arkadaşlarınızla paylaşınız.
2. Rutin sağlık taramalarında kan sayım cihazının kullanım amacı ne olabilir? Genel kontrollerde uygulanan testleri göz önünde bulundurarak fikirlerinizi açıklayınız.



KAN SAYIM CİHAZLARININ ELEKTRONİK BİRİMİ

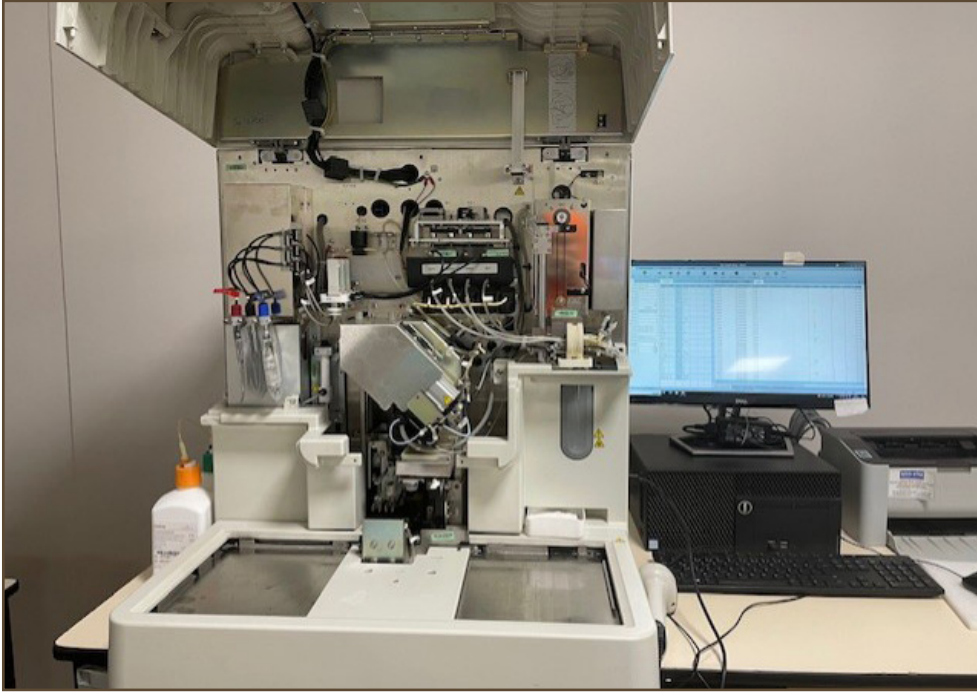
7.1. KAN SAYIM CİHAZLARININ MONTAJI

Biyomedikal adlandırma ve sınıflandırma kılavuzunda **analiz sistemleri**; farklı kimyasal, fiziksel ve biyolojik reaksiyonların sonucuna göre tanı ve teşhise yönelik olarak analiz ve tayin amacıyla kullanılan biyomedikal dayanıklı ve tüketim niteliğindeki taşınır olarak tanımlanmıştır. Kan sayım cihazları (hematoloji analizörleri) farklı modelleri ile bu analiz sistemleri sınıfına dâhildir.

7.1.1. Kan Sayım Cihazı

Kan sayım cihazı; hayati bir sıvı olan kandaki hücrelerin miktarını, hacmini ve şekillerini belirleyen analiz cihazıdır (Görsel 7.1). Bu analiz işlemi, teknolojik gelişmelerle beraber dışarıdan insan müdahalesine ihtiyaç duyulmadan otomatik olarak gerçekleşir.

Tüplerle cihaza gelen kan karıştırılır. Sonra bir şırınga sistemi ile tüpten biraz kan çekilir. Çekilen kan, sayım hücrelerine gönderilir. Burada reaktiflerle seyreltilen kanın sayımı yapılır ve bilgisayar sistemine aktarılır. Bazı tam otomatik kan sayım cihazlarında kan sayımları hem otomatik hem de manuel olarak yapılabilir. Tam otomatik kan sayım cihazlarında kullanılan analiz yöntemleri cihazın marka ve modeline göre değişiklik gösterebilir.

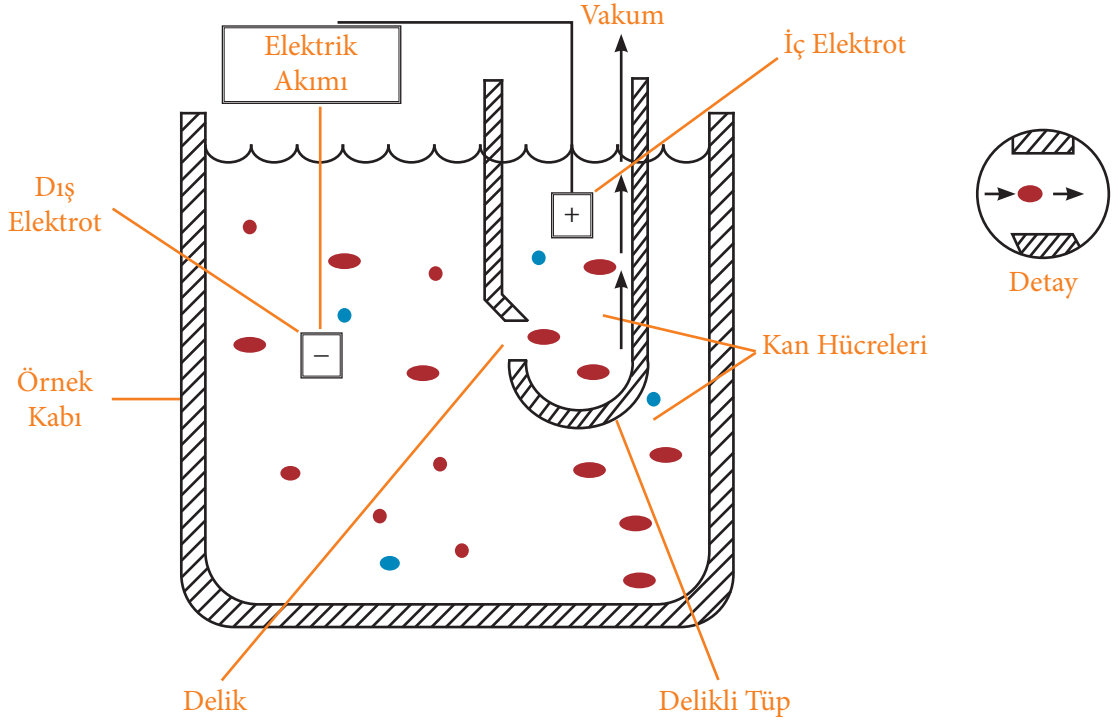


Görsel 7.1: Tam otomatik kan sayım cihazı

7.1.2. Kan Sayım Cihazlarında Kullanılan Teknikler

Herhangi bir hastalık durumunda başvuru sağlık kuruluşlarında istenen ilk tetkiklerden biri kan tahlilidir. Kandaki hücrelerin olması gereken referans aralığında olup olmaması bireylerin sağlık durumu hakkında önemli bilgiler verir. Bu nedenle kan sayım cihazlarından elde edilen veriler hastalığın teşhisinde ve yönetiminde belirleyici rol oynar. Bu amaçla çeşitli kan sayım ölçüm yöntemleri kullanılır.

Empedans Yöntemi: Bu yöntemde kan hücreleri iyonik bir çözelti ile heterojen olarak karıştırılır. Elde edilen bu karışımındaki kan hücreleri, içine ve dışına elektrot yerleştirilmiş dar bir tüpte açılmış aralıktan geçirilir (Görsel 7.2). Tüpün içindeki ve dışındaki elektrotlar arasında düşük frekanslı elektrik akımı vardır. Dar aralıktan geçen her bir hücre, türüne ve büyüklüğüne göre bu elektrotlar arasındaki elektrik direnci (empedans) ve elektrik direncine bağlı olarak da elektrik akımı değişir. Osiloskopta okunan her bir atım, geçen hücre sayısı hakkında bilgi verirken voltajdaki değişimin büyüklüğü ise hücrenin büyüklüğü hakkında bilgi verir.



Görsel 7.2: Empedans yöntemi ile kan sayımının şematik gösterimi

Radyo Dalgaları Yöntemi: Kan örneğinden geçen radyo dalgaları, kan hücrelerinin dielektrik özellikleri ile etkileşime girer. Her hücre tipi (trombositler, kırmızı ve beyaz kan hücreleri vb.) radyo dalgalarını farklı şekillerde yansıtır veya absorbe eder. Hücrelerin radyo dalgalarına verdiği tepkiler, elektromanyetik spektrumda ölçülür. Bu veriler hücrelerin boyutu, iç yapısı ve bileşimi hakkında bilgi sağlar. Toplanan veriler, cihazın algoritmaları tarafından işlenerek kan hücrelerinin sayısı, tipi ve durumu belirlenir.

Optik Lazer Yöntemi: Kan hücrelerinin lazer ışığının önüne yerleştirilmiş bir akış hücresinden [flow cell (filov sel)] geçirildiği kan sayım yöntemidir. Kan hücreleri lazer ışığının önünden geçerken ışığın saçılımına neden olur. Saçılan ışık farklı açılara yerleştirilmiş alıcı dedektörler tarafından algılanır. Bilgisayarda değerlendirilen bu verilere göre saçılım grafikleri oluşturulur. Böylelikle akyuvar hücrelerinin türü belirlenir.

KAN SAYIM CİHAZLARININ ELEKTRONİK BİRİMİ



BİLGİ NOTU

Kan sayım cihazlarında, alınan kanın bir kısmı parçalanarak hemoglobin ve akyuvar (lökosit) miktarı belirlenir. Kanın diğer kısmı parçalanmaz ve seyreltilir. Bu kısımdaki alyuvar (eritrosit) ve trombosit miktarı bulunur. Kan sayım cihazlarında radyo dalgaları yöntemi ile akyuvarların çekirdek büyüklükleri, yoğunlukları ve sitoplazma granülleri hakkında bilgilere ulaşılır.

7.1.3. Kanın Yapısı

Kan, canlılar için hayati bir öneme sahiptir. Doku ve organlar belli bir süre kansız kaldıklarında canlılık faaliyetleri sona erer. Bu süre insan beyninde birkaç saniye iken diğer doku ve organlarda değişkenlik göstermektedir.

Kanın vücutta taşıma, düzenleme, koruma gibi temel işlevlerinin yanında vücut ısısını düzenleme, vücudun pH değerini düzenleme, vücuda giren yabancı mikroorganizmalara karşı organizmayı savunma, doku ve organlardaki oksijen ile karbondioksit alışverişini sağlama gibi pek çok işlevi vardır.

Kan, plazma ve kan hücrelerinden oluşur. Plazma, protein bakımından zengin sıvıdır. Kanın pıhtılaşması plazmadaki proteinler tarafından sağlanır.

Kan hücreleri; alyuvar (eritrosit), akyuvar (lökosit) ve kan pulcukları (trombosit-platelet) olmak üzere üç çeşittir.

Alyuvarlar: Kana kırmızı rengini veren kırmızı kan hücreleridir. Alyuvarlarda bulunan protein yapıdaki hemoglobin molekülü, hücrelerdeki oksijen ve karbondioksit alışverişini sağlar. Ortalama ömürleri 120 gündür.

Akyuvarlar: Vücuda giren yabancı maddeleri tanımlayan ve vücut için zararlı olabilecek maddelerle mücadele eden beyaz kan hücreleridir. Beyaz kan hücreleri; nötrofiller, lenfositler, monositler, eozinofiller ve bazofiller olmak üzere beş çeşittir. Kan sayım cihazında beyaz kan hücrelerinin bu alt grupları da değerlendirilir. Beyaz kan hücrelerinin ortalama ömrü 48 ile 72 saat aralığındadır.

Kan Pulcukları: Herhangi bir yaralanma durumunda, kanayan bölgedeki kan kaybını önlemek için pıhtılaşma işlemi başlatan küçük, renksiz kan hücreleridir. Biçimsel değişme ve yapışkanlık özelliğine sahiptir. Bu özellikleri sayesinde hasar gören damarları onarıp kanın damar dışına çıkmasına engel olur. Ortalama ömrü yedi gündür.



BİLGİ NOTU

Kan hücresi, kemik iliğinde sürekli olarak üretilir ve belirli bir süreden sonra ölür.

Kan sayım cihazlarında farklı parametreler ölçülür. Cihazların marka ve modeline göre bu parametrelerin sayısı değişebilir. Bu parametrelerden bazıları cihaz tarafından doğrudan ölçülür. Bazı parametreler ise bulunan değerlerden çıkarılan formülasyonlarla belirlenir. Genel olarak bir kan sayım cihazında ölçülen parametreler Tablo 7.1’de verilmiştir.

Tablo 7.1: Kan Sayım Cihazında Ölçülen Genel Parametre Ad ve Tanımları

PARAMETRE ADI	TANIM
RBC	Alyuvarların sayısı hakkında bilgi verir.
MCV	Alyuvarların çaplarının doğrudan ölçülerek eritrosit ortalama hacmi olarak belirlenmesidir.
RDW	Alyuvarın dağılım genişliğini gösterir. Bu dağılım genişliği kandaki farklı boyutlarda olan alyuvar hücreleri arasındaki hacimsel farkı ifade eder.
HCT	Alyuvarların toplam hacminin kandaki yüzdesini ifade eder.
HGB	Kandaki hemoglobin sayısı hakkında bilgi verir.
MCH	Alyuvarların içerdiği ortalama hemoglobin miktarını gösterir.
MCHC	Alyuvarlardaki hemoglobin miktarını yüzde olarak gösterir.
WBC	Akyuvar sayısını ifade eder.
MPV	Ortalama trombosit hacmini gösterir.
PDW	Trombositlerin dağılım genişliğinin hesaplanmasını gösterir.



ARAŞTIRINIZ

Histogramın ne olduğunu ve kan sayım cihazlarında nasıl kullanıldığını araştırınız.

7.1.4. Kan Sayım Cihazında Kullanılan Reaktifler

Otomatik kan sayım cihazlarında radyo dalgaları, empedans ve optik lazer yöntemi gibi farklı yöntemler kullanılır. Bu yöntemler kanın içeriğindeki hücre sayılarının belirlenmesi ve yapısının incelenmesi esasına dayanır.

KAN SAYIM CİHAZLARININ ELEKTRONİK BİRİMİ

Kan sayım cihazlarında hücrelerin sayılabilmesi için kan sayım reaktifleri (solüsyonları) kullanılır (Görsel 7.3). Kanın içindeki hücreler birbirlerine çok yakın hâlde buldukları için sayılıp incelenmeleri mümkün olmaz. Kan sayım cihazlarında, hücreleri birbirlerinden uzaklaştırmak için sulandırma (dilüsyon) işlemi yapılır. Bu yöntemle birbirinden uzaklaşan hücreler sayım aralığından birer birer geçer. Kanın reaktiflerle sulandırılması sonucunda sayım için gerekli sabit elektrolitik iletken ortam oluşur.



Görsel 7.3: Kan sayım cihazında kullanılan reaktifler

Kan sayım reaktiflerinin görevleri şunlardır:

- Kan hücrelerinin (sayım için) seyreltilmesi
- Sayım yöntemi için gerekli olan iletken ortamın sağlanması
- Bazı hücrelerin daha rahat sayılabilmesi için bir kısmının parçalanarak yok edilmesi
- Bazı hücrelerin kolaylıkla ayırt edilip sayılabilmesi için boyanması
- Cihazın dâhili temizliğinin gerçekleştirilmesi

Kan sayım cihazlarının çalışmasında önemli bir işleve sahip olan reaktifler, cihaza bağlı hâlde bulunur ve sayım sırasında kullanılır. Reaktifler, birlikte kullanılacakları cihaz için özel olarak üretilir. Kan sayım cihazlarında kullanılan bazı özel reaktif türleri ve görevleri aşağıda açıklanmıştır.

Dilüent: Hücre hacminin, kan serumunda olduğu gibi doğal olarak korunmasını sağlar. Bu durumda kan sayımı insan bedeninin simüle edildiği bir ortamda yapılır. Bu reaktif, cihazda hücre yokken cihazın kendisini sıfırlamasını ve bazı sıvı yollarının temizlenmesini sağlar.

Konsantre Yıkayıcı: Oksidasyon içeriğine sahip bir reaktiftir. Bu özelliği, propların ucunda birikebilecek pıhtıların oluşmasına engel olur. Konsantre yıkayıcı, yüksek düzeyde temizleyici özelliği ile cihazda biriken hücre artıklarını temizler.



BİLGİ NOTU

Reaktifler oda sıcaklığında saklanmalı, güneş ışığına doğrudan maruz kalmamalıdır. Gün ışığına doğrudan maruz kalan reaktiflerin kimyasal yapısı bozulabilir. Reaktifler, kapağı açıldıktan sonra belirtilen (kapakta yazılan) süre içinde kullanılmalıdır.

7.1.5. Kan Sayım Cihazının Kullanım Alanları

Kan sayım cihazı hastanelerde, laboratuvarlarda, özellikle kanla ilgili hastalıkların teşhis edilmesi amacıyla hematoloji laboratuvarlarında kullanılır.

Acil servislerde hastaların hızlıca kan değerlerini ölçerek sağlık durumlarını değerlendirmek ve klinik araştırmalarda yeni tedavi yöntemlerinin yan etkilerini belirlemek için araştırma geliştirme laboratuvarlarında da kullanılır.

7.1.6. Kan Sayım Cihazının Kurulacağı Ortamın Şartları

Cihazın kurulumu, firma tarafından yetkilendirilmiş personel tarafından kullanma kılavuzundaki ilkelere göre yapılmalı ve cihazın kurulacağı ortam aşağıdaki özelliklere sahip olmalıdır.

- Cihaz sabit, hareketsiz ve titreşimi olmayan düz bir zemine kurulmalıdır.
- Cihaz, güneş ışığına doğrudan maruz kalmayacak şekilde yerleştirilmelidir.
- Cihazın kurulacağı ortamda topraklama sistemi bulunmalı ve kurulumdan önce topraklama sistemi test edilmelidir.
- Kurulumun yapılacağı ortam servis el kitabında belirtilen sıcaklık, nem ve basınç değerlerine sahip olmalıdır.
- Cihazın kurulumu soğutucu ve ısıtıcı sistemlerden, X-Ray kaynaklarından, kurutma fırınlarından (etüv), santrifüj cihazlarından, ultrasonik yıkayıcılardan ve fotokopi makinelerinden uzak bir yere yapılmalıdır.
- Cihazın reaktifleri cihazla aynı seviyede olacak şekilde zemine yerleştirilmelidir.
- Cihaz ile etraftaki objeler arasında ortalama 40 cm mesafe bırakılmalıdır. Bu mesafe cihazın havalandırmasının iyi olması için gereklidir.
- Kurulumun yapılacağı ortam; toz, kir ve partiküllerden arındırılmış olmalıdır.

7.1.7. Kan Sayım Cihazının Elektriksel Özellikleri

Kan sayım cihazları **tıbbi elektrikli cihazlar** kategorisine girer ve bu cihazlar için **IEC 60601** standardı temel alınır. Elektriksel güvenlik açısından sınıflandırma, cihazın kullanım amacı, hasta ile teması, elektriksel izolasyonu ve koruma düzeyine göre yapılır. Kan sayım cihazları genellikle aşağıdaki elektriksel sınıflandırma kriterlerine göre değerlendirilir:

Kan sayım cihazları koruma sınıfı kategorisinde Class I grubuna girer. Çünkü bu cihazlar şebeke bağlantısı üzerinden koruyucu topraklama sağlar.

Kan sayım cihazları uygulama bölgesi tipi kategorisinde Tip B olarak değerlendirilir. Bu grup cihazlar vücutla düşük düzeyde temas eden veya hiç temas etmeyen cihazlardır. Kan sayım cihazları doğrudan hasta teması olmayan, numune bazlı çalışan cihazlar olduğu için genellikle Tip B olarak değerlendirilir.

Kan sayım cihazları laboratuvar ortamında kullanıldıkları için IP kodlaması standartlarına uygun olarak üretilir. IP kodlaması, cihazların toz ve suya karşı dayanıklılığı için kullanılır.

KAN SAYIM CİHAZLARININ ELEKTRONİK BİRİMİ

7.1.8. Kan Sayım Cihazının Montajında Dikkat Edilecek Hususlar

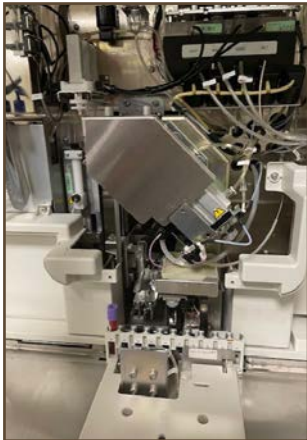
Günümüzde kullanılan ve son teknoloji ürünü olan tam otomatik kan sayım cihazları, yetkili firmadan tek parça hâlinde gelir. Cihazın kurulumu firmanın yetkili personeli tarafından yapılır.

Cihazın kurulumu, cihazın kurulacağı ortam şartları ve elektriksel özellikleri (topraklama değerleri) göz önünde bulundurularak yapılır. Bu özellikler cihazın servis el kitabında belirtilir. Genel olarak bir kan sayım cihazının montajında dikkat edilecek hususlar şunlardır:

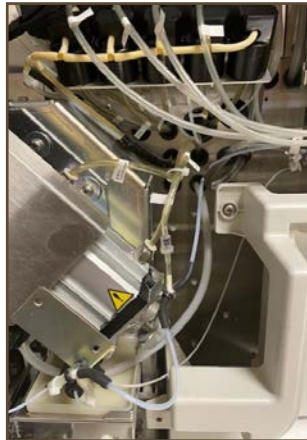
- Cihaz ve cihazın aksesuarları nakliye kartonundan çıkarılmalı ve bu karton taşıma işlemleri için saklanmalıdır.
- Paketleme listesindeki malzemeler kontrol edilmelidir.
- Cihazda ve cihazın aksesuarlarında herhangi bir mekanik hasar veya akıntı, ıslaklık olup olmadığı kontrol edilmelidir.
- Cihaz, kutusundan çıkarılarak hareketsiz, düz bir zemine yerleştirilmelidir.
- Cihaz ile reaktifleri birbirine bağlayan hortumlar vardır. Bu hortumlar her reaktif için ayrıdır ve üzerinde ne için kullanıldıkları belirtilir. Her reaktif için kendi hortumu kullanılmalıdır.
- Cihazı başlangıç ölçümü için teste başlatmadan önce her reaktife ait hortumun yerinde takılı olduğundan, hortum uçlarının reaktif kaplarının tam dibine temas ettiğinden emin olunmalıdır.
- Hariç hortumların katlanmadığından, hortum içlerinin tıkalı (toz, kir vb.) olmadığından emin olunmalıdır.
- Cihazın tüm şebeke bağlantılarının doğru olduğundan emin olunmadıkça cihaz açılmamalıdır.
- Cihazda ON tuşu açıkken elektrik bağlantısı kesilmemelidir. Aksi takdirde cihazda ciddi hasar meydana gelebilir.
- Cihaza uyumlu ve kaliteli bir yazıcı bağlantısı yapılarak kurulum tamamlanmalıdır.

7.1.9. Kan Sayım Cihazının Bileşenleri

Tam otomatik kan sayım cihazlarının farklı markalar tarafından üretilen çeşitli modelleri bulunur. Genel olarak kan sayım cihazlarının aparatları ve bileşenleri aşağıda başlıklar hâlinde verilmiştir.



Görsel 7.4: Numune tüpü



Görsel 7.5: Kan sayım cihazındaki pipetler

Kontrol Paneli: Cihazın tüm işlemlerinin yönetildiği ekran ve düğmeleri içerir.

Sıvı Numune Haznesi: Kan örneklerinin alındığı ve analiz için hazırlandığı bölmedir.

Numune Tüpleri: Kan örneklerinin toplandığı tüplerdir (Görsel 7.4).

Pipetler: Numune tüplerinden belirli bir miktarda kan alıp cihazın analiz bölmesine taşıyan pipetlerdir. Bu pipetler manuel veya otomatik olabilir (Görsel 7.5).

Hücre Taşıma Sistemleri: Numune hazırlığı sırasında kullanılan yıkama ve taşıma sistemleridir (Görsel 7.6).

Filtreler: Numunelerdeki partikülleri valide etmek için kullanılan parçalardır.

Pompa ve Valfler: Numune akışını kontrol etmek için kullanılan mekanik parçalardır.

Reaktifler: Kan bileşenlerini analiz etmek için kullanılan kimyasal çözeltilerdir (Görsel 7.7).



Görsel 7.6: Kan sayım cihazındaki pipetler



Görsel 7.7: Kan sayım cihazındaki pipetler



SIRA SİZDE

Aşağıdaki tabloda kan sayım cihazının genel fizikî muayenesi için gerekli uygulama adımlarından birkaçı verilmiştir. Eksik bırakılan satırları da siz tamamlayınız. Tablonun son hâlini sınıfta arkadaşlarınızla paylaşınız.

Sıra	İşlem
1	Cihaza ait kullanıcı ve servis el kitapları cihazla birlikte teslim edilmiştir.
2	Cihazın montaj ve demontaj işlemleri servis el kitabında yazan kurulum talimatlarına uygun olarak yapılmıştır.
3	Cihazın bileşenleri, aksesuarları ve sarf malzeme kitleri eksiksiz olarak teslim edilmiştir.
4	Kan sayım cihazının dilüent hortum bağlantıları yapılmıştır.
5	Reaktif kapları kontrol edilmiştir.
6	
7	
8	
9	
10	

KAN SAYIM CİHAZLARININ ELEKTRONİK BİRİMİ

7.2. KAN SAYIM CİHAZLARINDA BESLEME ÜNİTESİ

Hemogram tam kan sayım cihazları, kan örneklerini analiz ederek çeşitli kan parametrelerini ölçen tıbbi cihazlardır. Bu cihazların çalışması için bir güç kaynağı ve güç kaynağı besleme modülü gereklidir. Bu sistemlerin genel yapısı ve çalışma prensipleri Tablo 7.2’de açıklanmıştır.

Tablo 7.2: Kan Sayım Cihazı Besleme Ünitesinin Yapısı ve Çalışma Prensipleri

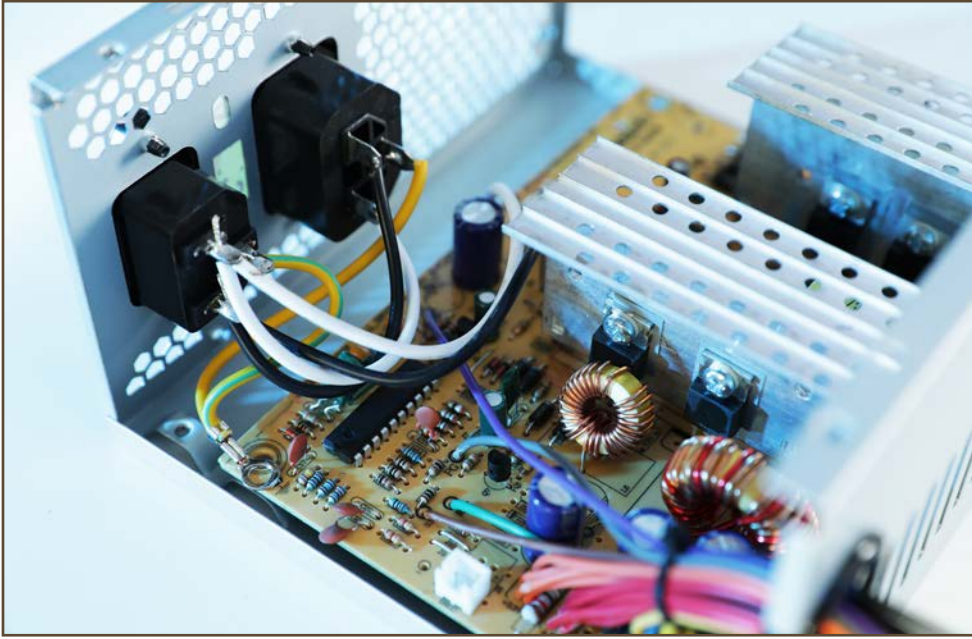
BİRİM	YAPI	ÇALIŞMA PRENSİBİ
Güç Kaynağı	<p>Güç kaynakları genellikle AC (alternatif akım) veya DC (doğru akım) girişine sahiptir. AC giriş, cihazın elektrik şebekesinden aldığı enerjidir.</p> <p>Güç kaynağı, bu enerjiyi cihaza uygun voltaj ve akıma dönüştüren bir dizi bileşen içerir. Ana bileşenler arasında trafolar, köprü doğrultucular, filtreler ve voltaj regülatörleri bulunur.</p>	<p>İlk olarak AC giriş voltajı bir trafodan geçirilerek gereksinim duyulan seviyeye düşürülür.</p> <p>Ardından bu voltaj, köprü doğrultucular aracılığıyla doğru akıma dönüştürülür.</p> <p>Filtreleme işlemleri ile dalgalanmalar giderilir ve nihai olarak voltaj regülatörleri ile istenen sabit çıkış voltajı sağlanır.</p>
Güç Kaynağı Besleme Modülü	<p>Bu modül, güç kaynağından gelen voltajı alarak cihazın diğer bileşenlerine dağıtır. Genellikle anahtarlar, sigortalar ve çeşitli bağlantı noktalarını içerir.</p> <p>Çeşitli gerilim seviyelerine ihtiyaç duyan bileşenler için farklı çıkışlar sağlayabilir.</p>	<p>Güç kaynağından gelen voltaj, besleme modülü üzerinden geçerken uygun bileşenlere yönlendirilir.</p> <p>Modül, belirli bileşenlerin gereksinimlerine göre voltajı ayarlayabilir ve gerekli güç dağılımını sağlayabilir.</p>
Anakartın Voltajla Beslenmesi	<p>Anakart, cihaza ait tüm bileşenlerin (işlemci, bellek, sensörler vb.) bulunduğu ve kontrol edildiği ana bileşendir. Güç kaynağı besleme modülü ile doğrudan bağlantı hâlinindedir.</p> <p>Anakart üzerindeki güç bağlantı noktaları, cihaz için gerekli olan voltajın alınmasını sağlar.</p>	<p>Güç kaynağı modülünden gelen farklı voltaj seviyeleri (örneğin +5 V, +12 V vb.) anakart üzerindeki uygun bağlantı noktalarına yönlendirilir.</p> <p>Anakart, bu voltajları kullanarak üzerinde bulunan bileşenleri çalıştırır ve genel işlevselliği sağlar.</p>

Tam kan sayım cihazlarının güç kaynağı ve besleme modülü, cihazın sağlıklı ve etkili bir şekilde çalışabilmesi için kritik öneme sahiptir. Bu sistemlerin güvenilir bir biçimde çalışması, doğru ve güvenilir test sonuçları elde edilmesine yardımcı olur.

7.2.1. Kan Sayım Cihazlarında Besleme Ünitesinin Çalışma Prensibi

Hemogram cihazlarının otomatik tam kan sayımı yapan türleri için tasarlanmış güç kaynakları genellikle güç kaynağı kombinasyonlarının bir araya gelmesiyle oluşan modüllerdir. Tıbbi cihazların besleme devresinde genellikle anahtarlama mod güç kaynağı kullanılır.

Anakartın besleme birimindeki (Görsel 7.8) enerji depolama işlemini kondansatörler yapar. Devredeki güç düzenleyici bileşen bir transistördür. Kondansatörün etrafındaki tüm devre elemanlarının (röle, bobin, vb.) iyi yalıtılmış olmasına dikkat edilmelidir.



Görsel 7.8: Güç besleme devresi

Güç kaynağı üzerinde çalışılmadan önce devredeki kondansatörün, akımı tamamen boşalttığından emin olunmalıdır. Şebeke filtresi kapasitörlerinin güç kaynağını boşaltmaması durumunda deşarj kablosu kullanılmalıdır. Besleme devresinde en sık karşılaşılan arızalar, MOS-FET ve transistörlerden kaynaklanır.



BİLGİ NOTU

Tıbbi cihazlarda güç kaynağı üniteleri, tehlike oluşturabilecek voltajlar sebebiyle genellikle metal yüzeyli bir kafesle kaplatılır.

KAN SAYIM CİHAZLARININ ELEKTRONİK BİRİMİ

7.2.2. Anakart Besleme Modülü ve Olası Arızalar

Kan sayım cihazlarında meydana gelen spesifik sorunları belirtmek için hata ya da arıza kodları kullanılır. Bu kodlar, her cihaz veya üreticiye göre farklılık gösterir.

Genel bir kan sayım cihazına ait örnek hata kodlarına, hatanın neden olabileceği durumlara ve çözüm önerilerine Tablo 7.3'te yer verilmiştir.

Tablo 7.3: Kan Sayım Cihazına Ait Örnek Hata Kodları, Neden Olabileceği Durumlar ve Çözümleri

Hata Türü	Hatanın Neden Olabileceği Durum/Durumlar	Çözüm Önerileri
Güç Kaynağından Kaynaklı Arızalar	<ol style="list-style-type: none"> 1. Giriş voltaj sorunları oluşumu 2. Devreye yetersiz enerji girişi 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Aşırı voltaj, düşük voltaj veya dalgalanmalar tespit edilirse voltaj seviyesi cihazın servis kılavuzunda belirtilen seviyede verilmeli ve dalgalanmalar takip edilmelidir. 2. Güç kaynağının yeterli enerji sağlamaması ya da kapasitesinin aşılmasıyla çalıştırılması durumu tespit edilmişse yeterli enerji, sisteme verilmelidir.
Devre Elemanlarından Kaynaklı Hatalar	<ol style="list-style-type: none"> 1. Kondansatör arızaları 2. Diyot arızaları 3. Transistör arızaları 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Kondansatörlerde şişme, sızıntı veya tamamen arızalanma durumları tespit edilirse kondansatör yenisiyle değiştirilerek sisteme tekrar entegre edilmelidir. 2. Kısa devre ya da açık devre durumuna bakılmalıdır. 3. Yanık veya arızalı transistörler, voltaj düzenleme sorunlarına yol açabileceği için değiştirilmelidir.
Isınma Kaynaklı Oluşan Arızalar	<ol style="list-style-type: none"> 1. Aşırı ısınma durumu 2. Soğutma sisteminin yetersiz kalması 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Bileşenlerin aşırı ısınma sebebiyle hasar gördüğü tespit edilirse hasar gören devre elemanları yenisiyle değiştirilmelidir. 2. Fanlar ve soğuk hava kanalları kontrol edilmelidir.
Kısa Devre Durumu	Anakart üzerindeki devre bağlantılarında oluşan kısa devrelerin besleme kartının çalışmamasına veya yanmasına sebep olması	<ol style="list-style-type: none"> 1. Kısa devre yapan birimler tespit edilerek besleme voltajı kontrol edilmelidir. 2. Yanan veya devre dışı kalan elaman varsa yenisiyle değiştirilmelidir.

Bağlantı ve Konnektör Sorunları	1. Konektörlerin gevşemesi veya oksitlenmesi sonucu oluşan zayıf bağlantılar 2. Kablo kopmaları veya kabloların hasar görmesi	1. Konnektör bağlantıları tek tek kontrol edilme- li kopan bağlantı noktalarına müdahale edil- melidir. Bağlantıda neme bağlı oksitlenme tespit edilmesi hâlinde oksitlenen birim değiş- tirilmelidir. 2. Bağlantısı kopan kablolar sisteme tekrar en- tegre edilerek hasar giderilmelidir.
Yazılım Kaynaklı Hata Kodunun Ekranda Belirmesi	Yanlış yapılandırılmış yazılım ayarları ya da hatalı yazılım güncel- lemeleri	Yazılım programı periyodik olarak güncellenmelidir.
Aşırı Yüklenme Kaynaklı Hatalar	Anakartın aşırı yüklen- mesi, besleme kartının aşırı ısınması ve hasara yol açması	Aşırı yüklenmeye sebep olan durum tespit edilerek anakart bağlantıları tekrar düzenlenmelidir.
Fiziksel Darbe Kaynaklı Hasar Oluşumu	Su hasarı, korozyon gibi fiziksel etkilerin kartın bileşenlerini olumsuz et- kilemesi	Hasar gören devre bileşenleri tespit edilerek değiştirilmelidir.



BİLGİ NOTU

Kan sayım cihazlarının çoğunda devre elemanları arasındaki boşluk ve bağlantılar, plastik ve silikon kafeslerle donatılmıştır. İki devre bileşeni arasında temas olmamasına dikkat edilir. Anakartı besleyen elektronik devrenin güç kaynağı genellikle standart bir tasarıma sahiptir ve düşük voltaj değerleri sağlar (5-12 volt). Cihaz, 220 volt ve 50 hertz şebeke enerjisi ile çalışacak şekilde tasarlanmıştır.



ARAŞTIRINIZ

Biyomedikal donanım cihazlarında aşırı ısınmaya bağlı oluşabilecek arıza durumlarını ve bu arızaları giderme yöntemlerini araştırınız. Edindiğiniz bilgileri tablo hâline getirerek arkadaşlarınızla paylaşınız.

KAN SAYIM CİHAZLARININ ELEKTRONİK BİRİMİ



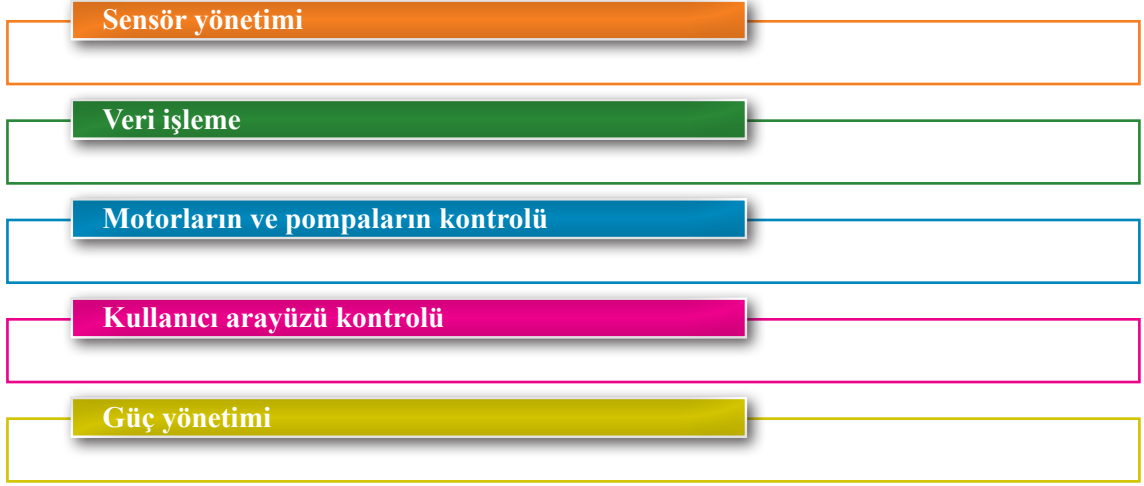
SIRA SİZDE

Bir sağlık tesisinde, kullanılmakta olan kan sayım cihazının ekranında devre elemanına bağlı bir hata kodu görülmüştür. Arızanın kontrol kartındaki devre elemanlarından transistörün yanması sonucu oluştuğu ilgili teknik personel tarafından tespit edilmiştir. Bu arızanın genel arıza bildirim formu aşağıda verilmiştir. Siz de boş bırakılan yerleri doldurarak örnek bir arıza bildirim formu hazırlayınız.

ARIZA BİLDİRİM FORMU					
CİHAZIN ADI		:			
CİHAZIN MARKASI		:			
CİHAZIN KODU		:			
CİHAZIN BULUNDUĞU BÖLÜM		:			
BİLDİRİM SAATİ VE TARİHİ		:			
ARIZANIN GİDERİLDİĞİ TARİH VE SAAT		:			
BİLDİRİMİ YAPANIN		ARIZANIN ACİLİYET DURUMU			
ADI	:	<input type="checkbox"/>	ÇOK ACİL (HEMEN)		
SOYADI	:	<input type="checkbox"/>	ACİL (1 GÜNDE)		
GÖREVİ	:	<input type="checkbox"/>	NORMAL (3 GÜNDE)		
İMZA	:	<input type="checkbox"/>	ACİL DEĞİL		
ARIZA NEDENİ:					
YAPILAN İŞLEMLER:					
DEĞİŞTİRİLEN PARÇALAR:					
ARIZA ETKİLERİ VE SONUÇLARI:					
ARIZAYI GİDEREN PERSONEL		BÖLÜM SORUMLUSU		HASTENEDE İLGİLİ PERSONEL	
ADI	:	ADI	:	ADI	:
SOYADI	:	SOYADI	:	SOYADI	:
İMZASI	:	İMZASI	:	İMZASI	:

7.3. KAN SAYIM CİHAZLARINDA ELEKTRONİK KONTROL KARTI

Elektronik kontrol kartı, cihazdan beklenen fonksiyonların gerçekleşmesi için gerekli elektronik ve yazılımsal işlemleri yöneten bir devre kartıdır. Cihazın elektronik kartı, cihazın beynidir. Elektronik kontrol kartıyla gerçekleştirilen işlemler, Şema 7.1’de verilmiştir.



Şema 7.1: Elektronik kontrol kartıyla gerçekleştirilen işlemler

7.3.1. Kan Sayım Cihazında Kullanılan İşlemciler

Kan sayım cihazlarında kullanılan işlemciler; cihazın ihtiyaç duyduğu veri işleme hızına, güç tüketimine, güvenilirliğe ve maliyete bağlı olarak seçilir. Kan sayım cihazlarında sıklıkla kullanılan işlemci türleri ve özellikleri şunlardır:

Mikrodenetleyiciler (MCU)

- Küçük, gömülü sistemlerde yaygın olarak kullanılır.
- Düşük güç tüketimi sağlayan mikrodenetleyicilerin kullanımı daha yaygındır.
- Sinyal işleme, basit kontrol görevleri, sensör okuma, ekran gibi cihaz bileşenlerini yönetmek için yeterli performansa sahiptir.

Dijital Sinyal İşlemciler (DSP)

- Yüksek hızda matematiksel işlemler gerektiren uygulamalarda, özellikle de kan hücrelerinin analizinde kullanılan sinyalleri işlemek için tercih edilir.
- DSP’ler hızlı fourier dönüşümleri, filtreleme gibi işlemleri hızlı yapar ve bu nedenle sinyal işleme temelli işlemlerde sıklıkla tercih edilir.

Alanda Programlanabilir Geçit Dizilimi (FPGA)

- Gerçek zamanlı sinyal işleme ve paralel işlem gerektiren, yüksek hızda veri analizi yapan kan sayım cihazlarında kullanılır.
- FPGA’lar, paralel işleme yetenekleri sayesinde sinyal işleme hızını artırır ve özellikle yüksek hızlı analiz gereken cihazlarda sıklıkla kullanılır.

KAN SAYIM CİHAZLARININ ELEKTRONİK BİRİMİ

ARM Cortex-A Serisi İşlemciler

- Karmaşık veri işleme görevlerini desteklemek için kullanılan çok güçlü işlemcilerdir.
- Çok çekirdekli ve yüksek performans gerektiren uygulamalarda, özellikle cihazın veri analizi ve kullanıcı arayüzü gibi işlevleri aynı anda yönetmek için kullanılır.

Özel ASIC (Uygulanabilir Özel Entegre Devre) İşlemciler

- Büyük üretim hacmine sahip profesyonel cihazlarda kullanılan, belirli işlemler için optimize edilmiş entegre devrelerdir.
- Kan sayım cihazlarının ihtiyaçlarına göre özel olarak tasarlanmış bu yongalar, işlem hızını artırırken güç tüketimini de azaltır.

Kan sayım cihazının işlevine ve hız gereksinimine göre bu işlemcilerden biri veya birkaçı seçilir. Özellikle DSP ve FPGA kombinasyonu, yüksek performans ve gerçek zamanlı analiz gerektiren kan sayım cihazlarında sıkça tercih edilir.

7.3.2. Hücre Sayım Yöntemleri

Sağlık tesisi laboratuvarlarında en fazla uygulanan metot optik ve elektriksel empedans yöntemlerinin kombinasyonlarıyla hücre sayım işlemidir. Yaygın olarak başvurulan hücre sayım yöntemleri Tablo 7.4'te gösterilmiştir.

Tablo 7.4: Kan Sayım Cihazıyla Gerçekleştirilen Hücre Sayım Yöntemleri

Yöntem	Açıklama	Avantajı	Dezavantajı
Elektriksel Direnç (Empedans)	Akım geçiren dar bir açıklıktan geçen hücrelerin sayısını belirlemek için elektrik direncindeki değişim ölçülür.	Hızlı ve doğru sonuçlar sağlar. Genellikle daha ekonomiktir.	Büyük hücreleri doğru ölçmek zor olabilir.
Optik Akış Sitometrisi	Hücreler, lazer veya LED ışını ile aydınlatılır. Saçılan veya emilen ışık miktarı hücre özelliklerini belirlemek için ölçülür.	Beyaz kan hücrelerinin (WBC) alt tiplerini ayırt eder. Oldukça hassastır.	Genellikle daha pahalıdır. Karmaşık bir altyapı gerektirir.
Flow Sitometri	Hücreler sıvı akışında sıralanır ve lazerle aydınlatılır. Işık saçılımı ve floresan etiketleri hücre özelliklerini analiz eder.	Hücre tiplerini ve özelliklerini hassas bir şekilde ayırt edebilir.	İleri düzey bir teknik olup yüksek maliyetlidir.
Optik Görüntüleme	Mikroskop veya yüksek çözünürlüklü kameralarla kan hücreleri görüntülenir ve yazılım yardımıyla sayım yapılır.	Mikroskopik detaylarla daha doğru analiz sağlar. Özellikle araştırma amaçlı idealdir.	İşlem süresi uzun olabilir ve karmaşık bir altyapı gerektirir.
Otomatik Lazer Floresan Yöntemi	Hücreler lazer ışığıyla aydınlatılır ve floresan özelliklerine göre analiz edilir. Özellikle retikülosit gibi belirli hücre tiplerini analiz etmekte etkilidir.	Belirli hücre tiplerini ayırt etmede üstündür. Güvenilir ve hassas bir analiz sağlar.	Özel lazer sistemleri gerektirdiği için maliyeti yüksektir.

7.3.3. Elektriksel Direnç Yöntemiyle Yapılan Sayımlarda Hata Kaynakları

Elektriksel direnç veya empedans yöntemiyle hücre sayımı ekonomik, hızlı ve doğru bir şekilde yapılırken birtakım hatalarla karşılaşmak da olasıdır. Bu yöntemde karşılaşılan hataların kaynakları ve bu hataların nasıl giderileceği Tablo 7.5'te verilmiştir.

Tablo 7.5: Elektriksel Direnç Yöntemiyle Yapılan Sayımlardaki Hata Kaynakları ve Çözüm Önerileri

Hata Kaynağı	Açıklama	Çözüm Önerisi
Hücre Çakışması	Aynı anda birden fazla hücre apertürden geçerek tek sinyal olarak algılanır.	Örnek yoğunluğunu doğru ayarlamak. Cihazda çakışma hatalarını azaltan yazılımsal algoritmalar kullanmak.
Pıhtı ve Hücre Topaklanması	Kan örneğinde pıhtı veya hücre kümeleri varsa hücreler tek bir hücre olarak sayılabilir veya apertür tıkanabilir.	Numuneyi iyice karıştırmak ve gerektiğinde pıhtı çözücü solüsyon kullanmak. Örneği doğru şekilde hazırlayıp seyreltilmiş hâlde cihazı kullanmak.
Apertür Blokajı	Proteinler, yağlar veya hücre artıkları apertürde birikerek tıkanmaya yol açabilir.	Cihaz apertürünü düzenli olarak temizlemek. Temizleme protokollerine uygun olarak cihaz bakımı yapmak.
Hücre Boyutunun Doğru Ölçülememesi	Benzer boyuttaki farklı hücreler ayırt edilemeyebilir, yanlış sayım yapılabilir.	Gelişmiş algoritmalar ve yazılımlar kullanmak. Gerektiğinde ek analiz yöntemleri (optik sayım gibi) ile desteklemek.
Konsantrasyonun Yanlış Ayarlanması	Örnek çok yoğun veya çok seyreltilmişse sayım sırasında hatalar oluşabilir.	Örnek seyreltme işlemini doğru oranlarda yapmak. Cihazın kalibrasyon ve yoğunluk ayarlarını düzenli kontrol etmek.
Numune İçeriğinden Kaynaklanan Parazitler	Yağ damlacıkları, fibrin parçaları veya mikropartiküller yanlış hücre olarak algılanabilir.	Numuneyi alkol veya izotonik solüsyonlarla iyice temizleyerek hazırlamak. Cihazın filtre sistemlerini düzenli olarak kontrol edip temizlemek.
Kalibrasyon ve Cihaz Ayarları	Cihaz kalibrasyonu doğru yapılmazsa hücre sayımı yanlış olabilir.	Kalibrasyon ve ayar işlemleri, alanında uzman kişiler tarafından standarda uygun yapılmalıdır.



ARAŞTIRINIZ

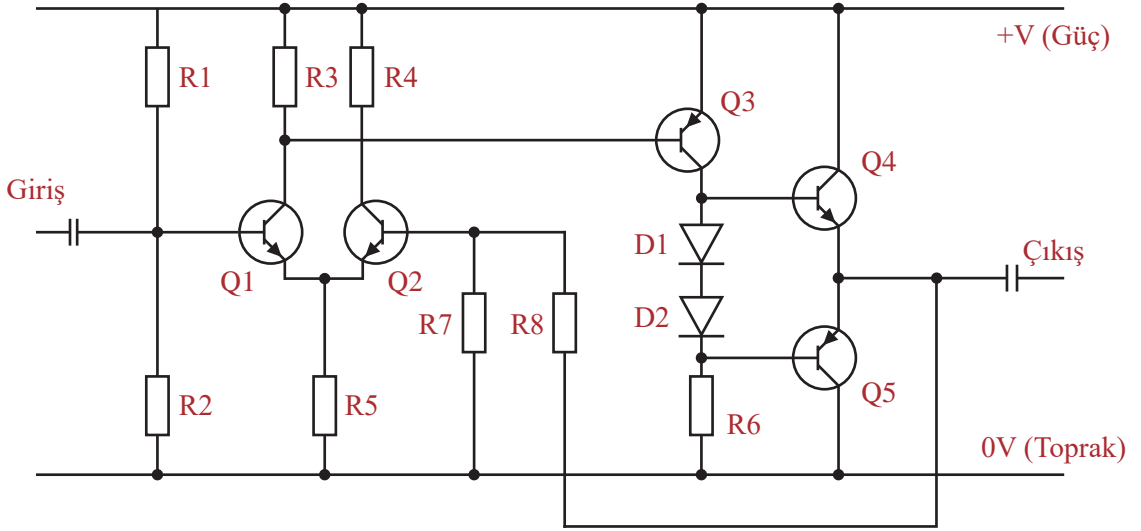
Kullanım alanlarına göre çeşitli yükselteç devreleri bulunmaktadır. Bu devreleri ve bu devrelerin hangi amaçlarla kullanıldığını araştırınız.

KAN SAYIM CİHAZLARININ ELEKTRONİK BİRİMİ

7.3.4. Kan Sayım Cihazında Kullanılan Palspreamplifikatör Kontrol Ünitesinin Görevi

Kan sayım cihazlarında kullanılan palspreamplifikatör kontrol ünitesinin görevi, hücrelerin sayım ve analiz işlemlerinde elde edilen zayıf elektrik sinyallerini güçlendirerek analiz edilmesi ve sayılması için uygun seviyeye getirmektir. Bir palspreamplifikatör devresi, özellikle yüksek hızlı sinyallerin veya kısa süreli palslerin (darbe sinyallerinin) yükseltilmesi için sıklıkla kullanılır. Bu ünite, sinyal işleme sürecinde önemli bir rol oynar. Preamplifikatör kontrol ünitesi olmadan kan sayım cihazı, sinyalleri yeterince güçlendiremeyeceği için doğru sayım ve analiz işlemi yapamaz.

Görsel 7.9’da görüldüğü gibi bir amplifikatör devresinde giriş sinyali bir kapasitör aracılığıyla (C1) transistörün base bacağına iletilir. Transistörler ve transistörlere bağlı dirençler sayesinde giriş sinyali yükseltilir. Yükseltilmiş sinyal filtrelenerek çıkış terminalinden alınır.



Görsel 7.9: Bipolar transistörlü amplifikatör devresi

Palspreamplifikatör kontrol ünitesinin başlıca görevleri şunlardır:

Sinyal Güçlendirme: Hücrelerin elektriksel empedans yöntemiyle ölçüm sırasında ürettiği sinyaller oldukça zayıftır. Preamplifikatör bu sinyalleri güçlendirir ve analiz için yeterli seviyeye yükseltir.

Gürültü Azaltma: Sinyal yükseltilirken çevreden gelen elektriksel gürültülerin ölçüm sinyaline karışma olasılığı yüksektir. Preamplifikatör, sinyal-gürültü oranını optimize ederek hatalı sinyallerin filtrelenmesini sağlar.

Sinyal Stabilizasyonu: Güçlendirilmiş sinyali stabil hâle getirir. Böylece sinyal dalgalanmaları minimuma indirilir ve cihazın doğru analiz yapması sağlanır.

Sinyal Transferi: Güçlendirilmiş ve stabil hâle getirilmiş sinyal, daha sonra sayım ve analiz işlemlerini yapan ana işlemciye veya sinyal işleme birimlerine gönderilir.

Farklı Hücre Türleri için Hassasiyet Ayarı: Kan sayım cihazları farklı hücre tiplerini algıladığından, her hücre tipinin ürettiği sinyal farklı olabilir. Preamplifikatör, bu sinyallere göre hassasiyet ayarları yaparak doğru bir şekilde sinyalleri güçlendirir.

7.3.5. Gösterge ve Tuş Takımı Ünitesinin Özellikleri

Kan sayım cihazlarının gösterge özellikleri, kullanıcıya analiz sonuçlarını doğru ve anlaşılır bir şekilde sunmak için tasarlanmıştır (Görsel 7.10).



Görsel 7.10: Kan sayım cihazına bağlı gösterge monitörleri

Genel olarak kan sayım cihazlarının gösterge özellikleri şunlardır:

Renkli Ekran ve Arayüz

- Çoğu modern kan sayım cihazında, sonuçların daha kolay anlaşılmasını sağlamak için renkli LCD veya LED ekran kullanılır.
- Bu cihazlar kullanıcı dostu bir arayüze sahiptir. Ekran menüleri genellikle dokunmatiktir.

Sonuç Görselleştirme

- **Histogramlar ve Dağılım Grafikleri:** Beyaz kan hücreleri (WBC), kırmızı kan hücreleri (RBC) ve trombositlerin (PLT) dağılımını gösterir.
- **Pencereli Histogramlar:** Hücrelerin büyüklük ve sayısal dağılımını farklı pencere aralıklarıyla gösterir ve anormal hücrelerin fark edilmesine yardımcı olur.
- **Scatter Plot (Saçılım Grafiği):** Hücrelerin büyüklüğünü, yoğunluğunu ve ışığın saçılma özelliklerini analiz ederek popülasyonları ayırt edilmiş şekilde gösterir.

KAN SAYIM CİHAZLARININ ELEKTRONİK BİRİMİ

Numerik Veri Gösterimi

- **Tam Kan Sayımı (CBC) Parametreleri:** WBC, RBC, HGB (hemoglobin), HCT (hematokrit), MCV (ortalama hücre hacmi), PLT ve daha fazla parametreyi sayısal olarak gösterir (Görsel 7.11).

18.10.2024 12:24:00	TAM KAN SAYIMI (HEMOGRAM)			
-	WBC	8.1	$10^3/\text{mm}^3$	N(4-10)
-	HCT	33.9	%	L(36-48)

Tarih	Tahlil	Sonuç	Sonuç Birimi	Referans Değeri
-	HGB	10.1	g/dL	L(11-17)
-	MCH	20.5	pg	L(27-35)
-	MCHC	29.80	g/dL	L(32-36)
-	MCV	69	fL	L(80-100)
-	MPV	10.6	fL	N(6.5-12)
-	PCT	0.340	%	N(0.108-0.39)
-	PDW	15.8	%	N(15-17)
-	PLT	319	$10^3/\text{mm}^3$	N(150-380)
-	RBC	4.94	$10^6/\text{mm}^3$	N(3.5-5)

Görsel 7.11: Tam kan sayımı sonuç çıktısı

- **Referans Aralıkları:** Her ölçüm için normal referans aralıkları gösterilir. Böylece kullanıcılar anormal değerleri kolayca tanıyabilir.

Uyarı ve Alarm Sistemleri

- **Kritik Değer Uyarıları:** Analiz edilen sonuçlar, kritik değer aralıklarının dışındaysa uyarı verir.
- **Anormal Hücre Uyarıları:** Hedef hücrelerin (blast veya anormal şekilli hücreler gibi) belirlenmesi durumunda görsel veya sesli alarm verir.

Sonuçların Saklanması ve Geri Çağırılması

- Cihazlar, belirli sayıda sonucu kaydeder ve gerekli durumlarda önceki sonuçlarla karşılaştırarak analiz edilmesine olanak sağlar.

Çıktı ve Raporlama Özellikleri

- Çoğu cihaz, analiz sonuçlarını yazdırma veya dijital olarak kaydetme özelliğine sahiptir.
- Genişletilmiş rapor seçenekleriyle tüm kan sayımı ve ilgili analiz parametrelerini detaylandırır.

Kan sayım cihazları, sonuçların görsel olarak daha iyi analiz edilmesi ve değerlendirilmesi için bu tür gelişmiş gösterge özelliklerine sahiptir. Bu özellikler, sağlık profesyonellerinin hastaların hematolojik durumunu daha hızlı ve doğru bir şekilde değerlendirmesine yardımcı olur.

7.3.6. Kan Sayım Cihazındaki Olası Arızalar

Kan sayım cihazları, hassas değerlerde çalışan cihazlardır. Bu sebeple arıza meydana geldiğinde hızlı müdahale edebilmek için bu cihazda meydana gelebilecek olası arızaların ve çözüm aşamalarının bilinmesi önemlidir. Tablo 7.6'da kan sayım cihazlarının olası arıza türleri ve çözüm önerileri verilmiştir.

Tablo 7.6: Kan Sayım Cihazlarının Olası Arızaları ve Çözüm Önerileri

Arıza Türü	Açıklama	Çözüm Önerileri
Reaktif veya Numune Bloajları	Borularda veya filtrelerde tıkanmalar oluşabilir.	Temizlik ve durulama modları kullanılarak tıkanıklıklar açılabilir.
Optik Sistem Arızaları	Işık kaynağı veya fotodedektör arızaları yanlış analiz sonuçlarına yol açabilir.	Optik bileşenlerin değiştirilmesi veya kalibrasyon yapılması gerekebilir.
Kalibrasyon Sorunları	Kalibrasyonun bozulması yanlış sonuçlara neden olabilir.	Cihazın düzenli olarak kalibre edilmesi önerilir.
Reaktif ve Dilüent Sorunları	Eksik veya yapısı bozulmuş reaktifler yanlış sonuçlara neden olabilir. Kabarcıklar analizleri etkiler.	Reaktiflerin seviyeleri kontrol edilmeli ve gerektiğinde değiştirilmelidir.
Sıcaklık ve Nem Sorunları	Aşırı sıcaklık veya nem, elektronik ve optik bileşenlerde arızalara neden olabilir.	Cihaz, uygun sıcaklık ve nem koşullarında çalıştırılmalı ve soğutma sistemleri kontrol edilmelidir.
Elektrik veya Yazılım Sorunları	Güç kesintileri veri kaybına, yazılım hataları ise uyumsuzluğa yol açabilir.	Güç kaynağı kullanılabilir. Yazılımlar düzenli olarak güncellenmelidir.
Numune Alma Problemleri	Düşük numune hacmi veya pıhtılaşmış numuneler yanlış analizlere yol açabilir.	Yeterli numune hacmi kullanılmalıdır. Hızlı analiz ile pıhtı oluşumu önlenmelidir.
Malzemelerin Aşınması	Hortumlar, valfler ve filtreler zamanla aşınarak tıkanıklık veya sızıntıya neden olabilir.	Bu parçalar düzenli olarak kontrol edilmeli ve gerektiğinde değiştirilmelidir.

KAN SAYIM CİHAZLARININ ELEKTRONİK BİRİMİ



SIRA SİZDE

Aşağıda boş bırakılan alana örnekteki gibi bir kan sayım cihazının; hücre sayım yöntemlerini, avantaj ve dezavantajlarını yazarak açıklayınız.

Yöntem	Açıklama	Avantajı	Dezavantajı
Elektriksel Direnç (Empedans)	Hücreler, bir akım geçen dar bir açıklıktan (apertür) geçerken hücre sayısını belirlemek için hücrelerin elektrik direncindeki değişim ölçülür.	Hızlı ve doğru sonuçlar sağlar. Genellikle daha ekonomiktir.	Büyük hücreleri doğru ölçmek zor olabilir.
Optik Akış Sitometrisi			
Flow Sitometri			
Flow Sitometri			
Otomatik Lazer Floresan Yöntemi			

7.4. KAN SAYIM CİHAZLARINDA SENSÖRLER

İnsan, çevrede olan değişiklikleri duyu organlarıyla algılamakta cihazlar ortaya çıkan değişiklikleri sensörleri sayesinde algılar. Fiziksel değişimler, cihazlardaki sensörler vasıtasıyla tespit edilir ve bir çıkış sinyali üretilir.

Sensör ısı, ışık, nem, ses, pH gibi fiziksel ve kimyasal büyüklükleri algılayan aygıttır. Kan sayım cihazındaki sensörler de hastadan alınan kan örneklerini analiz ederek birtakım veriler ortaya koyar.

Herhangi bir enerji biçimini başka bir enerji biçimine dönüştüren aygıtlara **transdüser** adı verilir. Kan sayım cihazındaki transdüserler, sensörlerin algıladıkları fiziksel ve kimyasal değişiklikleri elektrik enerjisine dönüştürür.

7.4.1. Kan Sayım Cihazlarında Kullanılan Sensör ve Transdüser Çeşitleri

Kan sayım cihazlarındaki her türlü mekanik hareketin belirlenmesinde (pozisyonları uygun çalışma basınçlarının tespit edilip ayarlanması, istenmeyen yabancı maddelerin tespiti, hava karcılığı tespiti, numune tüplerinin tespiti, kan hücrelerinin sayılıp sınıflandırılması ve sıvı kontrolü vb.) sensör ve dönüştürücüler (transdüser) kullanılır. Sağlık tesislerinde kullanılan, farklı marka ve modellerde tasarlanmış kan sayım cihazlarının temel çalışma prensipleri benzerlik gösterir. Fakat kan parametrelerinin tespiti için yapılan okumalarda farklı sensör ve dönüştürücüler kullanılır. Tablo 7.7’de genel sensör ve dönüştürücü türlerine yer verilmiştir.

Tablo 7.7: Kan Sayım Cihazlarında Kullanılan Sensör ve Dönüştürücüler

Tür Adı	İşlevleri
Optik Sensör	Işık şiddeti prensibine göre çalışan sensörlerdir. Bir nesnenin varlığını, şeklini, rengini ve kalınlığını algılamak için kullanılır. Kanın renk değişimini veya ışık geçirgenliğini algılar. Özellikle hemoglobin seviyelerini ölçmek için kullanılır.
Manyetik Sensör	Ortamdaki manyetik alan değişikliklerini algılayan sensörlerdir. Bu sensörler bobin yardımıyla manyetik alan etkisini algılar.
Basınç Sensörü	Ortamdaki fiziki basıncı ve kuvvet değişikliğini algılayan ve çalışma prensibine göre kendi içinde farklılık gösteren sensörlerdir.
Isı Sensörü	Ortamdaki ısı değişikliklerini algılayan sensörlerdir. Bu sensörler sıcaklıkla direnci değişen malzemelerden üretilir.
Ses Sensörü	Havadaki basınç değişikliğinden yola çıkarak ortamdaki sesleri algılayan sensörlerdir.
pH Sensörü	Su veya çözeltilerdeki asitlik ve bazikliği algılayan sensörlerdir. Su kalitesini ölçmek için yaygın olarak kullanılır.
Optik Pozisyon Sensörü	Motorun dönüş yönüne bağlı olarak prop da yatay olarak her iki yönde hareket etmektedir. Probu yatay yönde hareketini kontrol etmek için kullanılırlar.
Elektriksel Sensör	Kanın elektriksel özelliklerini algılayan sensörlerdir. Elektromıknatıslar ve elektrotlar kullanarak kan hücrelerinin sayısını ve türlerini belirler.
Akustik Sensör	Kan hücrelerinin ses dalgalarını yayma özelliklerini algılayan sensörlerdir.
Elektromanyetik Sensör	Kanın elektriksel ve manyetik özelliklerini algılayan sensörlerdir.
Kimyasal Sensör	Kanın pH seviyesini ve glikoz gibi kimyasal bileşenlerini algılayan sensörlerdir.
Hücrel Sensör	Kanın içinde bulunan hücrelerin boyut şekil gibi fiziksel özelliklerini algılayan sensörlerdir.
Sıcaklık Transdüseri	Ortamda algılanan sıcaklık değişimine göre çıkış gerilimi üreten transdüserdir.
Manyetik Transdüser	Ortamda algılanan manyetik değişime göre çıkış gerilimi üreten dönüştürücülerdir.
Basınç Transdüseri	Uygulanan basınç değişimini elektrik enerjisine dönüştürür.
Optik Transdüser	Ortamdaki ışık şiddetinin değişimine göre elektrik enerjisi üreten transdüserdir.

KAN SAYIM CİHAZLARININ ELEKTRONİK BİRİMİ

7.4.2. Kan Sayım Cihazlarında Kullanılan Sensör Temizleme Solüsyonları

Kan sayımı cihazı sensörleri, zamanla kir biriktirebilir ve bu da işlevselliğin bozulmasına ve olası arızalara yol açabilir. Doğru tespiti sağlamak için bu sensörleri düzenli olarak temizlemek esastır. Bu amaç için özel sensör temizleme solüsyonları önerilir ve alkole batırılmış pamuk veya bez gibi alternatifler de etkili olabilir. Bu cihazların en iyi performansı için periyodik bakım önemlidir. Tablo 7.8’de sensör bakımında kullanılan genel solüsyonlara yer verilmiştir.

Tablo 7.8: Bakımda Kullanılan Genel Solüsyon Türleri

Solüsyon Türü	Kullanım Yeri
Optik Bileşen Temizleme Solüsyonu	Genellikle saf su ve izopropil alkol karışımı solüsyonlardır. Optik yüzeylerin çizilmesini önlemek için bu solüsyonlara bazı özel bileşenler de eklenebilir.
Elektronik Temizleme Spreyi	Hızlı buharlaşan ve kalıntı bırakmayan kimyasal bileşen içeren solüsyonlardır. Genellikle saf alkol ve çeşitli temizleme maddesi içerir.
Kimyasal Temizleme Solüsyonu	Kimyasal kalıntıları temizlemeyi sağlayan asidik ve bazik çözeltiler içeren solüsyonlardır.
Genel Sensör Temizleme Solüsyonu	Genellikle saf izopropil alkol veya saf suyla seyreltilmiş izopropil alkol çözeltisi bulunduran solüsyonlardır.



ARAŞTIRINIZ

Elektriksel bileşenlerde oluşabilecek korozyonların nasıl temizlendiğini araştırınız. Edindiğiniz bilgileri arkadaşlarınızla paylaşınız.

7.4.3. Kan Sayım Cihazlarında Kullanılan Sensörlerin ve Transdüserlerin Olası Arızaları

Kan sayım cihazlarında kullanılan sensör, dönüştürücü ve elektrotların kalibrasyon hatası, elektriksel bağlantı sorunları, sıvı sızması, cihazın veya aksamalarının yüksek sıcaklık ve neme maruz kalması, beklenmeyen kimyasal etkileşimler, hatalı yazılım ve giriş problemleri, aşınma ve yıpranması gibi sorunlar cihazda birtakım hatalara sebep olabilir. Sensörden kaynaklanan olası hataların başlıcaları ve çözüm önerileri aşağıda verilmiştir.

Optik Sensör Hataları: Optik bileşenlerin üzerinde biriken kir ve tozlar sensörün yanlış algılama yapmasına sebep olur. Optik bileşenin bozulması durumunda da optik sensörler kan hücrelerinin renk değişimini algılayamaz. Bu bileşenlerin yetkili kişilerce değiştirilmesi gerekir. Bileşenlerin üzerindeki kir ve tozlar özel solüsyonlarla temizlenmelidir.

Elektriksel Sensör Hataları: Elektriksel bileşenlerdeki aşırı ısınma, gevşeklik veya oluşabilecek korozyonlar elektriksel sensörlerin arızalanmasına sebep olur. Bileşenlerde korozyon olması durumunda korozyon temizleme yöntemleriyle sorun giderilmelidir. Cihaz aşırı ısınıyorsa cihazın soğutma sistemi kontrol edilmeli ve gerekli önlemler alınmalıdır.

Akustik Sensör Hataları: Kan örneğinde bulunabilecek hava kabarcıkları, ses dalgalarının yayılmasını engelleyeceği için sensörler hatalı sonuçlar üretebilir. Bu nedenle alınan kan örneğinin içinde hava kabarcıkları olmamalıdır.

Elektromanyetik Sensör Hatası: Cihazın çevresinde elektromanyetik alan yayılması, sensörlerin hatalı sonuçlar vermesine yol açar. Bu nedenle cihazın çevresinde elektromanyetik alan yayan başka cihazlar bulunmamalıdır.

Kimyasal Sensör Hatası: Sensörlerin üzerinde biriken kimyasal atıklar yüzünden arızalı sonuçlar ortaya çıkabilir. Bu nedenle sensörlerin düzenli olarak özel solüsyonlarla temizlenmesi gerekir.

Hücresel Sensör Hatası: Sensörlerin hücreleri analiz ettiği bölgelerdeki tıkanıklar, hatalı sonuçlar üretilmesine neden olur. Bu tıkanıklıklar özel solüsyonlarla temizlenmeli ya da gerekliyse yetkili kişilerce değiştirilmesi sağlanmalıdır.



SIRA SİZDE

Aşağıdaki tabloda kan sayım cihazlarında kullanılan bazı sensör ve dönüştürücü türlerine yer verilmiştir. Siz de örnekteki gibi ilgili sensör veya dönüştürücü türlerinin işlevlerini boş bırakılan açıklayınız.

Tür Adı	İşlevleri
Basınç Sensörü	Ortamdaki fiziki basıncı ve kuvvet değişikliğini algılayan ve çalışma prensibine göre kendi içinde farklılık gösteren sensörlerdir.
Sıcaklık Sensörü	
Ses Sensörü	
pH Sensörü	
Elektriksel Sensör	
Sıcaklık Transdüseri	
Manyetik Transdüser	
Optik Transdüser	

KAN SAYIM CİHAZLARININ ELEKTRONİK BİRİMİ

7.5. KAN SAYIM CİHAZLARINDA YAZILIM

Kan sayım cihazlarının yazılımı, cihazın doğru ve verimli bir şekilde çalışmasını sağlayan temel bileşenlerden biridir. Bu yazılımlar, kullanıcı ile cihazın bileşenleri arasındaki etkileşimi ve analiz sonuçlarının doğru bir şekilde işlenmesini sağlar. Genel bir kan sayım cihazının yazılım fonksiyonları aşağıda açıklanmıştır.

Veri Toplama ve İşleme: Cihazın donanımından gelen ham veriler yazılım vasıtasıyla toplanır ve analiz edilir. Analiz işlemi için sinyal işleme yapılmalıdır. Sinyal işlemede hücrelerin algılanması sırasında elde edilen elektriksel veya optik sinyaller işlenir.

Kullanıcı Arayüzü: Bu arayüzle kullanıcının girişi ve kontrolü sağlanır. Ayrıca görselleştirme işlevi ile sonuçlar görsel araçlarla kullanıcıya sunulur.

Veri Yönetimi: Test sonuçları kaydedilir, saklanır ve rapor hâline getirilir.

Kalibrasyon ve Bakım: Cihaz, belirli aralıklarla ve otomatik (cihaz tarafından) olarak kalibrasyon işlemini gerçekleştirir ve bakım için gerekli hatırlatmaları yapar.

Güvenlik ve Uyum: Hasta, kullanıcı ve veri güvenliği sağlanır. Ayrıca ulusal ve uluslararası sağlık standartlarına ve regülasyonlarına uyum sağlanır.

7.5.1. Kan Sayım Cihaz Yazılımı ile Arıza Tespit Uygulamaları

Kan sayım cihaz yazılımı ile yapılan arıza analizi, olası sorunları hızlıca tespit edip çözüm üretmeye olanak sağlayan önemli bir süreçtir. Genel bir arıza analiz sürecinin işlem basamakları şunlardır:

- Cihaz yazılımı, cihaz her açıldığında veya belirli aralıklarla otomatik testler gerçekleştirir. Bu testler ile cihaz bileşenlerinin düzgün çalışıp çalışmadığı kontrol edilir.
- Herhangi bir sorun tespit edildiğinde yazılım tarafından belirli (cihaza özel) hata kodları üretilir. Oluşturulan bu kodlar, sorunların özel tanımlamalarını içerir ve kullanıcı ya da teknik destek ekibine yol gösterir.
- Cihaz yazılımı hata ve uyarı durumunda görsel ve sesli uyarılarla bildirim oluşturur.
- Tüm veri ve hatalar, gerçekleşme zamanıyla birlikte kaydedilir.
- Gerekli durumlarda teknik destek ekibi cihaz yazılımına uzaktan erişerek doğrudan analiz gerçekleştirebilir. Aynı zamanda uzaktan erişim sayesinde tespit edilen yazılım hataları, uzaktan güncelleme ve yamalar ile düzeltilebilir.
- Düzenli olarak cihaz yazılımı tarafından kalibrasyon işlemi gerçekleştirilir. Sonuçlar analiz edilerek cihazın performansı izlenir.
- Cihaz, donanım ve yazılım testlerini otomatik olarak gerçekleştirerek kendi bileşen ve fonksiyonlarını test eder.
- Cihaz kılavuzları ve çevrimiçi destek dokümanları, yaygın sorunların nasıl çözüleceğine dair rehberlik sağlar.
- Gerekli durumlarda biyomedikal personeli tarafından, hata kodları ve cihazın günlük kayıtları üzerinden detaylı incelemeler ve donanım kontrolleri gerçekleştirilir.

Kan sayım cihazlarında meydana gelen spesifik sorunları belirtmek için hata ya da arıza kodları kullanılır. Bu kodlar, her cihaz ve üreticiye göre değişiklik gösterir. Kan sayım cihazına ait olası hata türleri ve çözüm önerileri Tablo 7.9'da verilmiştir.

Tablo 7.9: Kan Sayım Cihazına Ait Olası Hata Türleri ve Çözüm Önerileri

Hata Türü	Çözüm Önerisi
Optik Sensör Hatası	Optik sensör kontrol edilmeli, gerekliyse temizlenmeli veya değiştirilmelidir.
Motor Hatası	Motor kontrol edilmeli ve gerekliyse değiştirilmelidir.
Pompa Hatası	Cihazın pompası kontrol edilmeli ve gerekliyse değiştirilmelidir.
Basınç Hatası	Basınç sistemi kontrol edilmeli ve gerekli ayarlamalar yapılmalıdır.
Sıcaklık Hatası	Soğutma sistemi kontrol edilmeli, sistem sıcaklığının uygun hâle getirilmesi sağlanmalıdır.
Yazılım Hatası	Cihazın yazılım güncellemesi yapılmalı veya cihaz yeniden başlatılmalıdır.
Kalibrasyon Hatası	Cihaz yeniden kalibrasyondan geçirilmeli, kalibrasyon standartları kontrol edilmelidir.
Numune Hatası	Numune kontrol edilmeli ve uygun şekilde hazırlanmalıdır.
Veri İletişim Hatası	Veri kablo ve bağlantıları kontrol edilmelidir.
Güç Kaynağı Hatası	Güç kaynağı kontrol edilmeli ve gerekli ayarlamalar yapılmalıdır.



ARAŞTIRINIZ

Kan sayım cihazında hafıza kartından kaynaklı bir hata tespit edildiğinde uygulanabilecek çözüm yollarını araştırınız. Edindiğiniz verileri arkadaşlarınızla paylaşınız.

7.6. KAN SAYIM CİHAZLARINDA KULLANILAN YAZICILAR

Kan sayım cihazlarında genellikle termal veya lazer yazıcılar kullanılır. Termal yazıcılar boyut olarak küçük ve kompakt tasarıma sahiptir ve sessiz çalışır. Lazer yazıcılar ise daha büyük hacimli çalışmalar için uygundur. Kan analiz sonuçlarını hızlı ve doğru bir şekilde yazdırmak için özel olarak tasarlanan bu yazıcılar, laboratuvarlarda yaygın olarak kullanılmaktadır.

KAN SAYIM CİHAZLARININ ELEKTRONİK BİRİMİ

7.6.1. Kan Sayım Cihazlarına Uyumlu Yazıcılar

Kan sayım cihazları genellikle özel yazıcılarla uyumlu olarak çalışır. Bu yazıcılar, laboratuvarlardaki gereksinimlere cevap verecek şekilde tasarlanmıştır.

Termal Yazıcılar: Termal yazıcılarda kâğıdın ısıyla kararması sonucu siyah beyaz baskı elde edilir. Kan sayım cihazlarında yaygın olarak tercih edilen, kullanımı kolay ve bakımı ekonomik olan bir yazıcı türüdür. Termal kâğıt kullanılan bu yazıcılar, oldukça sessiz çalışır.

Termal yazıcıların çalışma prensibi genel olarak yazıcılarda kullanılan termal kâğıdın üzerindeki ısıya duyarlı kaplama ısıya maruz kalınca siyah beyaz baskı oluşmasıyla açıklanır. Yazdırılacak içerik, termal kâğıda doğrudan ısı uygulamak suretiyle aktarılır. Termal yazıcı türlerinin avantajları arasında kullanım kolaylığı, bakım maliyetinin az oluşu, kompakt boyutlu oluşu ve sessiz çalışması gösterilebilir.

Lazer Yazıcılar: Bir tambur veya fotoreseptör üzerinde görüntü oluşturmak için lazer ışını kullanan ve bu görüntüyü kâğıda aktaran yazıcı türüdür. Lazer yazıcılar hem siyah beyaz hem de renkli baskı yapabilir. Özellikle yüksek hacimli yazdırma işlemlerinde sıkça tercih edilen lazer yazıcılar, dayanıklı ve uzun ömürlüdür.

Lazer yazıcıların çalışma prensipleri, elektrostatik yük ve lazer ışığını kullanarak baskı yapmalarıdır. Bir lazer ışığı, elektriksel olarak yüklenmiş bir tambur üzerindeki yansıtıcı ayna aracılığıyla yazdırılacak içeriği, lazer ışını olarak yazıcının içindeki bir fotoğraf kâğıdına aktarır. Yüksek baskı kalitesine sahiptir. Hızlı baskı ve yoğun kullanım gerektiren durumlarda tercih edilen bu yazıcıların kullanım ömrü daha uzundur.

Kan sayım cihazı üretici firmasının önerdiği yazıcı türlerinin kullanılması, cihazın performansından ve yazdırma kalitesinden emin olunmasını sağlar. Ayrıca yazıcı seçiminde dikkat edilmesi gereken faktörler arasında yazdırma hızı, yazdırma kalitesi, kullanım kolaylığı ve bakım maliyetleri de bulunmaktadır.

7.6.2. Yazıcılara Uygun Sarf Malzemeler

Termal yazıcılarda genellikle termal kâğıt, mürekkep bantları, toner kartuşları, fotoğraf tamburları, fuser ünitesi, atık toner hazneleri ve transfer bantları (opsiyonel) sarf malzemesi olarak kullanılır. Termal kâğıdın üzerinde termal bir kaplama bulunur. Bu kaplama, yazıcının ısıtma başlığı ile ısıtılarak yazdırılacak içerik kâğıda aktarılır.

Termal kâğıdın kalitesi, yazdırılacak görüntünün netliği ve dayanıklılığı üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Kullanılacak termal kâğıt, yazıcının modeline uygun ve üretici firmanın belirlediği kalitede olmalıdır.

Mürekkep bantları kâğıda ısı ve baskı yoluyla mürekkep aktararak baskı yapar. Ancak termal yazıcıların çoğu termal kâğıt kullanarak çalıştığı için mürekkep bantları genellikle opsiyonel olarak tercih edilir.

**SIRA SİZDE**

Kan sayım cihazınızda ne tür bir yazıcı kullanmayı tercih edersiniz? Yazıcı türünü ve seçiminizde etkili olan nedenleri aşağıda boş bırakılan alana yazınız.

Kan sayım cihazının kurulumunda yazıcısını tercih ederim.

Çünkü;

**ARAŞTIRINIZ**

Aşağıdaki tabloda biyomedikal donanım cihazlarında kullanılan termal yazıcılarda sıklıkla görülen hata türleri verilmiştir. Bu hata türlerinin çözüm önerilerini araştırarak boş bırakılan alana yazınız.

Hata Türü	Çözüm Önerileri
Kâğıt sıkışması	
Bağlantı sorunları	
Baskı kalitesi sorunları	
Güç kaynaklı problemler	
Yazıcı ayarları sorunları	
Isı sorunları	

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

A) Aşağıdaki cümlelerde geçen yargular doğru ise parantez içine “D” yanlış ise “Y” yazınız.

- (...) 1. Kan sayım cihazlarında empedans yöntemi, hücrelerin elektriksel direncine dayalı bir ölçüm tekniğidir.
- (...) 2. Kan sayım cihazlarının optik lazer yöntemi, kan hücrelerinin lazer ışığı ile ışık saçılımını analiz ederek çalışır.
- (...) 3. Kan sayım cihazlarında kullanılan tüm reaktifler güneş ışığına maruz bırakılarak saklanabilir.
- (...) 4. Tam otomatik kan sayım cihazları manuel sayım yapar.
- (...) 5. Kan sayım cihazlarının kurulumunda cihazın sabit, titreşimsiz ve düz bir zemine yerleştirilmesi gereklidir.

B) Aşağıdaki cümlelerde yer alan boşlukları uygun ifadelerle doldurunuz.

6. Kan sayım cihazlarında kullanılan sensörleri, ışık şiddeti değişimlerini algılayarak hemoglobin seviyelerini ölçebilir.
7. Tam otomatik kan sayım cihazlarında kan hücrelerinin türü, grafikleri ile belirlenir.
8. Hücre hacminin, kan serumunda olduğu gibi doğal korunmasını sağlayan reaktife denir.
9. Su veya çözeltilerdeki asitlik ve bazikliği algılayan sensörlere denir.
10. Kan sayım cihazlarında besleme kaynakları kullanılır.

C) Aşağıdaki soruların doğru cevabını işaretleyiniz.

11. Aşağıdakilerden hangisi kan sayım cihazlarında kullanılan ölçüm yöntemidir?
- A) Spektroskopi yöntemi
B) Histokimyasal yöntem
C) Empedans yöntemi
D) Optik haritalama yöntemi
E) İmmunofloresans yöntemi
12. Aşağıdakilerden hangisi preamplifikatör kontrol ünitesinin görevlerinden değildir?
- A) Sinyal güçlendirme
B) Gürültü azaltma
C) Sinyal stabilizasyonu
D) Sinyal transferi
E) İletkenliği artırma

- 13. Aşağıdakilerden hangisi kan sayım cihazı bileşenlerinden değildir?**
- A) Pipet
 - B) Pompa ve valfler
 - C) Sıvı numune haznesi
 - D) Agar plakları
 - E) Numune tüpleri
- 14. Aşağıdakilerden hangisi kan sayım cihazlarında kullanılan reaktiflerin görevlerinden değildir?**
- A) Kan hücrelerinin seyreltilmesi
 - B) Yalıtkan ortamın sağlanması
 - C) Bazı hücrelerin parçalanması
 - D) Cihazın dahili temizliğinin yapılması
 - E) Hücrelerin boyanması
- 15. Kan sayım cihazları elektriksel olarak uygulama bölgesi kategorisinde hangi gruba dahildir?**
- A) Class I
 - B) Class II
 - C) Tip B
 - D) Tip CF
 - E) IP Kodlaması
- 16. Aşağıdakilerden hangisi kandaki hücrelerin miktarını, hacmini ve şekillerini belirleyen analiz cihazına verilen isimdir?**
- A) Hematoloji analizörü
 - B) Otoanalizör
 - C) Mikrobiyoloji cihazları
 - D) İdrar analizör cihazı
 - E) Kan gazı analizörü
- 17. Kan sayım cihazlarında, kan hücrelerinin renk değişimi algılanamaması sorunuyla karşılaşmıştır. Bu problemle ilişkili sensör aşağıdakilerden hangisidir?**
- A) Optik
 - B) Elektriksel
 - C) Akustik
 - D) Elektromanyetik
 - E) Kimyasal

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Ç) Aşağıda verilen soruların cevabını boş bırakılan alana yazınız.

18. Kan sayım cihazını oluşturan parça ve aparatları yazarak cihazın çalışma sistemini kısaca anlatınız.

19. Hücre sayım yöntemlerinden empedans tekniğini kısaca anlatınız.

20. Kan sayım cihazlarında kullanılan termal yazıcılar için özel olarak üretilen sarf malzemelerden termal kâğıdın özelliklerini yazınız.

21. Kan sayım cihazlarına entegre sensör çeşitlerinde meydana gelebilecek olası hataları ve bu hataların çözümünde uygulanabilecek yöntemleri açıklayınız.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

22. Kan sayım cihazlarında besleme ünitesinin yapısını ve anahtarlama güç kaynağı devresinin çalışma prensibini kısaca açıklayınız.

23. Kan sayım cihazında bulunan elektronik kontrol kartıyla gerçekleştirilen işlemler nelerdir? Bu işlemleri cihazın çalışma prensibiyle açıklayınız.



KAN SAYIM CİHAZLARININ ELEKTROMEKANİK BİRİMLERİ

KONULAR

- 8.1. KAN SAYIM CİHAZLARINDA MOTOR ÜNİTESİ
- 8.2. KAN SAYIM CİHAZLARINDA MEKANİK AKSAMLAR
- 8.3. KAN SAYIM CİHAZLARINDA ELEKTROMEKANİK VALFLER
- 8.4. KAN SAYIM CİHAZLARINDA ÖZEL BİRİMLER
- 8.5. KAN SAYIM CİHAZLARINDA FONKSİYON TESTİ
- 8.6. KAN SAYIM CİHAZLARININ GENEL BAKIMI
- 8.7. KAN SAYIM CİHAZLARINDA KALİBRASYON

HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

1. Bir sağlık kuruluşunda verdiğiniz kan örneğinin sayımı hangi cihazlarla yapılmaktadır? Bildiklerinizi arkadaşlarınızla paylaşınız.
2. Kan sayım cihazlarının, kan örneğinin içinde bulunan kan hücrelerinin miktarını nasıl tespit edebildiğini arkadaşlarınızla tartışınız.



KAN SAYIM CİHAZLARININ ELEKTROMEKANİK BİRİMLERİ

8.1. KAN SAYIM CİHAZLARINDA MOTOR ÜNİTESİ

Kan sayım cihazlarında motor ünitesi, cihazın içindeki mekanik parçaları hareket ettiren ve kan örneğinin analizi için gerekli olan işlemleri gerçekleştiren bileşendir. Numunedeki sıvıyı cihaz içine alma, kan tüplerini homojen bir şekilde karıştırarak analiz için uygun hâle getirmek, analizin yapılacağı birime doğru numunelerin akışını sağlamak motor ünitesinin temel işlevlerindedir.

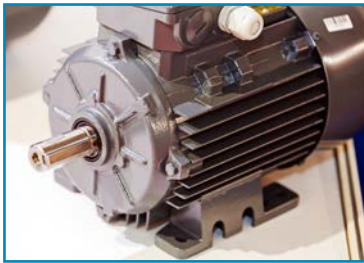
Motor ünitesi, cihazın hassasiyetini ve güvenilirliğini etkileyen kritik bir bileşendir. Bu ünitenin düzgün çalışması, sonuçların doğruluğu açısından oldukça önemlidir. Cihazın türüne göre motor ünitesinin özellikleri ve hareket şekilleri değişiklik gösterebilir.

Kan sayım cihazlarında motor ünitesi, kan hücrelerinin sayımında ve analizinde kullanılan çeşitli mekanik hareketleri sağlamak için tasarlanmıştır. Motor ünitesinin temel işlevi; kan örneğinin belirli bir hızda ve akışkanlıkta cihazın içinden geçmesini ve bu esnada hücrelerin ayrıştırılmasını sağlamaktır.

Motor ünitesi genellikle yüksek hassasiyetle çalışır ve kullanıcının belirlediği parametrelere göre optimize edilebilir. Bu sayede, farklı kan örnekleri üzerinde değişkenlik gösteren fiziksel özellikler göz önünde bulundurularak en doğru sonuçlar elde edilmektedir. Motor ünitesinin performansı, cihazın doğru ve güvenilir sonuçlar üretmesini doğrudan etkilemektedir. Gelişen teknolojiyle beraber motor üniteleri, daha az enerjiyle daha yüksek verimlilik sağlayacak şekilde üretilmektedir.

8.1.1. Kan Sayım Cihazlarında Kullanılan Motor Çeşitleri

Kan numunesi, kan sayım cihazındaki ilgili alana yerleştirildikten sonra sayım işlemi başlatılır. Bu işlemlerin mekanik hareketleri motor ünitesi tarafından yapılır. Motor ünitesi, kan örneğinin analiz için gerekli birimlere taşınması ve ölçüm için gerekli olan karıştırılma işlemini sağlayan temel birimdir. Bazı kan sayım cihazlarında, kan örneğinin otomatik yükleme mekanizmalarında da motorlar bulunmaktadır. Aşağıda genel bir kan sayım cihazına entegre edilen motor çeşitleri sıralanmıştır.



Görsel 8.1: DC motor

DC Motorlar: Aldığı elektrik enerjisini hareket enerjisine dönüştürerek kan örneklerinin hareketini sağlayan motorlardır (Görsel 8.1). Kan sayım cihazlarında bulunan pompalar da enerjisini DC motorlardan alır.



Görsel 8.2: Step motor

Step Motorlar: Aldığı elektrik enerjisini aynı adım mesafeleri hâlinde hareket enerjisine dönüştürerek kan örneklerinin belirli bir mesafeye veya pozisyona getirilmesinde kullanılan motorlardır (Görsel 8.2). Step motorlar hassas, mekanik hareketlerin gerektirdiği adımları sağlar. Kan sayım cihazlarında bulunan ve numune alınmasını sağlayan şırınga hareketi için gerekli olan enerjiyi step motorlar üretir.

Servo Motorlar: Yüksek hassasiyet ve kontrol sunan bu motorlar (Görsel 8.3), özellikle numunenin karıştırılması veya belirli bir açıda tutulması amacıyla kullanılır.

Kan sayım sürecinde, örneklerin farklı aşamalarda taşınması ve işlenmesi gerekebilir. Bu aşamalarda servo motorlar, gerekli hareketleri ve konumları sağlayarak sistemin verimliliğini artırır.



Görsel 8.3: Servo motor

8.1.2. Motor Kontrol Kartı

Motorların hızını, yönünü ve torkunu kontrol eden devre elemanlarına **motor kontrol kartı** (Görsel 8.4) denir. Mikrodenetleyiciler veya özel entegre devreler kullanılarak motorun çalışma parametreleri ayarlanır. Motor kontrol kartları; DC, servo ve step motorlarla uyumlu olacak şekilde çalışır. Motor kontrol kartlarının başlıca görevleri şunlardır:



Görsel 8.4: Motor kontrol kartı

Hız Kontrolü: Motorun gücünü düzenleyerek hız kontrolü yapar.

Yön Kontrolü: Gerekli devre ve algoritmaları kullanarak motorun döneceği yönü belirler.

Tork Kontrolü: İstenilen tork değerine ulaşmak için gerekli izleme ve ayarlamaları yapar.

Geri Bildirim Alma: Sensörlerden gelen verileri işleyerek kontrol sistemini optimize eder.

Koruma Fonksiyonu: Yüksek akım, aşırı ısınma veya kısa devre gibi durumları tespit eder ve motoru korumak için gerekli güvenlik önlemlerini alır.

İletişim: Diğer cihazlarla veya kontrol sistemleriyle veri alışverişi sağlar.



SIRA SİZDE

Bir kan sayım cihazının motor kontrol kartı çıkarılmıştır. Bu cihazın çalışma durumunun değerlendirmesini yapınız. Kan sayım cihazında bulunan motor ünitesini ve cihaz için önemini sınıfta arkadaşlarınızla tartışınız.

8.1.3. Kan Sayım Cihazlarında Oluşabilecek Motor Arızaları ve Onarma Yöntemleri

Kan sayım cihazındaki motor arızaları, cihazın doğru çalışmasını engelleyerek sonuçların güvenilirliğini azaltır. Bu nedenle ilgili motor arızaları giderilmeden cihaz kullanılmamalıdır. Kan sayım cihazının motorunda görülebilecek arızalar ve bu arızaları onarma yöntemlerinden bazıları şunlardır:

Aşırı Isınma: Uzun süre çalıştırılan motor, gereğinden fazla ısınabilir. Zamanında müdahale edilmeyen aşırı ısınma, motorun yanmasına sebep olabilir. Aşırı ısınma tespit edildiğinde motor yatakları ve soğutma sistemi kontrol edilir. Gerekli görülürse motor yatağı veya fan değiştirilir.

KAN SAYIM CİHAZLARININ ELEKTROMEKANİK BİRİMLERİ

Dönüş Problemi: Dişli sıkışması veya başka bir nedenle motorun yetersiz dönmesidir. Bu durumda motora gelen güç kaynağı kontrol edilir, yetersiz güç varsa onarılır. Dişliler ve bağlantılar kontrol edilir, sıkışma veya tıkanıklık varsa düzeltilir.

Gürültü: Motordan aşırı veya anormal ses gelmesidir. Motor yatakları kontrol edilir. Aşınmış yatak varsa değiştirilir. Dişlilerin düzgün hizalanıp hizalanmadığı kontrol edilir. Tespit edilen aksaklıklar düzeltilir.

Titreşim: Cihazın, ölçüm hassasiyetini etkileyecek derecede titremesi durumudur. Motorun monte edildiği zemin ve dengesi kontrol edilir. Tespit edilen aksaklıklar düzeltilir.

Kontrol Kaybı: Motorun beklenmedik şekilde durması veya yanlış yönde dönmesidir. Kontrol kartı ve bağlantıları kontrol edilerek arızalı bileşenler değiştirilir. Gerekliyorsa yazılım güncellemesi yapılır.

Aşırı Akım: Motorun çektiği akımın, normalden fazla olmasıdır. Kısa devre olup olmadığı kontrol edilir. Tespit edilen aksaklıklar düzeltilir ve motorun üzerindeki yük dengelenerek aşırı akım önlenir.

Yetersiz Tork: Motorun yeteri kadar tork üretememesidir. Motorun besleme voltajı kontrol edilir, yetersiz voltaj varsa onarılır.

Bağlantı Sorunları: Elektrik bağlantılarındaki gevşeklik ve oksitlenme durumudur. Varsa bağlantı hataları düzeltilir, oksitlenmiş kısımlar yenisiyle değiştirilir.



SIRA SİZDE

Aşağıdaki tabloda bir kan sayım cihazında görülebilecek arızalardan bazıları verilmiştir. Çözüm önerilerinizi, arızanın karşısında boş bırakılan alana yazınız.

Olası Arıza	Çözüm Önerileri
Cihaz, çok gürültülü çalışıyor.	
Cihaz, çalışmasını aniden durduruyor.	
Cihaz, fazla titriyor.	
Cihaz, çok fazla ısıyor.	

8.2. KAN SAYIM CİHAZINDAKİ MEKANİK AKSAMLAR

Kan sayım cihazlarında numune ve atık sıvıların doğru şekilde taşınması, karıştırılması ve yönlendirilmesini sağlayan mekanik bileşenlerin başlıcaları valf ve pompalardır. Cihazın ölçüm yapıp doğru sonuçlar üretebilmesi için gerekli olan bu aksamlar, kritik bir öneme sahiptir.

8.2.1. Kan Sayım Cihazındaki Valf Çeşitleri

Bir sistem içinde, akışkanların kontrolünü sağlayan elemanlara **valf** denir. Kan sayım cihazında bulunan bazı valf çeşitleri ve özellikleri aşağıda verilmiştir.

Tek Yönlü Valf: Kan akışının, tek bir yönde ilerlemesini sağlayan valflerdir (Görsel 8.5). Geri kaçışı önlemek için kullanılan bu valfler, genellikle silindirik bir yapıdadır. İçinde bir yay, disk veya plaka bulunur. Kan akışına tek yönlü akış izni, diskin açılıp kapanmasıyla verilir.

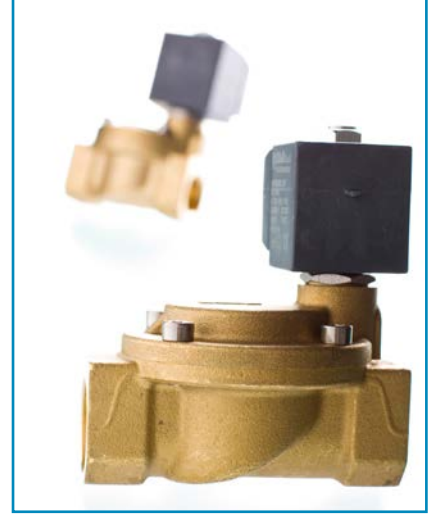
Çift Yönlü Valf: Sıvıların, cihaz içindeki gerekli yerlere yönlendirilmesini sağlayan valflerdir. Cihaz içindeki sıvının girişini ve çıkışını kontrol edebilen bir yapısı vardır.

Kapsül Valfler: Cihaz içindeki sıvıların, çok küçük miktarının yönlendirilmesinde kullanılan valflerdir. Kapsül şeklinde tasarlanmış bir yapısı vardır.

Düğme Valf: Kan örneğinin belirli bir miktarını almak için kullanılan valflerdir (Görsel 8.6). Genellikle bir düğme veya kolla kontrol edilen, içinde bir açıklık ve bu açıklığı açıp kapatan bir mekanizması vardır.

Mikro Valf: Küçük miktarlarda kan örneği almak için kullanılan valflerdir (Görsel 8.7). Çok küçük akış hızlarında çalışabilen, genellikle seramik ve plastik yapıdaki valflerdir.

Modern kan sayım cihazlarında dijital valfler kullanılmaktadır. Bu valfler mikroişlemci kontrol sisteminde bulunur ve dijital sinyaller sayesinde valfin doğru zamanda açılıp kapanmasını sağlar. Bu sayede sıvı akışı çok hassas bir şekilde kontrol edilir.



Görsel 8.5: Tek yönlü valf



Görsel 8.6: Düğme valf



Görsel 8.7: Mikro valf

KAN SAYIM CİHAZLARININ ELEKTROMEKANİK BİRİMLERİ



ARAŞTIRINIZ

Kan sayım cihazlarında kan akışını kontrol etmek için pnömatik valfler de kullanılabilir. Pnömatik valfin çalışma prensibini araştırınız. Araştırma sonuçlarınızı sınıfta arkadaşlarınızla paylaşınız.

8.2.2. Kan Sayım Cihazı Valf Arızaları ve Onarma Yöntemleri

Kan sayım cihazlarında bulunan valflerden kaynaklanan arızaların başlıcaları ve giderme yöntemleri şunlardır.

Sızıntı: Kan örneğinin valften sızma durumudur. Bu durumda örnek kaybı ve cihaz kirlenmesi olur. Sızıntı yeri belirlenerek hasar onarılır veya hasarlı kısım değiştirilir. Contalar kontrol edilir, değiştirilmesi gerekiyorsa yenisiyle değiştirilir.

Tıkanma: Valf içinde pıhtılaşmış kan veya yabancı madde birikmesi durumudur. Bu durumda akış kesilir veya yavaşlar. Tıkanmaya sebep olan maddeler uygun solüsyonlarla temizlenir.

Kapanmama veya Açılmama: Valflerin işlevini yerine getirmemesi durumudur. Bu durumda cihaz çalışmaz ya da akış kontrolü sağlayamaz. Valf, uygun şekilde sökülür ve onarılır. Tamiri mümkün değilse yenisiyle değiştirilir.

Hatalı Yönlendirme: Valflerin yanlış yönde akışa izin vermesidir. Valf sökülerek akış yönü kontrol edilir ve gerekli düzeltmeler yapılır.

Valf İçi Hatalar: Valfin içinde bulunan mekanizmaların kırılması veya işlevsiz hâle gelmesidir. Bu durumda valf çalışmaz ya da işlevini tam olarak yerine getiremez. Valf sökülüp içi açılır, onarılamayacak durumda olan kısımlar yenisiyle değiştirilir.



SIRA SİZDE

Aşağıda bir kan sayım cihazının valflerinde görülebilecek arızalardan bazıları verilmiştir. Çözüm önerilerinizi, arızanın karşısında boş bırakılan alana yazınız.

Olası Arıza	Çözüm Önerileri
Kan örneği valften sızıyor.	
Tıkanma nedeniyle kan örneğinin (valften) akışı sağlanamıyor.	
Valf çalışmıyor.	
Valf, kan örneğini yanlış yönlendiriyor.	

8.2.3. Kan Sayım Cihazındaki Pompa Sistemleri

Kan sayım cihazının doğru çalışabilmesi için gerekli mekanik bileşenlerinden biri olan **pompalar**, kan örneğinin alınabilmesi ve taşınabilmesinde önemli bir işleve sahiptir. Pompalar, kan örneğini bir yerden emerek istenilen yere basınçlı bir şekilde gönderir. Kan sayım cihazlarında kullanılan pompa çeşitlerinden bazıları ve bunların yapıları aşağıda açıklanmıştır.

Peristaltik Pompa: Kan örneğinin steril kalmasını ve akışını sağlayan pompalardır (Görsel 8.8). Esnek bir hortumun etrafında dönen makaralara sahiptir.

Diyotlu Pompa: Valflerden yararlanarak kan örneğinin belirli yönlerde pompalanmasını sağlar. İki yönlü akışı sağlayan, basit bir yapısı vardır.

Kendinden Emme Pompası: Kan örneğini kendinden emme yeteneğine sahip pompalardır. Sıvıyı çeken döner bir parça ve vakum oluşmasını sağlayan bir mekanizması vardır.

Vidalı Pompa: Kan örneklerinin çok az miktarlarda alınmasını sağlayan, hassas bir şekilde çalışan ve yapısında iç içe geçmiş vidalar bulunan pompalardır.

Hava Pompası: Kan sayım cihazlarında ihtiyaç duyulan basınçlı havayı ve vakumu üretmek için kullanılır. Diyafram ve pistonlu pompalar, kan sayım cihazlarında kullanılan hava pompalarındandır.

Manyetik Pompa: Manyetik kuvvetler kullanarak kan örneğinin pompalanmasını ve manyetik alan oluşturarak pompa rotorunun dönmesini sağlayan pompalardır (Görsel 8.9). Bu tür pompalar, elektrik motorları ve manyetik sürücüler ile çalışarak, sıvının taşınmasında herhangi bir fiziksel bağlantı olmaksızın işlev görür.



Görsel 8.8: Peristaltik pompa



Görsel 8.9: Manyetik pompa



ARAŞTIRINIZ

Kan sayım cihazlarında kullanılan diyafram ve pistonlu pompaların çalışma prensiplerini araştırınız.

KAN SAYIM CİHAZLARININ ELEKTROMEKANİK BİRİMLERİ

8.2.4. Kan Sayım Cihazındaki Pompa Arızaları ve Onarım Yöntemleri

Kan sayım cihazlarında kullanılan pompalardan kaynaklanan ve cihaz verimliliğini düşüren bazı arızalar ve bu arızaları giderme yöntemleri aşağıda detaylandırılmıştır.

Hortum Aşınması: Pompa hortumlarının aşınması ve sızıntı oluşturması durumudur. Aşınmış hortum çıkarılarak yenisiyle değiştirilmelidir.

Diyot Arızası: Diyot bulunduran pompalarda, diyot entegre haznesinde hatalı bir durum oluşmasıyla pompa işlevini yitirir. Arızalı diyot devreden çıkarılarak yenisiyle değiştirilmelidir.

Vakum Kaybı: Yeterli vakum sağlanamadığı için örnek sıvı emiliminin sağlanamaması durumudur. Hava girişleri ve contalar kontrol edilerek arıza giderilir.

Vidalarda Aşınma: Vida bulunduran pompalardaki vidalarının eskimesi durumudur. Eskiyen vidalar, yenisiyle değiştirilerek arıza giderilir.



SIRA SİZDE

Aşağıdaki tabloda bir kan sayım cihazının pompalarında görülebilecek arızalardan bazıları verilmiştir. Çözüm önerilerinizi, arızanın karşısında boş bırakılan alana yazınız.

Arıza Türü	Çözüm Önerisi
Hortum çevresinde aşınmaya bağlı sızıntı tespit edildi.	
Diyot arızası sebebiyle pompanın görevini yerine getiremediği kaydedildi.	
Numune sıvı emilimi, yeterli vakumlama yapılamadığı için sağlanamadığı görüldü.	
Pompa vidalarında gevşeklikler tespit edildi.	

8.3. KAN SAYIM CİHAZLARINDA ELEKTROMEKANİK VALFLER

Kan sayım cihazlarında numune örneğinin hareketi için bazı mekanik sistemler kullanılır. Sıvı akışının kontrolü için daha çok valf ve pompa sistemleri tercih edilir. Bazı kan sayım cihazlarında elektromekanik valfler de kullanılmaktadır. Elektromekanik valfler, elektriksel enerjiyi mekanik hareketle dönüştüren sistemlerdir ve bu özellikleri sayesinde otomatik kontrol mekanizmalarına entegre edilebilirler.

Valflerin işlevi, kan sayım cihazının içindeki sıvıların belirli bir yönde ve belirli bir basınç altında akışını sağlamaktır. Hastalardan alınan kan örneklerinin doğru bir şekilde işlenmesi için, bu akışın stabil olması gerekmektedir. Elektromekanik valfler, hassas ölçümler yapılmasını sağlayarak kullanıcı hatalarını ve olası tıkanmaları minimize eder.

8.3.1. Kan Sayım Cihazı Valf Arızaları ve Onarma Yöntemleri

Bazı kan sayım cihazlarında, numuneyi cihaza otomatik olarak almak ve cihazda örnek hazırlamak amacıyla kullanılan elektromekanik valfler bulunmaktadır. Kullanılan valf türleri cihazın kullanım amacına göre değişkenlik gösterir.

Selenoid Valfler: Elektrik akımıyla açılıp kapanan, hızlı tepki verebilen ve hassas kontrol sağlayan valflerdir. Kan örneğinin akışını kontrol etmek amacıyla kullanılır.

Döner Valfler: Elektrik akımıyla dönen mekanizmalarla çalışır. Kan örneğinin akış yönünü değiştirmek ve akış hızını kontrol etmek amacıyla kullanılır.

8.3.2. Kan Sayım Cihazlarında Kullanılan Elektromekanik Valflerin Görevleri

Kan sayım cihazlarında kullanılan elektromekanik valfler, cihazın türüne ve işlevine göre değişiklik göstermektedir. Bu elektromekanik valflerin görevleri aşağıda sıralanmıştır.

- Kan analizi için gerekli miktarda kan örneğini cihaza aktarır.
- Alınan kan örneğinin, cihaz içindeki akışını ayarlar.
- İşlemin otomatik olarak ilerlemesini sağlar.
- Çeşitli analizler yapmak üzere, kan örneğini cihazın belirli bölümlerine iletir.
- Doğru sonuçlara ulaşmak için hassas bir kontrol sağlar.
- Hızlı tepki özellikleri sayesinde verimliliği artırır.



SIRA SİZDE

Aşağıdaki tabloda verilen görevler sütunundaki ifadeleri inceleyiniz. Elektromekanik valflere ait görevleri tik işareti (✓) ile belirtiniz.

Görevler	İşaret
Akış kontrolü sağlamak.	
Elektrik akımını kontrol etmek.	
Numune alımı yapmak.	
Örnek kan sıvısını yönlendirmek.	
Voltaj düşüşünü engellemek.	
Verimlilik artışı sağlamak.	

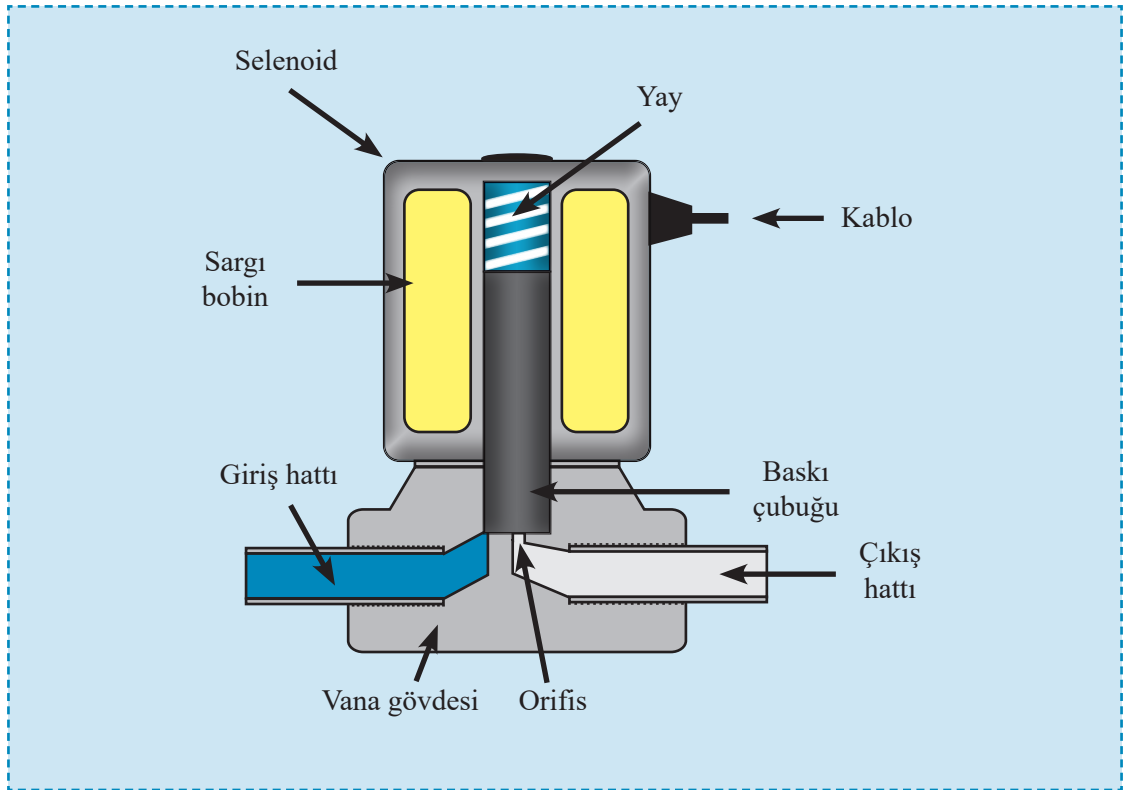
KAN SAYIM CİHAZLARININ ELEKTROMEKANİK BİRİMLERİ

8.3.3. Kan Sayım Cihazlarında Kullanılan Elektromekanik Valflerin Mekanizması

Kan sayım cihazında kullanılan selenoid valflerin mekanizması Görsel 8.10’da verilmiştir. Bu valfler; **bobin**, **çekirdek**, **gövde** ve **sızdırmazlık elemanı** olmak üzere dört ana elemandan oluşur.

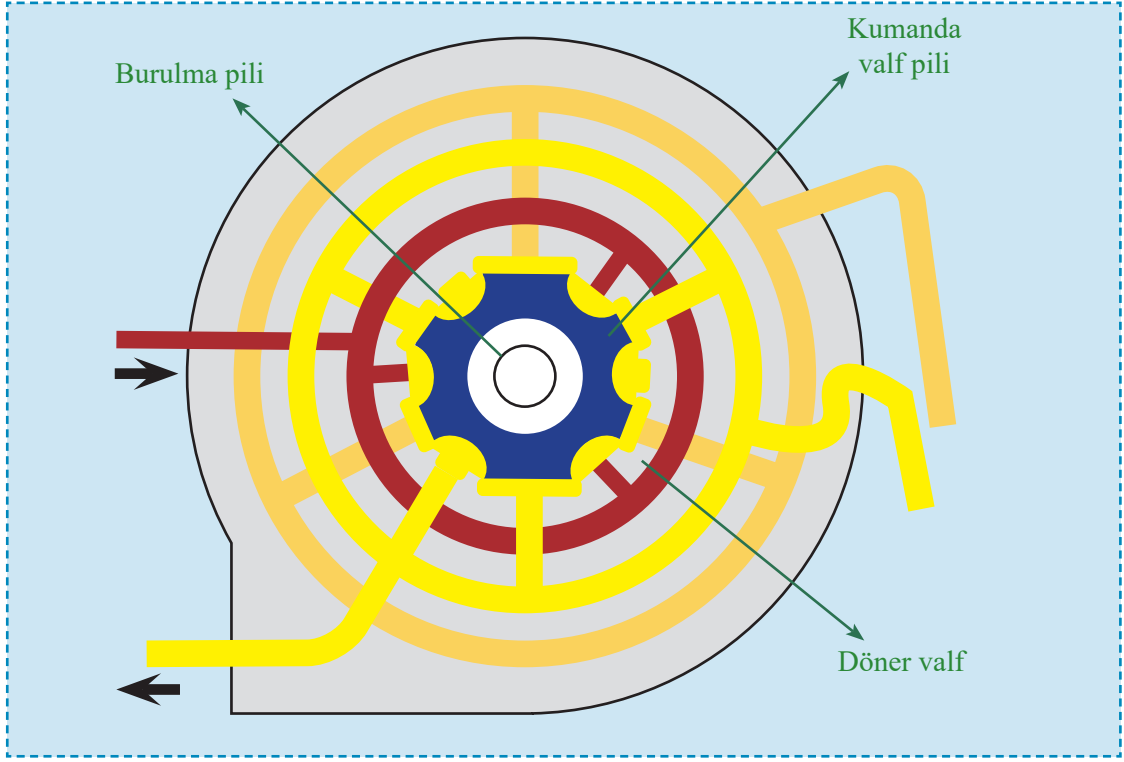
Selenoid valfler, elektrik enerjisiyle çalışır. Valfe verilen elektrik akımı bobin üzerinde bir manyetik alan oluşmasını sağlar. Oluşan bu manyetik alan valfin içindeki çekirdeğin hareket etmesini sağlar. Çekirdeğin bu hareketiyle valf açılır ya da kapanır. Valf açıldığında valfin gövdesinde, kan örneğinin geçiş yaptığı akışkan bir yol oluşur.

Valfe verilen elektrik akımı kesildiğinde oluşan manyetik alan ortadan kalkar ve çekirdek geri hareket eder. Akışkan yol kapanır ve kan örneğinin akışı durur. İçinde bulundurduğu sızdırmazlık elemanı ise kan örneğinin sızmasını engeller.



Görsel 8.10: Bir selenoid valf mekanizması

Kan sayım cihazında kullanılan döner valflerin mekanizması Görsel 8.11’de verilmiştir. Bu valfler elektrik enerjisiyle döndürülen bir gövdeye sahiptir. Aldığı elektrik enerjisiyle valf açılır ya da kapanır. Valf açıldığında içindeki kanal, kan örneğinin geçişine izin verirken valf kapandığında kan örneğinin akışı durur. Aynı zamanda valf dönerken akışkanın yönünü değiştirebilir. Döner valfler kısmi açılma yaparak kan akışının cihaz içindeki akış hızını ve miktarını da kontrol eder. Döner valfler sayesinde hassas kan örneği alımı da yapılabilmektedir.



Görsel 8.11: Döner valf mekanizması

8.3.4. Elektromekanik Valflerde Oluşabilecek Arızalar ve Arızaları Giderme Yöntemleri

Kan sayım cihazlarında kullanılan elektromekanik valfler, diğer mekanik aksamlar gibi zamanla ve kullanıma bağlı olarak arızalanabilir. Elektromekanik valflerde sıkça görülen arızalar, bu arızaların nedenleri ve giderilme yöntemleri aşağıda verilmiştir.

Valfin Açılıp Kapanmaması: Valfe elektrik akımı gelmiyor veya valfin bobini yanmış olabilir. Valfe gelen elektrik yolu ve valfin bobini kontrol edilir. Herhangi bir hata tespit edilen parçaların değişimi sağlanır.

Sıvı Akışında Düşüklük: Valfin içinde tıkanmalar olmuş olabilir. Valf açılır ve uygun solüsyonlarla temizlenir.

Sıvı Sızıntısı: Valfteki sızdırmazlık elemanları yıpranmış olabilir. Bu elemanlar kontrol edilir, gerekirse değiştirilir.

Sesli Çalışma: Valfin montajında sorun olmuş olabilir. Valf montajı kontrol edilir, gerekirse sökülüp yeniden kurulur.

Yanlış Akış Yönü: Valf ters takılmış olabilir. Valfin konumu kontrol edilir, hata varsa düzeltilir.

Kan sayım cihazında bulunan elektromekanik valflerin arızalanması durumunda, cihaz kesinlikle kullanılmamalıdır. Aksi hâlde cihazda daha büyük arızalar ortaya çıkabilir. Ayrıca arızası olan bir cihazla doğru sonuçlar almak mümkün değildir.

KAN SAYIM CİHAZLARININ ELEKTROMEKANİK BİRİMLERİ



SIRA SİZDE

Aşağıdaki tabloda bir kan sayım cihazının elektromekanik valflerinde görülebilecek arızalardan bazıları verilmiştir. Çözüm önerilerinizi, arızanın karşısında boş bırakılan alana yazınız.

Arıza Türü	Çözüm Önerileri
Valf, açılıp kapanmıyor.	
Valfte sıvı sızıntısı oluyor.	
Valf, örnek akışını ters yapıyor.	
Valf aşırı gürültülü çalışıyor.	

8.4. KAN SAYIM CİHAZLARINDA KULLANILAN ÖZEL BİRİMLER

Kan sayım cihazlarıyla işlem yaparken kullanılan bazı özel birimler vardır. Numune tüpleri, karışım kapları, hortumlar, şırıngalar ve iğneler kan sayım cihazında kullanılan sarf malzemelerdir. Bu sarf malzemeler, cihazın işlevselliği ve elde edilen sonuçların güvenilirliği açısından büyük öneme sahiptir. Şırıngalar, kan alma tüpleri, reaktif kitleri ve filtreler; tıbbi teşhis ve tedavi süreçlerinin etkinliğini artırmaktadır. Laboratuvar ortamlarında bu sarf malzemelerinin düzenli olarak kontrol edilmesi ve gerektiğinde değiştirilmesi gerekmektedir.

8.4.1. Numune Tüpleri

Kan sayım cihazlarında ölçümü yapılacak kan örneği, bir numune tüpüne (Görsel 8.12) alınır. Kullanılan numune tüpleri, yapılacak teste ve ölçüme göre farklılıklar gösterir. Cam veya özel plastik malzemeden üretilen ve kan sayım cihazlarında yaygın olarak kullanılan numune tüpleri şunlardır:



Görsel 8.12: İçerisinde kan örneği bulunan numune tüpleri

EDTA Kaplı Tüpler: Tam kan sayımı için en sık kullanılan ve EDTA antikoalüganı içeren mor kapaklı tüplerdir.

Sodyum Sitrat Kaplı Tüpler: Koagülasyon testleri için kullanılan, sodyum sitrat içeren mavi kapaklı tüplerdir.

Heparin Kaplı Tüpler: Hematolojik analizler için kullanılan, heparin içeren, yeşil kapaklı tüplerdir.

Serum Tüpleri: Genellikle koagülasyon testleri için kullanılan, kanın pıhtılaşmasını teşvik eden, kırmızı veya sarı kapaklı tüplerdir.

ESR Tüpü: Sedimentasyon testi için kullanılan, sitrat antikoagülanı içeren, siyah kapaklı tüplerdir.

Gradyan Tüpler: Özel testler için kullanılan tüplerdir.

PCR Tüpleri: Genetik analizler için kullanılan tüplerdir.



SIRA SİZDE

Aşağıda verilen terimlerin anlamlarını örnekte verildiği gibi ilgili terimin karşısına yazınız. Tamamlanan çalışmanızı arkadaşlarınızla paylaşınız.

Terim	Anlamı
EDTA	Etilendiamintetraasetik asitin kısaltmasıdır. Kanın pıhtılaşmasını önler.
Sodyum Sitrat	
Heparin	
ESR Testi	
PCR	

8.4.2. Karışım Kapları

Kan sayım işleminin ilk aşaması olan reaktif ile kan örneğinin karıştırılarak kan hücrelerinin seyreltilmesi işleminin yapıldığı, ölçeklendirilmiş kaplara **karışım kapları** (Görsel 8.13) denir. Genellikle dik ve silindirik bir yapıya sahip olduğu için içindekiler kolayca karıştırılabilir. Plastik veya cam malzemeden üretilen bu kaplar, genellikle saydamdır. Kan sayım cihazlarında kullanılan karışım kaplarının işlevleri şunlardır:

- Pıhtılaşmayı önler.
- Analizden önce, kan örneğini iyi bir şekilde karıştırarak homojen hâle getirir.
- Belirli miktarda kan alınmasını sağlayarak hacim kontrolü yapar.
- Numunenin yapısının korunmasını sağlayarak ölçüm sonuçlarının doğruluğunu artırır.



Görsel 8.13: Karışım kapları

KAN SAYIM CİHAZLARININ ELEKTROMEKANİK BİRİMLERİ

8.4.3. Hortumlar

Kan sayım cihazlarında kan örneğinin cihaz içindeki farklı birimlere taşınmasını sağlayan hortumlar bulunur. Genellikle esnek ve kimyasal dirençli plastik malzemeden üretilen hortumlar, kan sayım cihazının tasarımına göre farklı çap ve uzunlukta olabilir. Bu hortumların, sisteme entegre edilebilmesi için kan sayım cihazının diğer parçalarıyla uyumlu bağlantı noktaları vardır. Kan örneğinin alındığı yerden analiz edileceği yere taşınmasını sağlayan hortumların, geçirgen olmama özelliği sayesinde kan örneği dış etkenlerden korunur. Kan sayım cihazlarında kullanılan hortum çeşitleri şunlardır:

Kan Alma Hortumu: Kan örneğinin, cihaza taşınmasını sağlar.

Transfer Hortumu: Kan örneğinin, cihaz içinde farklı bölümlere iletilmesini sağlar.

Ölçüm Hortumu: Ölçüm işaretli bu hortumlar, sıvı seviyesini ölçmek için kullanılır.

8.4.4. Şırıngalar

Kan örneğinin istenilen miktarda ve hassas bir şekilde alınıp verilmesi için kullanılan birimlere **şırınga** (Görsel 8.14) denir. İç yüzeyleri, kaygan olması için genellikle silikonla kaplıdır. Hacim ölçümü için ölçüm çizgileri vardır. İğne veya tüp bağlantısı için tasarlanmış uçları bulunur. Kullanım şekli ve amacına göre şırınga çeşitleri şunlardır:



Görsel 8.14: Çeşitli şırıngalar

Tek Kullanımlık Şırınga: Genellikle plastikten yapılmış, steril paketlerde satılan ve kan örneğinin hastadan alınması için kullanılan şırıngalardır.

Otomatik Şırınga: Kan sayım cihazındaki numunenin, otomatik olarak alınması için tasarlanmış şırıngalardır. Cihazdaki valflerle birlikte çalışır. Kan örneğinin istenilen miktarda çekilmesini sağlar. Gövdesi cihaza sabitlenen bu şırınganın pistonları ileri geri hareket ettirilerek çalıştırılır.

8.4.5. İğneler

Kan örneklerinin hastadan şırıngaya veya tüplerden cihaza çekilmesini sağlayan, paslanmaz çelikten yapılmış, içinde ince kanal bulunan, boru şeklindeki ince uçlara **iğne** denir. Ucu, keskin ve ince tasarlanmıştır. Kullanım amacına göre farklı çap ve uzunlukta üretilen iğnelerin, şırıngaya bağlanabilmesi için uygun bağlantı noktası vardır.



Görsel 8.15: Kan alma iğnesi

Hastadan kan örneği almak amacıyla kullanılan iğne uçları (Görsel 8.15) tek kullanımlıktır. Steril oldukları için enfeksiyon riskini ortadan kaldırır. Hasta iğneleri uygun çap ve uç tasarımıyla travma oluşumunu azaltır.

Kan sayım cihazında numune örneğini cihaza çekmek için prob iğnesi (Görsel 8.16) de kullanılır. Birden fazla işlemde kullanıldıkları için her işlemden sonra gerekli solüsyonlarla temizlenmelidir. Kullanıma ve zamana bağlı olarak yıpranma, eğilme, bükülme gözlemlenen iğneler yenisiyle değiştirilmelidir. İğne değiştirme işlemi cihazın marka modeline göre değişiklik gösterse de izlenmesi gereken genel adımlar şunlardır:

- Cihazın kullanma kılavuzu incelenir.
- Cihaz kapatılır ve cihazın elektrik bağlantıları kesilir.
- Yıpranmış iğne cihazdan nazikçe çıkartılır. İğne cihaza bir vidayla tutturulmuşsa önce vida çıkartılmalıdır. İğne cihaza bir klipsle tutturulmuşsa önce klips açılmalıdır.
- Yeni iğne paketinden çıkartılır.
- İğne ucu doğru yere gelecek şekilde yeni iğne cihaza yerleştirilir. Vida varsa gerektiği kadar sıkılır.
- Cihaz, kontrol edilmek üzere çalıştırılır.



Görsel 8.16: Prop iğnesi



BİLGİ NOTU

Kan saklama cihazında iğne değiştirme işlemi, servis el kitabında ayrıntılı bir şekilde verilmektedir. Değiştirme işleminden önce ilgili bölüm incelenmelidir. İğne değiştirme işlemi yetkili kişilerce yapılmalıdır. İğne uçları kan örneklerine temas ettiği için işlem sırasında çok dikkatli olunmalıdır. Herhangi bir biyolojik riske maruz kalmamak için gerekli iş sağlığı ve güvenliği tedbirleri alınmalıdır.

8.5. KAN SAYIM CİHAZLARINDA FONKSİYON TESTİ

Çoğu kan sayım cihazı kullanıcı tarafından kalibre edilemez ve fonksiyon testleri uygulanamaz. Ancak otomatik kan sayım cihazlarına boş test ve kör nokta testleri gibi referans analizlerle istenilen standartlara dönülebilir. Bu nedenle standart olarak hazırlanmış veya satın alınmış bir numune süspansiyonu yalnızca hassasiyetin kontrolü için kullanılabilir. Harici olarak temin edilebilen kontrol malzemelerinde verilen kan numune konsantrasyonları yalnızca belirli bir cihazla ölçüm için tercih edilir. Fakat farklı eşik sınırına sahip cihazlarla farklı sonuçlar elde edilecektir.

8.5.1. Kan Sayım Cihazında Boş Sayım Testi

Kan sayım cihazlarında **boş sayım testi**, cihazın herhangi bir numune almadan yaptığı ölçümdür. Bu ölçüm sırasında numune örneği kullanılmaz, genellikle numune kabına seyreltici reaktif konur. Boş sayım; cihazın çalışma performansını, sıfır değerlerini ve temel ölçüm yeteneklerini değerlendirmek için yapılan önemli bir işlemdir.

KAN SAYIM CİHAZLARININ ELEKTROMEKANİK BİRİMLERİ

Kan sayım cihazına boş sayım ölçümü için aşağıdaki işlem başmakları uygulanır:



- Cihaz çalıştırılır.
- Numune tüpüne seyreltici reaktif konur.
- Cihazın numune (örnek) aktarım birimine (Görsel 8.17), numune tüpü yerleştirilir.
- Cihazın ölçüm testleri gerçekleştirilir.
- Ölçüm sonuçları referans değerlerle karşılaştırılır.

Görsel 8.17: Kan sayım cihazı numune aktarım birimi

Ölçüm sonuçları, sıfır veya çok küçük değerde olmalıdır. Elde edilen ölçüm sonuçları referans değerlerinden uzak ise cihaz kontrol edilmelidir. Varsa tespit edilen arızalar giderilmelidir.

Kan sayım cihazına boş sayım işlemi aşağıdaki durumları belirlemek amacıyla yapılmaktadır:

- Cihazın, güvenilir ve doğru sonuçlar verip vermediğinin tespit etmek.
- Cihazın kalibrasyon ayarlarının doğru olup olmadığını kontrol etmek.
- Herhangi bir arıza veya teknik bir sorunun olup olmadığını belirlemek.
- Cihazın genel performansını kontrol etmek.



ARAŞTIRINIZ

Kan sayım cihazına yapılan boş sayım sonuçlarının neden sıfır veya çok küçük değerde olması gerektiğini araştırınız? Ulaştığınız verileri, sınıfta arkadaşlarınızla paylaşınız.

8.5.2. Kan Sayım Cihazında Test Numune Analizi

Kan sayım cihazlarında, cihazın doğruluğunu ve güvenilirliğini kontrol etmek amacıyla kullanılan standart referans örneğine **kontrol kanı** denir. Kontrol kanı özel olarak hazırlanır ve parametreleri hassas ölçümlerle belirlenir. Başka bir deyişle ölçüm sonucunda elde edilmesi gereken sonuçlar önceden belirlenir.

Kontrol kanıyla kan sayım cihazlarında yaptırılan ölçümlere **test numune analizi** denir. Bu analizle cihazın doğru ve tekrarlanabilir sonuçlar üretip üretmediği kontrol edilir. Test numune analizi, aşağıdaki durumları belirlemek amacıyla yapılmaktadır:

- Cihazın doğru ölçüm yapıp yapmadığını tespit etmek.
- Cihazın kalibrasyon ayarlarını kontrol etmek.
- Cihazın performansını izleyerek sonuçlarda sapma olup olmadığını belirlemek.
- Herhangi bir arıza veya teknik bir sorunun olup olmadığını belirlemek.

Kontrol kanıyla yapılan ölçüm sonuçları, kontrol kanı referans sonuçlarıyla karşılaştırılarak değerlendirilir. Ölçüm sonucunda ulaşılan değerler, referans değerleri içinde değilse cihazın güvenilir ölçümler yapmadığı sonucuna varılır.



BİLGİ NOTU

Kan sayım cihazlarına belirli aralıklarla test numune analizi yapılır. Bu test sonuçları cihazın hafızasında saklanarak önceki analiz sonuçlarıyla karşılaştırılır.



ARAŞTIRINIZ

Modern kan sayım cihazlarında bulunan otomatik temizleme özelliğini araştırınız. Cihazın bu temizleme işlemini nasıl yaptığını inceleyiniz. Edindiğiniz bilgileri sınıfta arkadaşlarınızla paylaşınız.

8.5.3. Kan Sayım Cihazlarında Oluşabilecek Arızlar ve Çözüm Önerileri

Kan sayım cihazları, hematolojik analizlerin hızlı ve doğru bir şekilde gerçekleştirilmesini sağlayan önemli biyomedikal cihazlardır. Ancak, bu cihazların kullanımında bazı teknik hatalar meydana gelebilmektedir. Bu hatalar, test sonuçlarının doğruluğunu etkileyerek hastaların tanı ve tedavi süreçlerini olumsuz bir şekilde etkileyebilir. Tablo 8.1’de kan sayımı sırasında oluşabilecek hatalar ve çözüm önerilerine yer verilmiştir.

Tablo 8.1: Kan Sayım Cihazlarında Oluşabilecek Hatalar ve Çözüm Önerileri

Hatalar	Çözüm önerileri
Elektrik akımında dalgalanmalar olması	Hücre sayacı bir elektrik sabitleyiciye bağlanmalıdır.
Cihazın boyut eşiğinin yanlış ayarlanması	Elektrolit odaları arasındaki açıklık her ölçüm serisinden sonra kontrol edilmeli ve gerekirse küçük yumuşak bir fırça ile temizlenmelidir.
Seyrelticide toz parçacıklarının olması	Elektrotlar kontrol edilmeli ve her iki odadaki elektrolit çözeltisine daldırıldıklarından emin olunmalıdır.
Cihazın emme sisteminde sızıntı olması	Çıkarılabilir parçaların bağlantı parçaları, emiş sisteminde hava kaçağını önlemek için silikon gresle kaplanmalıdır.
Açıklığın kısmen veya tamamen tıkanması	Seyreltici çözelti şişesi günlük olarak kontrol edilmeli ve atık çözelti atılmalıdır.
Art arda yapılan ölçümlerde, ikinci ölçümdeki yüksek hücre sayımlarında çoklu hücre geçişinin olması	Emiş sistemi, taşınma etkilerini önlemek için seyreltici çözeltiyle temizlenmelidir.

KAN SAYIM CİHAZLARININ ELEKTROMEKANİK BİRİMLERİ



BİLGİ NOTU

Her iş gününün sonunda, emiş sistemi deterjan çözeltisiyle ve ardından seyrelticiyle temizlenmelidir. Tıkanmaları önlemek için cam küvetin açıklığı, her zaman seyreltici çözeltiye daldırılmış hâlde tutulmalıdır. Diğer bakım prosedürleri (cıva temizliği vb.), üreticinin talimatlarına göre yapılmalıdır.

8.6. KAN SAYIM CİHAZLARININ GENEL BAKIMI

Tüm tıbbi cihazlarda olduğu gibi kan sayım cihazlarına da belirli aralıklarla ve gerekli durumlarda bakım işlemleri yapılır. Bakım işlemleri, yetkili kişiler tarafından ve kurallara uygun şekilde uygulanmalıdır. Bazı kan hücresi sayım analizörleri minimum düzeyde bakım gerektirir ve kendi kendine kalibrasyon rutinlerini otomatik olarak gerçekleştirir. Kan sayım cihazlarının, doğru ve güvenilir sonuçlar vermeyi sürdürmesini sağlayan en önemli husus, cihaza yapılan bakım işlemleridir. Kan sayım cihazlarındaki bakım işlemlerinin temel amaçları şunlardır:

- Cihazın doğru ve güvenilir sonuçlar vermesini sağlamak.
- Cihazın kalibrasyon testlerinden geçmesini sağlamak.
- Cihazın genel performansını korumak.
- Cihazın kullanım ömrünü olabildiğince uzatmak.
- Cihazdaki olası arızaları önlemek.



ARAŞTIRINIZ

Herhangi bir sağlık kuruluşunda aktif olarak kullanılan bir kan sayım cihazına, bir sene boyunca genel bakım yapılmaması durumunda ne tür sorunlar oluşabileceğini araştırınız. Araştırma sonuçlarınızı sınıfta arkadaşlarınızla paylaşınız.

8.6.1. Kan Sayım Cihazının Bakım Faaliyetleri

Kan sayım cihazlarına uygulanacak bakım işlemleri ve uygulama şekilleri cihazın kullanım kılavuzunda açıkça belirtilmektedir. Cihazların marka ve modeline bağlı olarak bakım işlemlerinde bazı farklılıklar bulunabilir. Cihazın bakımı yapılmadan önce servis el kitapçığı incelenmelidir. Kan sayım cihazına bakım yapılırken aşağıdaki işlem basamaklarına uyulur.

- Bakım için gerekli olan temizlik malzemeleri hazırlanır.
- Cihazın dış yüzeyi temizlenir.
- Cihazın iç parçaları temizlenir.
- Cihazın parçaları kontrol edilir ve değiştirilmesi gereken parçalar yenisiyle değiştirilir.
- Cihazın yazılımı kontrol edilir ve gerekli güncellemeler yapılır.

Cihaza yapılan bakım işlemleri kayıt altına alınarak dosyalanır. Yapılan işlemlerin bilgisi cihazın bulunduğu kurum çalışanına ve kullanıcıya verilir. Kan sayım cihazının bakımı yapılırken temizlenmesi gereken başlıca parçalar şunlardır:

- Cihazın dış yüzeyi toz ve kirden arındırılır.
- Cihazın problemleri istenmeyen karışımları önlemek için uygun çözeltiyle temizlenir.
- Cihazın tüpleri, istenmeyen karışımları önlemek için temizlenir ve gerekiyorsa yenisiyle değiştirilir.
- Cihazın filtreleri, kir ve tozlardan arındırılır.
- Cihazın hortumları ve iç parçaları temizlenir.
- Cihazın şırıngasının bulunduğu modülü süren dişli ile çark sistemi temizlenir ve yağlanır.
- Cihazın prob ve iğne mekanizmasını sağlayan kaydırma çubukları temizlenir ve yağlanır.
- Cihazın prob iğnesi temizlenir.

Bazı kan sayım cihazlarında otomatik temizleme sistemi bulunur. Bu özellikteki cihazlarda, ilgili yazılım kullanılarak cihaza belirli aralıklarla iç mekanizma ve problemlerin temizlenmesi otomatik olarak yaptırılır. Kan sayım cihazının bakımı sırasında kullanım ömrü dolmuş veya işlevini yitirmiş parçaların değiştirilmesi gerekebilir. Değişim için kontrol edilmesi gereken temel parçalar şunlardır:

- Son kullanma tarihi geçmiş reaktifler
- Aşınmış problemler
- Yıpranmış tüpler
- Yıpranmış filtreler
- Güç kaynağında bulunan ömrü dolmuş piller
- Bazı modellerinde bulunan lambalar
- Peristaltik pompa düzeneği (Görsel 8.18)
- Peristaltik pompa boruları (Görsel 8.19)



Görsel 8.18: Peristaltik pompa düzeneği



Görsel 8.19: Peristaltik pompa borusu

KAN SAYIM CİHAZLARININ ELEKTROMEKANİK BİRİMLERİ



SIRA SİZDE

Aşağıda karışık olarak verilen kan sayım cihazının bakımında uyulacak işlem basamaklarını, uygulama sırasına göre düzenleyiniz.

- Kan sayım cihazının dış yüzey temizliğini yapmak.
- Kan sayım cihazı servis el kitabını incelemek.
- Kan sayım cihazı parçalarını incelemek.
- Bakım için gerekli olan temizlik malzemelerini hazırlamak.
- Cihazın iç parçalarını temizlemek.
- Cihazın yazılımını incelemek ve gerekli güncellemeleri yapmak.
- Cihazın değiştirilmesi gereken yıpranmış parçalarını yenisiyle değiştirmek.

Kan Sayım Cihazının Bakımında Uygulanacak İşlem Basamakları

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.
- 6.
- 7.

8.7. KAN SAYIM CİHAZLARININ KALİBRASYONU

Kalibrasyon; doğruluk, tekrarlanabilirlik ve standardizasyon sağladığı için laboratuvar ekipmanının bakımı için kritik uygulamadır. Kalibrasyon eksikliği; kaliteyi, güvenliği ve ekipmanın kullanım ömrünü tehdit edebilir. Kalibrasyon sıklığı, üreticilerin tavsiyelerine veya kuruluş standartlarına göre belirlenebilir. Ekipmana bağlı olarak, kalibrasyon bir laboratuvar personeli veya herhangi bir hizmet sağlayıcı tarafından gerçekleştirilebilir. Ekipman dahilî olarak kalibre edilmişse, prosedür iyi bir şekilde belgelenmeli ve personel uygun şekilde eğitilmelidir.

Kan sayım cihazlarına; cihazın kurulum aşamasında, her bir bakım ve onarımdan sonra, cihazın ürettiği sonuçlarda tutarsızlık görüldüğünde ve belirli aralıklarla kalibrasyon işlemi uygulanır. Kan sayım cihazlarının kalibrasyonu, doğru ölçümler elde etmek için kritik bir öneme sahiptir. Aşağıda genel bir kan sayım cihazının kalibrasyonunda izlenecek işlem basamakları sıralanmıştır:

- Cihazın kullanım kılavuzu okunmalı ve gerekli ekipmanlar hazırlanmalıdır.
- Kalibrasyon işlemi için gerekli olan standart referans materyalleri ve numuneler temin edilmelidir.
- Cihazın genel durumu kontrol edilmeli, pil durumu, kablo ve sensörler gözden geçirilmelidir.
- Cihazın yazılım güncellemeleri yapılmalıdır.

- İlgili çözeltilerin konsantrasyonları dikkatli bir şekilde belirlenmelidir.
- Cihaz, menü seçenekleri aracılığıyla kalibrasyon moduna alınmalıdır.
- Standart referans çözeltisi kullanılarak cihazdan ilk ölçüm alınmalıdır.
- Bu ölçüm kaydedilmeli ve cihazın gösterdiği değer ile standart değer arasındaki fark tespit edilmelidir.
- İlk ölçümden elde edilen sonuç ile referans değer arasında uyumsuzluk varsa cihazın kalibrasyon ayarları yapılmalıdır.
- Gerekirse yazılım aracılığıyla düzeltmeler yapılmalıdır.
- Kalibrasyon sonrası aynı standart numune ile bir ölçüm daha yapılmalı ve ölçüm sonuçları karşılaştırılmalıdır.
- Bu işlem gerektiği kadar tekrarlanmalı ve her seferinde çıkan sonuçlar kaydedilmelidir.
- Farklı konsantrasyon seviyelerinde birkaç test yapılarak cihazın tutarlılığı kontrol edilmelidir.
- Kalibrasyon sürecinin sonunda cihazın tüm fonksiyonlarının düzgün çalıştığından emin olunmalıdır.
- Yapılan kalibrasyon işlemleri ve elde edilen sonuçlarla ilgili (gelecek kontrollerde kullanılmak üzere) detaylı bir rapor hazırlanmalıdır.
- Kalibrasyon işleminin belirli aralıklarla (haftada bir, ayda bir) tekrarlanması planlanmalıdır.



BİLGİ NOTU

Kan sayım cihazının kalibrasyonu için kullanılan referans değerleri genellikle hemoglobinin düzeyi, beyaz kan hücre sayısı, trombosit sayısı, hematokrit değeri ve retikülosit sayısı gibi parametreleri içerir.

8.7.1. Kan Sayım Cihazı Kalibrasyon İşlemleri

Kan sayım cihazının kalibrasyonu yapılırken bazı temel adımlar takip edilir. Cihazın marka ve modeline göre bu adımlarda bazı farklılıklar olabilir. Bu nedenle öncelikle cihazın servis el kitabı dikkatlice incelenir ve kalibrasyon için gerekli olan kalibratör hazırlanır.

Kan sayım cihazlarının kalibrasyonunda kullanılan kalibratörler, belirli kan parametrelerine sahip çözeltilerdir. Bu çözeltiler hem tam kan örnekleri hem de sentetik standartlar şeklinde olabilir. Kullanılacak kalibratör, cihazın ölçmesi gereken kan bileşenlerine göre hazırlanmalıdır.

- Cihazın mevcut ayarları kontrol edilir.
- Cihazın son kalibrasyon tarihi ve ayarları kontrol edilir.
- Her referans çözeltisi için cihaz test edilir ve sonuçlar kaydedilir.
- Cihazın ölçtüğü değerlerle referans değerler karşılaştırılır.
- Karşılaştırma sonuçlarının tolerans değerler içinde olup olmadığı kontrol edilir.
- Kalibrasyon değerleri ve tarihi kaydedilir.

Kalibrasyon sonuçları, tolerans değerlerinin dışında ise cihazdaki hataları gidermek için gerekli onarım çalışmaları yapılır. Ardından cihaz tekrar kalibrasyona tabi tutulur.

KAN SAYIM CİHAZLARININ ELEKTROMEKANİK BİRİMLERİ



SIRA SİZDE

Aşağıda karışık olarak verilen kan sayım cihazının kalibrasyonunda uygulanacak işlem basamaklarını, uygulama prosedürüne göre sıralayınız.

- Cihazın kalibratörünü kalibrasyona hazırlamak.
- Kalibrasyon değerlerini ve tarihini kaydetmek.
- Karşılaştırma sonucunun tolerans değeri aralığında olup olmadığını kontrol etmek.
- Cihazın servis el kitabını incelemek.
- Cihazın mevcut ayarlarını kontrol etmek.
- Referans çözeltileriyle cihazı test etmek ve sonuçları kaydetmek.
- Cihazın sonuçlarıyla referans değerlerini karşılaştırmak.

1.

2.

3.

4.

5.

6.

7.

A) Aşağıdaki cümlelerde geçen yargılar doğru ise parantez içine “D” yanlış ise “Y” yazınız.

- (....) 1. Kanda bulunan çeşitli hücrelerin miktarlarının ölçülmesini sağlayan laboratuvar cihazlarına kan sayım cihazları adı verilir.
- (....) 2. Motorların hızını, yönünü ve torkunu motor yön kartları kontrol eder.
- (....) 3. Kan sayım cihazlarında küçük miktarda kan örnekleri almayı sağlayan valflere makro valf denir.
- (....) 4. Kan sayım cihazlarında kan örneğinin bir yerden başka yere taşınmasını sağlayan vidalar bulunur.
- (....) 5. Kan sayım cihazının çalışma performansını değerlendirmek için fonksiyon testi yapılır.
- (....) 6. Kan sayım cihazlarına yapılan bakım sırasında parça değişimi yapılabilir.
- (....) 7. Kalibrasyon işlemi, cihazın doğru ve güvenilir bir şekilde çalışabilmesi için yapılır.

B) Aşağıdaki cümlelerde yer alan boşlukları uygun ifadelerle doldurunuz.

8. Genellikle bir kan sayım cihazında ana motor kullanılır.
9. Bir sistem içerisinde, akışkanların kontrol edilmesini sağlayan elemanlara denir.
10. Selenoid valfler, enerjisiyle çalışır.
11. Kan sayım işleminin ilk aşaması olan reaktif ile kan örneğinin karıştırılarak kan hücrelerinin seyreltilmesi işleminin yapıldığı, ölçeklendirilmiş kaplara denir.
12. Kan sayım cihazlarında, cihazın doğruluğunu ve güvenilirliğini kontrol etmek amacıyla kullanılan standart referans örneğine denir.
13. Kan sayım cihazlarına yapılacak olan bakım işlemlerinin neler olduğu ve bu işlemlerin nasıl yapılacağı cihazın kitabında bulunur.

C) Aşağıdaki soruların doğru cevabını işaretleyiniz.

14. Aşağıdakilerden hangisi motor kontrol kartının görevlerindedir?
- A) Hız kontrolü
- B) Sayma fonksiyonu
- C) Gitme kontrolü
- D) Yazma fonksiyonu
- E) Çizim kontrolü

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

15. Aşağıdakilerden hangisi kan sayım cihazında kullanılan pompa çeşitlerinden biri değildir?

- A) Peristaltik pompa
- B) Vidalı pompa
- C) Kaydırmalı pompa
- D) Havalı pompa
- E) Diyetli pompa

16. I. Kan alma hortumu
II. Transfer hortumu
III. Ölçüm hortumu

Yukarıda verilenlerden hangisi veya hangileri kan sayım cihazında kullanılan hortum çeşitlerindedir?

- A) Yalnız I
- B) Yalnız II
- C) Yalnız III
- D) I ve II
- E) I,II ve III

17. Aşağıdakilerden hangisi kan sayım cihazının bakımı sırasında değiştirilen parçalardan biridir?

- A) Aşınmış proplar
- B) Dönen tekerlekler
- C) Zıplayan kaşıklar
- D) Servis el kitabı
- E) Ayar ekranı

18. Aşağıdaki durumların hangisinde kalibrasyon yapmak gerekmez?

- A) Kalibrasyon süresi bittiğinde
- B) Kullanıcı cihaz ekranına dokunduktan sonra
- C) Cihaz ilk kurulduğunda
- D) Cihaza bakım yapıldıktan sonra
- E) Cihaz onarımı yapıldıktan sonra

19. I. Selenoid valf
II. Döner valfler
III. Sade valfler

Yukarıda verilen valf çeşitlerinden hangileri kan sayım cihazlarında kullanılan elektromekanik valflerdedir?

- A) Yalnız I
- B) Yalnız II
- C) Yalnız III
- D) I ve II
- E) I ve III

Ç) Aşağıda verilen soruların cevabını boş bırakılan alana yazınız.

20. Kan sayım cihazının motorunda görülebilecek olası arızalar yazınız.

21. Kan sayım cihazlarında kullanılan pompalardan kaynaklanan arızaları yazınız.

22. Kan sayım cihazlarında kullanılan elektromekanik valflerin görevlerini yazınız.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

23. Kan sayım cihazlarında kullanılan şırıngaların yapısı hakkındaki bildiklerinizi yazınız.

24. Kan sayım cihazına test numune analizi hangi amaçla yapılır?

25. Kalibrasyon sertifikasında bulunması gereken bilgileri yazınız.



ANALİZ CİHAZLARINDA OKUMA YÖNTEMLERİ

KONULAR

- 9.1. SPEKTROFOTOMETRİK METOD
- 9.2. SPEKTROFOTOMETRİK ÖLÇÜM YÖNTEMİNİN ÖZELLİKLERİ
- 9.3. SPEKTROFOTOMETRE MODÜLÜNDE FOTODEDEKTÖR ÜNİTESİ
- 9.4. SPEKTROFOTOMETRE MODÜLÜNDE HALOJEN LAMBA VE MERCEK
- 9.5. KEMÜLİMİNESANS ÖLÇÜM YÖNTEMİ
- 9.6. ANTİKOR VE ANTİJEN REAKSİYONLARININ ÖZELLİKLERİ
- 9.7. LUMİNOMETRE MODÜLÜ
- 9.8. LUMİNOMETRE MODÜLÜNDE PMT (PHOTOMULTIPLER TUBE)

HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

1. Bir ilacın içindeki herhangi bir maddenin miktarı nasıl tespit edilebilir? Fikirlerinizi arkadaşlarınızla paylaşınız.
2. Belirli bir konsantrasyondaki metilen mavisi çözeltisinin dalga boyu nasıl bilinebilir? Dalga boyunun ışıkla ve renklerle olan ilişkisini düşünerek fikirlerinizi arkadaşlarınızla paylaşınız.



ANALİZ CİHAZLARINDA OKUMA YÖNTEMLERİ

9.1. SPEKTROFOTOMETRİK METOD

Analiz cihazlarında kullanılan okuma yöntemleri, cihazın çalışma prensibine ve ölçülen parametreye bağlı olarak değişiklik gösterir. Spektrofotometrik okuma, kolorimetrik okuma gibi çeşitli okuma yöntemleri geliştirilmiştir.

Spektrofotometrik okuma yapabilen cihazlar, çalışma prensiplerinin temel mantığını spektroskopî bilim dalından alır. **Spektroskopî**, maddelerin atomik ve moleküler yapısını anlamak için ışığın etkileşimlerini inceler. Bu yöntem, bir maddeden yayılan veya emilen ışığın dalga boylarına göre analiz edilmesiyle gerçekleştirilir.

Spektroskopinin temel prensibi, bir maddenin belirli dalga boylarındaki ışığı emme veya yayma eğilimidir. Bu, her elementin özgün bir spektrum oluşturması nedeniyle mümkündür. Örneğin hidrojen atomu belirli dalga boylarında ışık yaydığı için bu dalga boyları kullanılarak hidrojenin varlığı tespit edilebilir.

Spektrofotometri, belirli bir dalga boyundaki ışığın bir madde tarafından nasıl emildiğini veya yayıldığını inceleyen analitik bir tekniktir. Spektrofotometri; maddelerin kimyasal yapılarının, konsantrasyonlarının ve fiziksel özelliklerinin belirlenmesinde önemli rol oynar.

Spektrofotometrik metodun uygulanabilmesi için genellikle bir spektrofotometre cihazı kullanılır. Bu cihaz; ışık kaynağı, dalga boyu seçici elemanlar ve detektör içerir. Örneğin UV-VIS spektrofotometreler, görünür ve ultraviyole ışınlarını kullanarak analiz yapabilir. Kullanıcı, örneği bir solüsyon hâline getirerek cihazın ölçüm hücreğine yerleştirir ve ardından belirli bir dalga boyunda emilim ölçümü gerçekleştirir. İbrelî ölçüm cihazlarından dijital cihazlara kadar pek çok farklı çeşidi bulunan spektrofotometreler, özellikle çözeltideki bileşenlerin konsantrasyonunu belirlemede ve renkli bileşiklerin analizinde büyük bir öneme sahiptir. Örneğin bir çözelti içerisindeki madde miktarını belirlemek için Beer-Lambert Yasasından faydalanılır. Bu yasa, bir çözeltinin optik yoğunluğunun çözelti içerisindeki maddelerin konsantrasyonu ile doğru orantılı olduğunu ifade eder.

Spektrofotometrik metod, maddelerin analizi ve tanımlanmasında sağladığı doğruluk ve hassasiyet sayesinde uygulamalarda önemli bir rol oynar. Sağlık tesislerinin laboratuvar çalışmalarında yaygın bir şekilde kullanılmaktadır.

9.1.1. Spektrofotometre Cihazının Çalışma Prensibi

Spektrofotometreler, analizi yapılmak istenen çözeltideki bir maddenin varlığını veya konsantrasyonunu belirlemek için kullanılır. Genel olarak istenilen özelliklere sahip bir lambadan gelen ışık, belirli bir dalga boyunu seçip ayıran bir cihazdan geçirilir. Işığın bir numune küvetinin içinden geçmesi sağlanır. Numune küvetinin çıkışındaki ışık yoğunluğu yakalanır ve numuneden geçen ışık yoğunluk oranları karşılaştırılır. Madde konsantrasyonu gibi faktörlere bağlı olan geçirgenlik, bu yoğunluk oranlarıyla hesaplanır.

Temel ilke olarak ışık elektromanyetik bir enerji biçimi olarak kabul edilir. Işık boşlukta yaklaşık 3×10^8 m/s'lik sabit ve evrensel bir hıza sahiptir. Işığın geçtiği başka bir (şeffaf) ortamda, hızı biraz daha düşük olacaktır. Işık hızının hesaplanmasında yandaki formül kullanılır.

$$V_0 = V/n$$

- V_0 = Işığın ortamda geçtiği hız değeridir.
 n = Ortamın kırılma indisidir (Yaklaşık olarak değeri 1,0 ile 2,5 arasındadır).
 V = Hesaplanmak istenen ışığın hız değeridir.

Elektromanyetik enerji çok geniş bir dalga boyu aralığına sahiptir. Tablo 9.1'de bazı enerji türleri ve bu enerjinin geçtiği dalga boyu aralıkları verilmiştir.

Tablo 9.1: Enerji Türleri ve Enerjinin Geçtiği Dalga Boyu Aralıkları

Elektromanyetik Enerji Türü	Dalga Boyu Aralığı
Radyo Dalgaları	1 mm – 100 km
Mikrodalgalar	1 mm – 1 m
Kızılötesi ışık	700 nm – 1 mm
Görünür Işık (VIS)	400 nm – 700 nm
X-Işınları	0,01 nm – 10 nm
Gama Işınları	< 0,01 nm

Işık farklı ortamlarla etkileşime geçtiğinde yansıma, kırılma, dağılma, emilim, difüzyon, polarizasyon ve çeşitli cihazlarla ölçülebilen diğer olaylara maruz kalır. Tablo 9.2'de, spektrofotometri testlerinin gerçekleştirilmesinde kullanılan dalga boyu aralıkları gösterilmiştir.

Tablo 9.2: Spektrofotometride Kullanılan Dalga Boyu Aralıkları

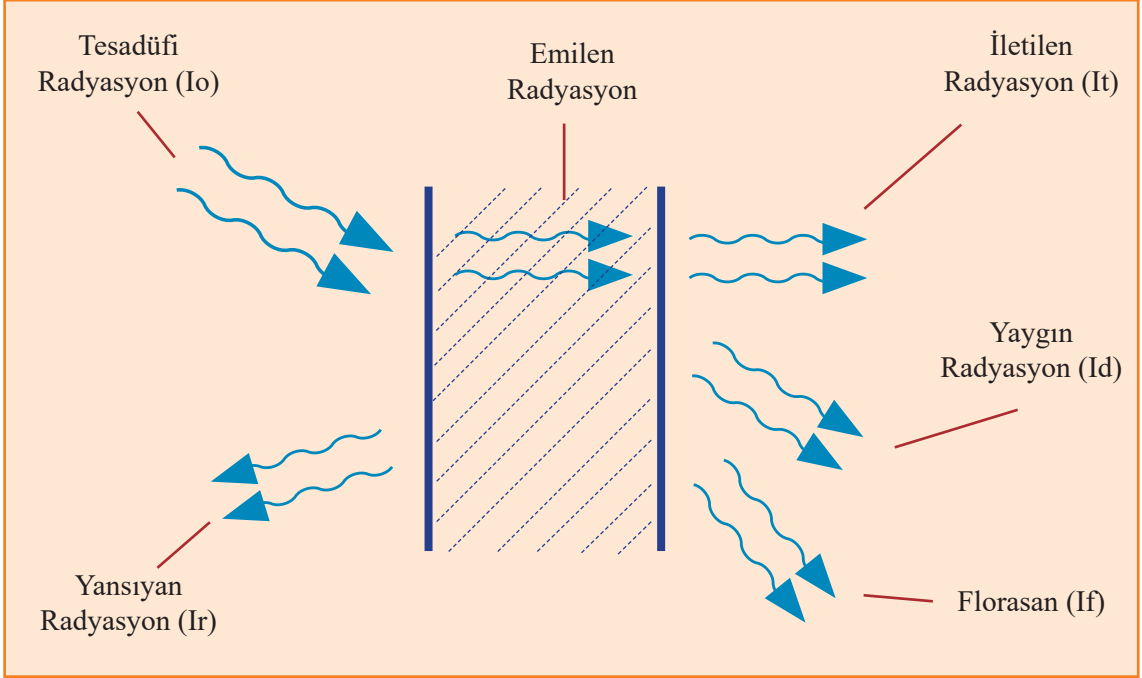
Işık Spektrumunun Bölgesi	Dalga Boyu Aralığı
Ultraviyole UV (Mor Ötesi)	10 – 200 nm (nanometre) arası
Yakın Ultraviyole	200 – 280 nm
Görünür Işık (VIS)	380 – 780 nm
Yakın Kızılötesi	780 – 3000 nm
Orta Kızılötesi	3000 – 20000 nm
Uzak Kızılötesi	30000 – 300000 nm

Spektrofotometriye dayanan iki temel olay, **emilim** ve **iletimdir**. Işığın maddeyle iletim ve emilim etkileşimi Görsel 9.1'de verilmiştir. Bu iki temel olay arasındaki ilişkiyi açıklayan **Beer-Lambert Yasası**, analiz edilmek istenen numunelerin konsantrasyonu ile numunenin içinden geçen ışığın yoğunluğu arasındaki oranın hesaplanması esasına dayanır. İletimle emilim arasındaki yoğunluk oranları yasaya göre yandaki denklemle hesaplanır.

$$T = I_t / I_o$$

ANALİZ CİHAZLARINDA OKUMA YÖNTEMLERİ

- T = İletim sembolüdür. Belirli bir dalga boyundaki ışığın numuneden geçen kısmıdır.
 I_l = İletilen radyasyonun yoğunluğudur.
 I_0 = Gelen radyasyonun yoğunluğudur.



Görsel 9.1: Işığın maddeyle etkileşimi

Beer-Lambert Yasası'nda absorbans (emilim) ile yoğunluk (konsantrasyon) arasındaki ilişki hesaplanırken yandaki formül kullanılır.

$$A = \epsilon \cdot l \cdot C$$

- A = Absorbans değerini belirtir.
 ϵ = Molar absorbtivite değeridir.
 l = Kat edilen yoldur.
 C = Molar yoğunluğu ifade eder.

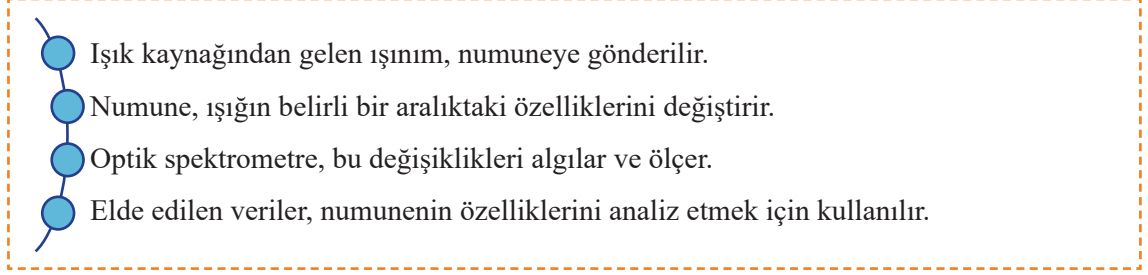


BİLGİ NOTU

Spektrofotometri cihazı; kalitatif analiz, kantitatif analiz, fotometrik titrasyon, molekül ağırlığının belirlenmesi, denge sabitinin tayin edilmesi ve kinetik uygulamalarda kullanılır.

9.1.2. Spektroskopik Optik Ölçüm Yöntemleri

Optik spektrometreler, spektroskopide optik yöntemlerle ölçüm yapmak için kullanılır. Bu cihazlar, belirli bir aralıktaki ışığın farklı özelliklerini ölçümleyerek farklı numunelerin analizinde kullanılır. Cihazda ölçülen özellik, genellikle ışığın yoğunluğu ve bazen de polarizasyonudur. Ölçüm süreci Şema 9.1’de verilmiştir.



Şema 9.1: Optik ölçüm süreci

Optik spektrometreler genellikle elektromanyetik spektrumdaki optik bölgeye yakın olan ışığın özelliklerini ölçer. Işık yoğunluğunun dalga boyu ile absorpsiyon ve emisyonundaki değişim, malzemelerin tanımlanmasını sağlar. Bu yöntem, spektroskopide numunenin optik özelliklerini incelemek için kullanılır.

Optik ve spektroskopik yöntemler arasında refraktometri, polarimetri, atomik absorpsiyon gibi önemli teknikler bulunmaktadır. Bu yöntemlerin hepsi farklı fiziksel prensiplere dayanır ve çeşitli uygulama alanlarına sahiptir. Refraktometri ve polarimetri bilhassa maddelerin bileşimini ve özelliklerini belirlemede, atomik absorpsiyon spektrometresi ise elementlerin derişim ölçümlerinde önemli rol oynamaktadır.

Biyomedikal cihaz sınıfının laboratuvar testleri için spektrofotometreler oldukça yaygın bir kullanım alanına sahiptir. Bu cihazlar, spektrofotometrik okuma yapabilecek şekilde farklı donanımlarla geliştirilmiştir. Yaygın olarak kullanılan spektrofotometrik okuma yöntemleri şunlardır:

- Kütle Spektrometrisi
- Atomik Emisyon ve Atomik Floresans Spektroskopisi
- Ultraviyole (Görünür Bölge) Absorpsiyon Spektroskopisi
- Floresans ve Fosforesans Spektroskopisi
- Atomik Absorpsiyon Spektroskopisi
- Nükleer Manyetik Rezonans (NMR) Spektroskopisi
- Astronomik Spektroskopi
- Raman Spektroskopisi
- İnfrared [İnfıret (Kızıl Ötesi) (IR)] Spektroskopisi
- Elektrokimyasal Empedans Spektroskopisi (EIS)
- Elektron Paramatik Spektroskopi
- Zayıflatılmış Yansıma Spektroskopisi
- Fourier Dönüşüm Spektroskopisi
- Elektron Spektroskopisi

ANALİZ CİHAZLARINDA OKUMA YÖNTEMLERİ

- Lazer Spektroskopisi
- Gama Işını Spektroskopisi
- X Işını Spektroskopisi
- Frekans Modülasyonlu Spektroskopi

Bu yöntemler fizik, kimya, tıp ve uzay gibi çeşitli disiplinlerde önemli bir kullanım alanına sahiptir.



BİLGİ NOTU

Maddenin ışığı absorblamasını incelemek için kullanılan düzeneğe **absorbsiyon spektrometresi** veya **absorbsiyon spektrofotometresi** adı verilir.



ARAŞTIRINIZ

Atomik absorpsiyon spektroskopi (ASS) yöntemini araştırınız. Ulaştığınız verileri aşağıda boş bırakılan alana yazarak arkadaşlarınızla paylaşınız.

9.1.3. Kolorimetrenin Çalışma Prensibi

Çözeltinin içindeki madde miktarının, çözeltinin renginden faydalanarak belirlenmesi işlemine **kolorimetri**; bu tip ölçümlerde kullanılan cihazlara da **kolorimetre** adı verilir.

Kolorimetrik ölçümde konsantrasyonu ölçülecek çözeltinin rengi, değişik konsantrasyonlardaki standartların rengiyle karşılaştırılarak değerlendirilir.

Kolorimetre ve spektrofotometreler çalışma prensibi olarak ışık kırılımlarından ve yansımalarından faydalanarak renk ölçümü yapar. Kolorimetre, ölçüm yapılan rengin tolerans aralıklarını belirler ve üretim süreçlerinde renk standartlarını sağlar. Ayrıca renkleri ölçmek, sınıflandırmak ve renk bütünlüğünü sağlamak için kullanılır.



BİLGİ NOTU

Standart koşullar altında bir rengi üç ana renkle (kırmızı, yeşil ve mavi) görsel olarak eşleştirmek için kullanılan yönteme **tristimulus sistemi** adı verilir.

Kolorimetre; renk ölçümlerinde kullanılan ve renkleri (mavi, kırmızı ve yeşil) filtreleyerek sınıflandıran bir cihazdır. Renk farklılıklarını ölçmek; renk tonu, hafiflik ve renklilik gibi özellikleri belirlemek için kullanılır. Kolorimetreler, kalite kontrol süreçlerinde önemli bir rol oynar ve üretim süreçlerini tutarlı ve tekrarlanabilir hâle getirir.

Kolorimetre, sensör merceği aracılığıyla ölçüm yapılan numunenin rengini belirler. Numunenin üzerine yerleştirilen sensör merceği; kırmızı, yeşil ve mavi fotoseller aracılığıyla numuneden geçen ışığı ölçer ve X, Y, Z tristimulus değerlerini hesaplar. Bu değerler renk uzaylarına dönüştürülerek renk farklılıkları ve ton açısından karşılaştırılır. Kolorimetreler, renkler arasındaki farklılıkları ölçmek ve renkleri karşılaştırmak için kullanılan etkili araçlardır.



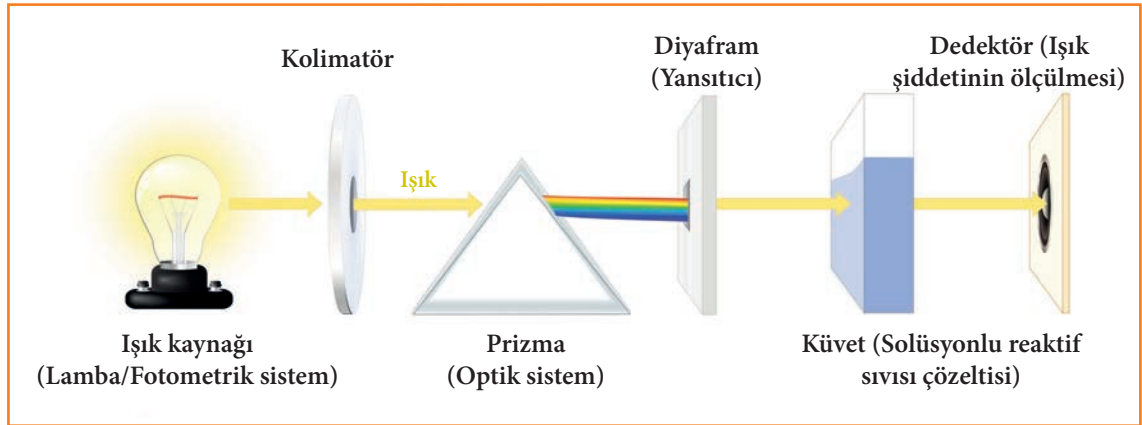
BİLGİ NOTU

Otomatik spektrofotometre olan otoanalizörler, numune ve reaktifleri uygun ölçülerde alıp karıştırır. Belirli bir süre ve ısıda inkübe eder. Daha sonra optik okumalar yaparak ilgili analiz sonucunu hesaplar.

9.2. SPEKTROFOTOMETRİK ÖLÇÜM YÖNTEMİNİN ÖZELLİKLERİ

Spektrofotometrik yöntem, maddelerin belirli dalga boylarındaki ışığı absorbe etme oranını belirleme prensibine dayanan analitik bir tekniktir. Bu yöntem; maddelerin kimyasal bileşimi, konsantrasyonu ve fiziksel özellikleri hakkında kritik bilgiler verir. Spektrofotometrik analizler genellikle ultraviyole (UV), görünür (VIS) veya infrared (IR) ışık spektrumları üzerinde gerçekleştirilir. Spektrofotometrelerde temel prensip, maddelerin belirli dalga boylarındaki ışığı nasıl absorbe ettiği veya emdiği üzerine kuruludur.

Spektrofotometre cihazları genellikle ışık kaynağı, monokromatör, numune küveti, dedektör, bilgisayar sistemi gibi bileşenlerden oluşur (Görsel 9.2). Işık kaynağından çıkan ışık, numunenin üzerinden geçer ve dedektör tarafından algılanarak analiz edilir.



Görsel 9.2: Spektrofotometrenin bileşenleri

Spektroskopide kullanılan ışık kaynağı, genellikle bir lamba veya lazerdir. Işık kaynağının türü, spektroskopi çalışmasının türüne ve gereksinimlerine bağlı olarak değişir. Işık kaynağının seçimi; çalışmanın doğası, çözünürlük gereksinimleri, hassasiyet ve diğer faktörlere bağlıdır.

ANALİZ CİHAZLARINDA OKUMA YÖNTEMLERİ

Spektroskopi yöntemlerinin temel mekanizmasında yer alan dalga boyu seçicileri başka bir ifadeyle monokromatörler, ışık kaynağından gelen polikromatik ışıktan tek bir dalga boyunda monokromatik ışık elde eder. Monokromatörler, filtreli fotometrelerde ışık filtresi iken spektrofotometrelerde ışık prizmasıdır. Numunenin üzerine gönderilen ışığın daha monokromatik olmasını sağlamak için bazı spektrofotometrelerde çift monokromatör tercih edilir.



BİLGİ NOTU

Monokromatik ışık tek dalga boyuna sahip ışıktır. Eğer renk birden fazla dalga boyuna sahip ışıktan meydana geliyor ise bu polikromatik ışıktır.

Işık filtreleri; camdan yapılmış, uygun şekilde boyanmış, portatif filtrelerdir. Kullanıcı, istediği zaman uygun dalga boyundaki filtreyi cihaza takabilir. Filtrelerin üzerinde, geçirdikleri dalga boyu yazılıdır. Filtrenin rengi, ölçüm yapılacak çözeltinin rengine göre belirlenir. Örneğin mavi ışığı tutan (sarı) bir maddenin ölçümünde sadece mavi ışığı geçiren filtre kullanılır.

Işık prizmaları, cam veya kuvars olabilir. Özellikle düşük UV ışınlarını iyi geçirmediğinden cam prizma görünür bölge için uygundur. Kuvars prizmalar ise hem UV ışınlarını iyi geçirir hem de görünür ışık ve IR'e yakın bölgelerde çalışmaya elverişlidir.

Sağlık tesislerinde kullanılan ve spektrofotometrik ölçüm yapabilen genel bir tıbbi cihazın örnek teknik şartnamesinde bulunması gereken özellikler şunlardır:

- Ölçüm, 340 ile 700 nm aralığında olmalıdır.
- Cihazın kuvvet okuma kısmı ısıtıcılı olmalıdır.
- Optik okuma için gerekli asgari reaksiyon hacmi küçük olmalıdır.
- Cihaz, gerekli program bilgilerini hafızasında tutabilme özelliğine sahip olmalıdır.
- Şebeke, elektrik akımındaki dalgalanmalardan korunmak için bir regülatöre sahip olmalıdır.
- Çift ışık yollu olmalıdır.
- Cihaz, dijital göstergeli ve ayarlarını otomatik olarak yapabilmelidir.
- Hafıza sistemi açık olmalı, test parametreleri kullanıcı tarafından değiştirilebilmelidir.
- Bikromatik (çift dalga boylu) okuma yapabilmelidir.
- Dalga boyu geçişleri kesintisiz ve her bir dalga boyuna ayarlanabilir olmalıdır.
- Cihaz, non-linear testleri çalışıp hesaplayabilmelidir.



BİLGİ NOTU

Sağlık tesislerinde, tıbbi cihazların teknik ve idari hizmet süreçleri klinik mühendislik hizmetleri birimi bünyesinde yürütülmektedir. Klinik mühendislik hizmetleri; sağlık hizmetlerinde kullanılan tıbbi cihaz ve biyomedikal mühendislik faaliyetlerinin kapsamlı yönetimi için gerçekleştirilecek tüm görevleri kapsamaktadır. Tıbbi cihaz envanterinin oluşturulması, biyomedikal hizmetlerin (bakım, onarım, metroloji, validasyon vb.) sağlanması ve tedarik zincirine ilişkin tüm işlemlerde bu organizasyona dahildir.

9.2.1. Spektrofotometre Cihazının Temel Bileşenleri

Bir spektrofotometre düzeneği; başlıca ışık kaynağı, dalga boyu seçicisi (monokromatör) ve dedektörden oluşur. Dedektörde elektrik sinyaline çevrilen optik sinyal, bir kaydedici veya bir galvanometreyle ölçülür. Şema 9.2’de spektrofotometri tekniğinin basitleştirilmiş mekanizmasına yer verilmiştir.



Şema 9.2: Spektrofotometri tekniğinin basitleştirilmiş mekanizması

Şema 9.2’de yer alan birimler temel spektrofotometre bileşenleridir ve gelişmiş modellerde cihaz üreticilerinin eklediği yeni teknolojileri kapsamamaktadır.

Işık Kaynağı: Spektrofotometrenin türüne bağlı olarak görünür ışık için bir tungsten lambası seçilebilir. Ultraviyole ışık içinse bir döteryum ark lambası tercih edilebilir. Bazı cihaz üreticileri, görünür ve ultraviyole ışık yayan uzun ömürlü ksenon ara lambaları ile tasarlanmış spektrofotometreler geliştirmiştir. Lambalar optik ayar ve odaklamayı sağlamak için sabit bir pozisyonda kalmasını garanti eden bir taban üzerinde bir araya getirilmiştir. Bir tungsten lambasından yayılan tipik radyan enerji, 2600-800 °K (kelvin derece) arasında değişmektedir.

Monokromatör: Monokromatör (dalga boyu seçici), beyaz ışığı farklı dalga boylarına ayırmak için kullanılan bir düzendir. Bu düzenek birkaç bileşenden oluşur. Bu bileşenlerden biri numune okuma işlemi için kullanılır. Bir diğer bileşense ışık kaynağının ürettiği ışık radyasyonunu belirli bir alana sıkıştıran giriş krevsidir. Ayrıca optik sistem boyunca ışığı iletmek için düzeneğe aynalar yerleştirilmiştir. Bu aynalar ışık radyasyonunun dalga boylarını ayıran bir prizma ile kesilir. Numuneleri aydınlatan dalga boyunu seçmek için bir çıkış açığı (krevsi) ile düzenek tamamlanmıştır.

Örnek Kabı: Örnek kabı (küvet tutucu), analiz edilmek istenen numuneleri tutar. Tüp tutucuları, örneklerin hareket etmesini engelleyerek analiz sürecindeki hata olasılığını azaltır. Küvetler, mikro hücreler, mikro plakalar, test tüpleri gibi farklı hacimde numune tutucular bulunmaktadır.

Geleneksel spektrofotometrelerde tutucular dikdörtgen şeklinde bir hücre veya küvettir. Küvetler genellikle 340 ile 1000 nm aralığında okuma yapılabilen ve cam materyalden üretilmektedir. Ancak 220 ile 340 nm görünür aralığında okuma yapılabilen ve silikon malzemeden imal edilen türleri ile tek kullanımlık ve polistiren gibi plastik materyallerden yapılmış küvetler de mevcuttur.

Dedektör: Algılama (dedektör) sistemi; fotocell (fotosel), fototüp, fotodiyot veya fotomultiplikator tüp (PMT) gibi elemanlarla tasarlanabilir. Spektrofotometrelerde dedektör sistemi tasarlarlarken bu elemanların seçimi; dalga boyu aralıkları, hassasiyet, analiz hızı gibi istenen faktöre bağlı olarak değişir. Dedektör sistemi, numuneden gelen ışığı algılar ve bunu algılanan enerjiyle orantılı bir elektrik sinyaline dönüştürür. Bu elektrik sinyali, okuma sistemi tarafından yorumlanmak üzere işlenir ve yükseltilir (amplifiye edilir).

ANALİZ CİHAZLARINDA OKUMA YÖNTEMLERİ

Okuma Sistemi: Dedektörden çıkan sinyal, çeşitli dönüşümlerden geçtikten sonra amplifiye edilir. Bu çıkış sinyalinin oranı okuma birimi algılanana kadar dönüştürülür. Okunan sonuçları analog okuma düzeneğinde veya ekran üzerinde gösteren dijital sistemler bulunmaktadır. Spektrofotometre cihazlarının genel kullanım koşulları Tablo 9.3'te verilmiştir.

Tablo 9.3: Spektrofotometre Cihazının Genel Kullanım Koşulları

Sıra	Uygulama
1	Analiz edilecek her örnek (numune) seti için spektrofotometreyi baştan kalibre ediniz.
2	Ölçüm esnasında doğru okuma yapmak için örnek tepsisi (numune tutucu) ve bölmesinin kapağını kapalı tutunuz.
3	Tek kullanımlık (disposable) küvetleri yeniden kullanmaktan kaçınınız.
4	310 nanometrenin altında analiz gerçekleştirmek için yalnızca kuvars küvetleri kullanınız.
5	Organik çözücüler kullanıyorsanız plastik küvetleri tercih etmeyiniz.
6	Standartları hazırlamak için yüksek kaliteli borosilikat cam malzemesi kullanınız. standartlarla uzun süreli temas sonucunda içe işleyip hatalı sonuçlar oluşturabileceği için mümkünse sodyum cam (sodyum oksit) kullanmaktan kaçınınız.
7	Kullanım sonrası cam küvetleri dikkatlice temizleyiniz. Şeffaf yüzeyde çizgiler oluşmuşsa bunları yenisiyle değiştiriniz.
8	Yüksek kaliteli reaktörler (işaretleyici) kullanınız. Düşük kaliteli olanlar, çok düşük konsantrasyonlarda bile kontaminasyona neden olabilir. Kullanılan seyrelticilerin (su veya çözücüler) safsızlıklardan arınmış olması gerekir.
9	Örneklerin veya standartların küvetlerin içinde hava yapmadığından emin olunuz. Bu gazlar küvetlerin iç yüzeyinde kabarcıklar oluşturur ve hatalı okumalara sebep olur.
10	Tüm maddelerin Beer-Lambert Yasası'na uygun olup olmadığını kontrol ediniz. Kullanılacak konsantrasyon aralığında doğrusal testler yapınız. Yüksek standart çözeltiler grubunu hazırlamak ve sonuçları doğrulamak gerektiğini unutmayınız.



BİLGİ NOTU

Spektrofotometreler; fizik, kimya, biyoloji, malzeme ve çevre bilimi gibi birçok alanda kullanılır. Konsantrasyon belirleme, protein ve gıda analizleri, saflık testleri gibi birçok uygulama alanına sahiptir.



SIRA SİZDE

Aşağıdaki tabloda verilen spektrofotometre cihazının temel bileşenlerinin görevlerini yazınız.

Temel Bileşen	Görevi
Işık kaynağı	
Monokromatör	
Numune kabı	
Dedektör	
Okuyucu	

9.3. SPEKTROFOTOMETRE MODÜLÜNDE FOTODEDEKTÖR ÜNİTESİ

Spektrofotometrenin temel bileşenlerinden biri olan fotodedektör ünitesi, bu sistemin verimliliğini doğrudan etkileyen önemli bir unsurdur. Fotodedektör ünitesi, ışık enerjisini elektrik sinyallerine dönüştüren bir bileşendir. Bu dönüşüm, ölçüm hassasiyetini belirleyen en önemli aşamalardan biridir. Fotodedektörlerin temel işlevi, girişteki ışık enerjisini algılamak ve bu enerjiyi elektrik akımına dönüştürmektir. Genellikle fotodedektörler fotonların enerjisini absorbe ederek elektronları harekete geçirir. Böylece atomik düzeydeki bir etkileşim, ölçülebilir bir elektrik sinyaliyle ilişkilendirilir.

Fotodedektör çeşitleri arasında **fotoseller**, **foto dirençler (fotoresistörler)** ve **fotoçoğaltıcı tüpleri** bulunur. Her bir tür, farklı uygulama alanları ve hassasiyet gereksinimleri için optimize edilmiş özelliklere sahiptir. Örneğin, fotoçoğaltıcı tüpleri, düşük ışık seviyelerinde dahi yüksek hassasiyet sağlar. Bu nedenle özellikle biyolojik ve çevresel analizlerde tercih edilir.

Foto Dirençler: Bu dedektörler optik sensörlerdir. Temel işlevi, belirli bir ışık seviyesine ulaşıldığında elektrik sinyali üretmektir. Genellikle fotosel [photocell (fotosel)] veya foto direnç [photoresistor (fotoresistör)] olarak da adlandırılmaktadır. Bu dedektörler, ışık algılama prensibiyle çalışır. İçerdikleri ışık sensörleri, çevrelerindeki ışık seviyesini sürekli izler ve belirlenen bir eşik değeri aşıldığında spesifik bir tepki üretir.

Fotoçoğaltıcı Tüp: Kısaca PMT [photomultiplier tube (fotomaltiflir tüp)] olarak geçen fotoçoğaltıcı tüpler bir çeşit ışık algılama birimidir. Bu tüpler, zayıf ışık sinyallerini güçlü elektriksel sinyallere dönüştürür. PMT'ler, özellikle foton algılama uygulamalarında tercih edilir.

Fotodiyot: Bu türdeki dedektörler UV ışığını doğrudan elektrığe dönüştürme yeteneği sayesinde, yüksek hassasiyetle UV bölgesindeki ışımayı ölçebilir. Genellikle hızlı yanıt süreleri ve yüksek doğruluk özellikleri için tercih edilmektedir.

CCD: Bu dedektörler, UV görünür bölgede kullanılmakta olan bir diğer dedektör türüdür. CCD teknolojisi (yük bağlaşımlı aygıt teknolojisi) hem UV hem de görünür ışık spektrumunu algılayabilme özelliğiyle birçok uygulamada tercih edilmektedir. Özellikle görüntüleme sistemlerinde sıklıkla yer almaktadır.

Termal Dedektörler: UV dedektörleri arasında yer alır. Bu dedektörler, UV ışımının ısı etkisi üzerinden algılanması prensibine dayanmaktadır. Genellikle düşük hassasiyetlere sahiptir.

ANALİZ CİHAZLARINDA OKUMA YÖNTEMLERİ

9.3.1. Dedektör Ünitesine Gelen Işığın Türleri

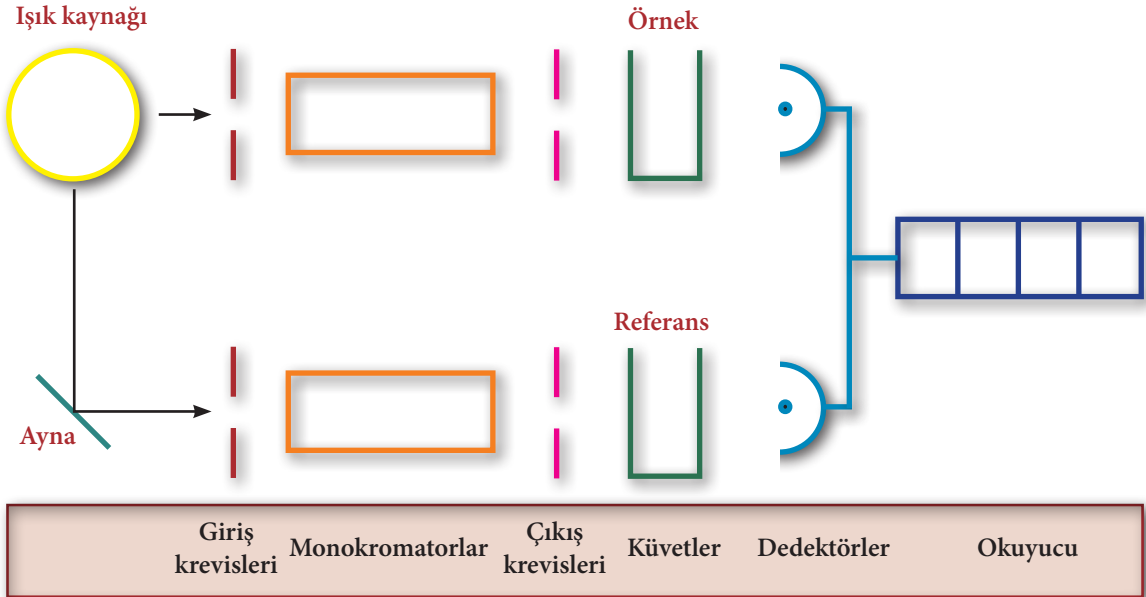
Tek ışık yollu spektrofotometrelerde, bileşenlerin tümü aynı ışık yoluna yerleştirilmiştir (Şema 9.3). Bu cihazın; optik ağ veya prizmayı mekanik olarak döndürerek hareket etmesini sağlamak, ışık yolunu tamamen kapatarak galvanometrede sıfır geçirgenlik ayarını yapmak ve ışığın geçtiği aralığın enini artırıp azaltmak gibi başlıca üç fonksiyonu vardır.



Şema 9.3: Tek yollu spektrofotometri yöntemi temel bileşenler diyagramı

Ölçümün yapılacağı dalga boyu ayarlandıktan sonra ışık yolu kapatılarak sıfır geçirgenlik ayarı yapılır. Daha sonra ışığın geçtiği aralığın eni değiştirilir. Numune kabında sadece çözücü kullanılarak galvanometre 100 değerine getirilir. Sıfır ve 100 ayarları her dalga boyunda yeniden yapılmalıdır.

Çift ışık yollu spektrofotometrelerdeyse monokromatörden çıkan ışık, eşit şiddette iki demete bölünerek biri numuneye diğeri de sadece çözücünün bulunduğu kaba gönderilir. İkiye ayrılan ışık, iki ayrı dedektörle algılanır ve dedektörlerde oluşan sinyallerin oranı ölçülür. Böylece örnekteki geçirgenlik değeri sürekli olarak çözücüdeki değerle karşılaştırılmış olur. Burada iki dedektörün tam uyumlu olması yani eşit şiddetteki ışıkla aynı sinyali oluşturması gerekir. Şema 9.4'te, çift ışık yollu spektroskopi yönteminin çalışma prensibi blok diyagramına yer verilmiştir.



Şema 9.4: Çift yollu spektrofotometri yöntemi temel bileşenler diyagramı

Çift ışık yollu spektrofotometrelerde, tek dedektör kullanılarak da ölçüm yapılması mümkündür. Numuneden ve çözücüden geçen ışık demetleri dedektörün üzerine art arda gelir ve alternatif türden sinyal oluşturur. Işık şiddetleri eşitse dedektörde herhangi bir sinyal oluşmaz. Numune bölmesinden gelen ışığın şiddeti absorpsiyon (emilim) nedeniyle azaldığı zaman dedektöre gelen sinyal, alternatif sinyal olarak algılanır.

Dedektör ünitesindeki çift ışık yollu spektrofotometrelerin bir başka türü çift dalga boylu spektrofotometrelerdir. Çift dalga boylu spektrofotometrelerde iki farklı monokromatör bulunur. İki farklı dalga boyundaki ışık, dönen bir ışık bölücü yardımıyla örnekle art arda etkileştirilir.

Bulanık çözeltilerde dalga boylarından biri çözeltideki maddenin emileceği değeriye emilemeyeceği değerlere getirilir. Bulanıklıktan dolayı her iki dalga boyunda aynı miktarda ışık kaybı olacağından iki dalga boyunda yapılan ölçümlerin farkı, sadece numunenin emilim oranıyla ilişkilidir.



SIRA SİZDE

Sınıf mevcuduna göre üç dört kişilik gruplar oluşturunuz ve her gruba bir renk filtresi veriniz. Her gruptan bir kişi seçiniz. Seçilen grup üyesinden beyaz ışık kaynağını istenen renkteki filtreden (mavi, kırmızı, yeşil) geçirmesini isteyiniz. Geçen ışığın rengini ve yoğunluğunu gözlemleyiniz. Gözlemlerinizi not alarak hangi tür ışığın hangi dalga boylarında daha çok soğurulduğunu arkadaşlarınızla tartışınız.

9.3.2. Dedektörlerin Kullanım Alanları

Ultraviyole (UV) ve görünür ışık bölgelerinde kullanılan dedektörler, bilimsel araştırmalarda kritik bir role sahiptir. Bu dedektörlerin yapı ve işlevleri, belirli dalga boylarında ışığı algılama kabiliyetine dayanmaktadır.

UV-görünür bölgede dedektörler genellikle fotodiyotlar, fotomultiplikatörler ve CCD [Charge-Coupled Device (çarc kapıld divays)] gibi yarı iletken bileşenlerden oluşur. Bu dedektörlerin temel prensibi, ışığın belirli dalga boylarındaki fotonlarının, dedektör malzemesi ile etkileşimde bulunarak elektrik sinyallerine dönüştürülmesidir. Örneğin fotodiyotlar, doğrudan ışık altında elektrik akımını üretebilen basit yapıdadır. Fotomultiplikatörler, daha fazla hassasiyet sağlamak için foton sayısını artıran karmaşık bir yapıya sahiptir. CCD sensörleriye yüksek çözünürlük gerektiren uygulamalar için tercih edilir.

UV-görünür dedektörlerin en yaygın uygulama alanlarından biri, optoelektronik ve fotonik araştırmalarındaki kullanımlarıdır. Örneğin biyomedikal araştırmalarda, UV ışınlarının belirli hücrel süreçleri nasıl etkilediğini incelemek amacıyla bu dedektörler sıklıkla kullanılır.

UV-görünür bölgede kullanılan dedektör yapıları, çeşitli bilimsel ve endüstriyel uygulamalarda kritik bir öneme sahiptir. Bu dedektörler, gelişmiş algılama yetenekleri ve geniş uygulama yelpazesi sayesinde araştırma ve teknolojinin ilerlemesine katkıda bulunmaya devam etmektedir.

ANALİZ CİHAZLARINDA OKUMA YÖNTEMLERİ

9.4. SPEKTROFOTOMETRE MODÜLÜNDE HALOJEN LAMBA VE MERCEK

Spektrofotometrinin etkinliği, kullanılan lambaların türüne bağlı olarak değişkenlik göstermektedir. Spektrofotometrelerde yaygın olarak kullanılan lamba çeşitleri tungsten, deuterium (döteryum) ve LED lambalarıdır. Bu lamba türlerinden olan tungsten lambası, özellikle görünür ışık aralığında çalışan spektrofotometrelerde tercih edilmektedir. 320 ile 2500 nm arasındaki dalga boylarında kullanılabilen bu lambalar, yüksek güç ve geniş spektrum sunar. Ancak UV ışınları için oldukça sınırlıdır. Bu nedenle genellikle UV ve görünür ışık kombinasyonlarını ölçmek amacıyla kullanılır.

Diğer bir lamba türü olan deuterium lambası, ultraviyole (UV) bölgesinde çalışan spektrofotometrelerde bulunmaktadır. 160 ile 400 nm arasındaki dalga boylarında etkili olan bu lambalar, UV analizleri için kritik öneme sahiptir. Kimyasal bileşenlerin tayininde yüksek hassasiyet sağlayan deuterium lambaları, laboratuvar uygulamalarında yaygın olarak kullanılmaktadır.

Son yıllarda, LED lambalarının kullanımı da spektrofotometrelerde artış göstermiştir. Özellikle düşük enerji tüketimi ve uzun ömürleri nedeniyle tercih edilen bu lambalar, belirli dalga boyları için optimize edilmiştir. LED lambalarının en büyük avantajı, anında yanmaları ve sıcaklık değişimlerinden etkilenmemeleridir. Bununla birlikte, genel olarak daha dar spektrum sunmakta ve bazı uygulamalarda sınırlı kalabilmektedir.

Spektrofotometrelerde kullanılan lamba çeşitleri, analiz sonuçlarının kalitesini ve güvenilirliğini doğrudan etkilemektedir. Tungsten, deuterium ve LED lambaları, farklı dalga boyu aralıklarında sağladıkları ışık ile çeşitli analitik uygulamalarda önemli bir etkiye sahiptir. Bu nedenle analiz için en uygun lamba türünün seçimi, başarılı sonuçlar elde edilmesinde kritik bir aşamadır.

9.4.1. Halojen Lamba ve Özellikleri

Halojen lambalar, tungsten filament gibi az miktarda halojen gazını içeren bir akkor lamba türüdür. Bu lambalar, standart akkor lambalardan daha yüksek sıcaklıkta çalıştırılabilir. Ayrıca daha yüksek ışık verimiyle renk sıcaklığına sahip ışık üretir. Halojen lambaların küçük boyutlu olanları, projeksiyon ve aydınlatma için optik sistemlerde kullanılır. Halojen lambaların genel özellikleri şunlardır:

Işık Verimliliği: Halojen lambalar, geleneksel ampullere göre daha yüksek ışık verimliliğine sahiptir. Daha fazla lümen (ışık) üretirken daha az enerji tüketir.

Renk Sıcaklığı: Genellikle 2700 ile 3000 K arasında sıcak beyaz ışık üretir.

Uzun Ömürlü: Halojen lambaların ömrü, standart ampullere göre daha uzundur. Genellikle 1500 ile 4000 saat arasında bir kullanım süreleri vardır.

Kompakt Yapı: Halojen lambalar, aynı watt değerindeki ampullere oranla daha küçük boyutlarda üretilebilir. Bu avantaj, çeşitli aydınlatma tasarımları için esneklik sağlar.

Düşük Isı Üretimi: Diğer yüksek enerjili lambalara göre daha az da olsa halojen lambalar da ısınır.

Yüksek Renk İyileştirme Endeksi: Halojen lambalar, renkleri daha doğru bir şekilde gösterir. Bu durum endeks değerinin yüksek olduğu anlamına gelir. Bu lambalar, 100'e yakın bir endeks değerine sahiptir.

Anında Aydınlatma: Halojen lambalar, açıldıkları anda tam ışık seviyesine ulaşır; ısınma süresi gerektirmez.

Ayarlanabilirlik: Birçok halojen lamba, ışık seviyesinin ayarlanmasına olanak tanır. Bu özellik, çeşitli aydınlatma durumları oluşturmayı kolaylaştırır.



BİLGİ NOTU

Halojen lambalar, enerjiyi daha verimli kullanmalarına rağmen LED lambalarla karşılaştırıldığında enerji tüketimi açısından geri planda kalmaktadır. LED lambalar, daha düşük enerji tüketimi ve daha uzun ömür gibi ek avantajlar sunmaktadır.

9.4.2. Spektrofotometre Modülünde Lamba Değişimi

Lamba değiştirme işlemi, spektrofotometre cihazının modeline göre farklılık gösterebilir. Bu nedenle kullanım kılavuzu dikkatlice incelenmeli, iş sağlığı ve güvenliği için gerekli önlemler eksiksiz bir şekilde uygulanmalıdır. Spektrofotometrede lamba değiştirmek için genel işlem basamakları aşağıda sıralanmıştır.

Güvenlik Önlemleri: Lamba değişim işlemine başlamadan önce spektrofotometre kapatılarak fiş prizden çekilmelidir. Lamba değişimi sırasında gözleri UV ışıklardan korumak için uygun güvenlik ekipmanı kullanılmalıdır.

Erişim Yolu: Spektrofotometrenin lamba bölmesine erişim sağlayan bir kapak veya panel bulunur. Bu kapak genellikle vidalarla sabitlenmiştir.

Lamba Çıkarma: Lambayı çıkarmak için genellikle lambanın tabanını veya tutamağını kavrayarak dikkatlice dışarı çekmek gerekir. Lamba tutucuları veya klipsleri kullanılabilir.

Lamba Takma: Lamba yerleştirme yöntemi modelden modele farklılık gösterebilir. Ancak genellikle lambanın tabanını uygun yuvaya doğru iterek yerine oturtmak gerekir.

Kapakları Kapatma ve Sıkma: Lamba değişimi tamamlandıktan sonra, erişim paneli veya kapak yerine takılır ve vidaları sıkılır. Lamba bölmesinin güvenli bir şekilde kapatıldığından emin olunmalıdır.

Test Etme: Spektrofotometre tekrar açılır ve yeni lambanın doğru bir şekilde yerleştirilip yerleştirilmediğini doğrulamak için test edilir.

Lambalar sınırlı çalışma ömrüne sahiptir. Kullanılan lamba için üreticinin belirttiği kullanım ömrü dolmadan lambanın değişimi sağlanmalıdır. Lamba değişim işlemleri model ve markaya göre farklılık gösterir. Bu sebeple cihazın servis el kitabındaki talimatlara uyulmalıdır. Yaygın olarak uygulanan lamba değişim işlemleri aşağıdaki gibidir.

1. Ampulün çalışmadığını veya bazı hatalar olduğunu doğrulayınız. Modern ekipmanlarda ekranda bir uyarı ya da hata kodu görülecektir. Eski ekipmanlarda ise ışık birimi çalışmayacaktır.
2. Spektrofotometreyi kapatınız.
3. Besleme kablosunu çıkarınız.

ANALİZ CİHAZLARINDA OKUMA YÖNTEMLERİ

4. Ampul bölümünün üst kısmını sabitleyen vidaları gevşetiniz.
5. Ampul mekanizmasını sabit tutan vidaları gevşetiniz.
6. Ampule elektrik bağlantı kablosunu sabitleyen vidaları gevşetiniz. Bazı cihazlarda bu gerekli olmayabilir. Çünkü montaj tabanı ampulün temas terminalleriyle doğrudan etkileşim hâlidir.
7. Cihaza uygun yeni bir ampul takınız. Ampul yüzeyinde parmak izi oluşmaması için eldiven kullanınız.
8. Ampule elektrik besleme kablolarını yeniden bağlayınız.
9. Ampülü yerinde tutan vidaları yeniden takınız.
10. Ampul bölmesinin kapağını güvence altına alan vidaları değiştiriniz.
11. Spektrofotometreyi yeniden bağlayınız.
12. Ekipmanı açınız ve cihazın üreticisi tarafından belirtilen ekipmanın yeniden kalibrasyon prosedürünü gerçekleştiriniz.

**SIRA SİZDE**

Analizörlerin spektrofotometre modüllerindeki lambanın çalışmadığını varsayınız. Lamba değişiminin gerekli olduğu bir durum tespit edilmiş ve yeni lamba temin edilmiştir. Değişim için işlem basamaklarını aşağıdaki tabloya sırasıyla yazınız.

1	Hata kodu kontrol edilir.
2	Cihaz güçten kesilerek kapatılır.
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	

9.4.3. Mercek Çeşitleri ve Mercek Sisteminin Yapısı

Spektrofotometrelerde ana bileşenlere ek olarak ışığı toplamak, odaklamak, yansıtmak, iki demete bölmek ve örnek üzerine belli bir şiddette göndermek amacıyla mercekler, aynalar, ışık bölücüler, giriş ve çıkış aralıkları vardır. Örnek madde, kullanılan dalga boyu bölgesinde ışığı geçiren maddeden yapılmış örnek kaplarına (küvet) konularak ışık yoluna yerleştirilir. Spektrofotometrelerde kullanılan mercekler, özellikle belirli bir dalga boyunda çalışmak üzere tasarlanabilir veya genel amaçlı olabilir. Merceklerin özellikleri, spektrofotometrenin kullanım amacına, dalga boyuna ve hassasiyet gereksinimlerine göre değişir. Spektrofotometre türlerinde kullanılan merceklerin bazı temel özellikleri aşağıda anlatılmıştır.

Odak Uzaklığı: Merceğin merkezinden odaklanma noktasına olan mesafesidir. Bu, ışığın bir araya getirilip odaklanmasını sağlar.

Çap: Çap (aperture), merceğin genişliğidir. Spektrofotometrede kullanılan mercekler genellikle belirli bir çapa sahiptir ve bu çap ölçümlerin doğruluğunu etkiler.

Malzeme: Merceğin yapımında kullanılan malzeme önemlidir. Optik cam veya plastik gibi malzemeler kullanılabilir. Malzeme seçimi, ışığın geçişindeki kayıpları minimize etmek ve istenen dalga boylarında iletim sağlamak için önemlidir.

Kalite: Merceğin yapımındaki işçilik ve kullanılan malzemenin kalitesi, spektrofotometrenin hassasiyetini ve doğruluğunu etkiler.

Keskinlik: Mercek, bir noktadan gelen ışığı net bir görüntü oluşturacak şekilde odaklamalıdır. Bu da merceğin optik kalitesine bağlıdır.

Yansıma ve Yansıtma: Mercek yüzeylerinin, özellikle çoklu yansıma ve yansıtma gibi istenmeyen optik fenomenlerin minimize edilmesi önemlidir. Bu tür fenomenler ölçümlerde hatalara yol açabilir.

9.5. KEMÜLİMESANS ÖLÇÜM YÖNTEMİ

Kemülimesans ölçüm yöntemi, ışığın ve madde arasındaki etkileşimleri inceleyerek, malzeme karakterizasyonu ve analizinde önemli bir rol oynamaktadır. Bu yöntem, özellikle metal ve alaşım gibi sert malzemelerin yanı sıra, çeşitli metal oksitlerin incelenmesinde de yaygın olarak kullanılmaktadır. Kemülimesans, bir malzemenin belirli bir sıcaklık aralığında ışık yayma yeteneğini ifade ederken, bu ışığın belirli dalga boyları üzerinden ölçülmesi, malzemenin yapısal ve fiziksel özellikleri hakkında bilgi edinilmesini sağlar.

Kemülimesans ölçüm yönteminin temel prensibi, bir malzemenin sıcaklık değişimiyle birlikte ısı enerjisinin mekanik enerjiye dönüştürülerek ışık yaymasıdır. Bu süreç, enerji seviyelerinin geçişi ile gerçekleşir ve bu geçişler, malzemenin kimyasal ve fiziksel özelliklerine bağlı olarak değişim gösterir. Ölçüm sonucunda elde edilen veriler; malzemenin saflığı, iç yapısı ve kristal düzeni hakkında önemli bilgiler sunar.

Bu yöntemin avantajları arasında, yüksek hassasiyetle ölçüm yapabilmesi ve geniş bir uygulama yelpazesine sahip olması bulunmaktadır. Özellikle, malzeme bilimi, fizik ve mühendislik alanlarında, araştırmacılar ve mühendisler tarafından sıklıkla tercih edilmektedir. Bununla birlikte kemülimesans ölçüm yöntemi, deneysel koşulların titizlikle kontrol edilmesini gerektirmektedir. Bu durum yönetimin uygulanabilirliğini kısıtlayabilmektedir.

ANALİZ CİHAZLARINDA OKUMA YÖNTEMLERİ

9.5.1. Kemüliminesans Yönteminin Çalışma Prensibi

Uyarılmış bir atom veya molekül kararsızdır. Fazla enerjisini atarak temel hâle dönmek ister. Atom veya molekül temel enerji düzeyine dönerken fazla enerjisinin tümünü veya bir kısmını ışık şeklinde atabilir. Böylece sistemden bir ışık yayılması (ışık emisyonu) gözlenir. Bu ışık yayılması olayına **lüminesans** denir.

Uyarılma enerjisi bir kimyasal tepkimeden sağlanıyorsa bunun sonucu gözlenen lüminesans olayına **kemilüminesans** adı verilir.

Uyarılma enerjisi elektrot tepkimesinden sağlanıyorsa bunun sonucu gözlenen lüminesans olayına **elektrolüminesans** veya **elektrokemilüminesans** adı verilir. Biyolojik sistemlerde gözlenen lüminesansa ise **biyolüminesans** adı verilir.

Uyarılma olayı atom veya molekülün fotonları emilmesi sonucu gerçekleşiyorsa gözlenen ışık emisyonuna **fotolüminesans** denir.

Uyarılmış bir singlet sistemden temel hâldeki singlet bir sisteme geçiş sırasında yayılan ışığa **floresans** denir.

Uyarılmış bir triplet sistemden temel hâldeki singlet bir sisteme geçiş sırasında yayılan ışığa **fosforesans** denir.

Florometride florometre denilen cihazlarla madde konsantrasyonu, floresans ışımının ölçümü ile tayin edilir. İlaç analizi, birçok organik aktif ilaç maddesinin floresansı yardımıyla yapılabilir. Metal iyonlarının analiziyse bunların oluşturdukları bazı floresant kompleksler yardımıyla yapılabilir. Biyolojik örneklerde bazı amino asitler florometrik yoldan tayin edilir. Bazı biyokimyasal bileşiklerin florometrik tayini, bunların bir floresant madde ile tepkimeye sokulup yeni bir floresant ürün veya etiketlenmiş ürün oluşturularak yapılır.



BİLGİ NOTU

UV spektrofotometresinde boş test [blank test (bilenk test)], test edilen madde hariç tüm reaktifleri içeren numuneye denir. Boş testin uygulanma amacı cihazın kalibrasyonunu kontrol etmektir.



ARAŞTIRINIZ

Spektrofotometrik yöntemlerin, su kalitesinin analizi üzerindeki etkilerini inceleyen bir çalışma nasıl yapılabilir? Örneğin ağır metal kirliliğinin belirlenmesi için hangi spektrofotometrik parametrelerin daha kritik olabileceği fikrinden yola çıkarak araştırmalarınızı yapınız. Ulaştığınız verileri sınıfta arkadaşlarınızla paylaşınız.

9.6. KEMÜLİMINESANS ÖLÇÜM YÖNTEMİ

Antikor ve antijen reaksiyonları arasındaki etkileşim, başta spektroskopi olmak üzere çeşitli bilimsel alanlarda önemli bir rol oynar. Antikorların yapısı ve fonksiyonunun yanı sıra antijen-antikor (Görsel 9.3) reaksiyonlarının mekanizmalarını anlamak bu alandaki araştırmaları ilerletmek için önemlidir. Spektroskopik teknikler bu etkileşimlere ilişkin bilgiler sunarak bağlanma olayları ve konformasyonel değişimler ile biyomedikal cihazların uygulamaları hakkında önemli bilgiler sağlar.



Görsel 9.3: Antikor-antijen etkileşimi

Spektroskopide antikor ve antijen reaksiyonları genellikle immünojenik tespit yöntemleri olarak kullanılmaktadır. Bu reaksiyonlar genellikle bir yüzey plazmon rezonans sensörü ve türevi bir cihaz kullanılarak ölçülür. Genel spektroskopilerde oluşan antikor ve antijen reaksiyonlarının bazı önemli özellikleri aşağıda açıklanmıştır.

Yüksek Özgüllük: Antikor-antijen reaksiyonları son derece spesifik ve yüksek özgüllük gösterir. Bu özellik, antikorların sadece belirli antijenlere bağlanabilme yeteneği sayesinde hedef molekülleri belirleme ve tespit etme konusunda çok yüksek hassasiyet ve verim sağlar.

Duyarlılık: Antikorlar, antijenlere karşı çok duyarlıdır. Hedef molekül miktarının çok düşük seviyelerde bile tespit edilmesini sağlayabilir. Bu özellik sayesinde spektroskopik yöntemlerle düşük konsantrasyonlardaki moleküllerin tespit edilmesi mümkündür.

Hız ve Kolaylık: Antikor-antijen reaksiyonları, genellikle hızlı ve kolay bir şekilde gerçekleştirilebilir. Bu nedenle spektroskopik yöntemlerle antikor-antijen reaksiyonları kullanılarak hedef moleküllerin tespiti ve analizi hızlı bir şekilde yapılabilir.

İyi Karakterizasyon: Spektroskopik yöntemler sayesinde antikor-antijen reaksiyonlarının detayları, moleküler yapıları ve etkileşim mekanizmaları karakterize edilebilir. Bu sayede hedef moleküllerin tanınması ve analizi daha iyi anlaşılabilir.

Çoklu Analiz: Antikor-antijen reaksiyonları, spektroskopik yöntemlerle çoklu analiz yapılabilmesini sağlar. Bu sayede bir numunede farklı antijenlerin veya hedef moleküllerin aynı anda tespit edilmesi ve analiz edilmesi mümkündür.

Otomatik Tespit: Spektroskopide antikor-antijen reaksiyonları genellikle otomatik cihazlarla gerçekleştirilebilir. Bu otomatik sistemler, yüksek verimlilik ve tekrarlanabilirlik sağlar ve analiz sürecini kolaylaştırır.

Antikor-antijen reaksiyonları; spektroskopik yöntemlerin duyarlılık, özgüllük ve hız gibi avantajlarını kullanarak biyolojik ve tıbbi analizlerde etkili bir şekilde kullanılmaktadır.

9.6.1. Antikor ve Antijen İşaretleyicileri

Antikor ve antijenler, vücudun bağışıklık sisteminde önemli rol oynar. Antikor-antijen işaretleyicileriyse çeşitli klinik uygulamalarda hayati araçlar olarak kullanılır. Antikorlar, antijen olarak bilinen yabancı maddelerin varlığına yanıt olarak bağışıklık sistemi tarafından üretilen proteinlerdir. Bu işaretleyiciler, vücuttaki spesifik moleküllerin tanımlanması ve hedeflenmesinde görev görür. Öte yandan antijenler, bağışıklık sisteminin tepkisini tetikleyebilen ve antikorlar tarafından tanınabilen maddelerdir.

ANALİZ CİHAZLARINDA OKUMA YÖNTEMLERİ

Antikor-antijen işaretleyicileri ayrıca immünokimyasal analizlerde kullanılan kimyasal bileşiklerdir. Bu işaretleyiciler, antikorların hedef antijenlere bağlanmasını göstermek veya ölçmek için kullanılır. Antikor-antijen işaretleyicileri için yaygın olarak substrat ve bazlar kullanılır.

9.6.2. Substrat Olan İşaretleyiciler

Substrat olan işaretleyiciler, biyolojik araştırmalarda ve çeşitli bilimsel uygulamalarda önemli bir rol oynamaktadır. Bu işaretleyiciler, belirli bir substrata bağlanabilme yetenekleri sayesinde, organizmalardaki biyokimyasal süreçlerin izlenmesine ve analiz edilmesine olanak tanır. Genellikle hücrel aktivite ve etkileşimlerin anlaşılmasında kritik öneme sahip olan substrat işaretleyicileri, belirli moleküllerin proteinlerin veya diğer bileşiklerin varlığını ortaya koymada görev alır. Bu işaretleyicilerin en belirgin özelliği, spesifiklikleridir. Yani, belirli bir substrat ile etkileşime girerek o substratın varlığını ve yoğunluğunu tespit edebilir. Bunun yanı sıra substrat işaretleyicileri, genellikle düşük konsantrasyonlarda dahi etkili olabilen yüksek hassasiyetli analiz yöntemleri sunar. Bu durum; özellikle biyomedikal araştırmalarda, hastalıkların teşhisi, tedavi süreçlerinin izlenmesi ve biyomarker gelişimi açısından büyük bir avantaj sağlar. Substrat olan işaretleyici çeşitleri şunlardır:

Renkli Substratlar: Kromojenik substratlar olarak bilinen renkli bileşikler, antikor-antijen reaksiyonunun sonucunu renk değişikliği veya renk oluşumu şeklinde görsel olarak göstermek için kullanılır.

Floresan Substratlar: Bunlar, antikor-antijen reaksiyonunun sonucunu ışıqla uyarıldığında floresan ışık emisyonu şeklinde göstermek için kullanılır.

Radyoaktif Substratlar: Radyoaktif ya da radyoaktif işaretli substratlar, antikor-antijen reaksiyonunun sonucunu radyoaktif parçacık emisyonu şeklinde izlemek için kullanılır.

Kromojenik Substratlar: Biyokimyasal reaksiyon sonucu renk değişikliği gösteren kimyasal bileşikler, antikor-antijen işaretleyicisi olarak kullanılır.



BİLGİ NOTU

Substrat, bir enzimin bağlanıp etkilediği spesifik bir molekül veya molekül grubudur. Substratlar, enzimler tarafından işlenerek hücrel fonksiyon ve metabolik süreçlerde önemli rol oynar.

9.6.3. Baz Olan İşaretleyiciler

Baz olan işaretleyiciler, genetik bilimde önemli bir yer tutar ve birçok biyolojik süreçte kritik rol oynar. Temel olarak bir organizmanın genetik yapısındaki belirli bölgeleri tanımlamak ve izlemek için kullanılan moleküler araçlardır. Bu işaretleyiciler; genetik varyasyonların belirlenmesinde, hastalıkların teşhisinde ve tedavisinde ayrıca bireylerin genetik özelliklerini anlamada kullanılmaktadır.

Baz olan işaretleyiciler, tek nükleotid farklılıklarıyla ilişkilidir. Ayrıca baz işaretleyicileri, genetik haritalama çalışmalarında da kullanılmakta ve böylece hastalık genlerinin haritalanmasına olanak tanımaktadır. Baz olan işaretleyicilerin genel çeşitleri şunlardır:

Enzim Bazlı İşaretleyiciler: Enzimler genellikle antikor-antijen reaksiyonlarında işaretleyici olarak kullanılır. Peroksidaz, alkalen fosfataz ve beta-galaktozidaz gibi enzimler en sık tercih edilen türleridir.

Floresan Bazlı İşaretleyiciler: Floresan boyalar veya floresan moleküller, antikor-antijen reaksiyonlarını fiziksel olarak izlemek için kullanılır.

Radyoaktif İşaretleyiciler: Radyoaktif izotoplar, antikor-antijen reaksiyonunun belirlenmesi için hassas bir yöntem olarak tercih edilir.

Antikor-antijen işaretleyiciler genellikle antikorların hedef antijenlere bağlanmasını fiziksel olarak ve hassas bir şekilde izlemek için kullanılan bileşiklerdir. Substrat ve baz türü, analiz gereksinimleri ile amaçlarına bağlı olarak seçilir ve antikor-antijen reaksiyonunun belirlenmesini kolaylaştıracak şekilde tasarlanır.



BİLGİ NOTU

Antikor-antijen belirteçlerinin (işaretleyicilerinin) klinik uygulamalarında, ELISA testleri ve Western blot (lekeleme tekniği) yöntemleri de kullanılır.

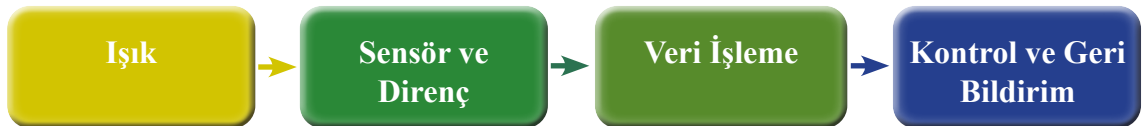


SIRA SİZDE

Sınıfta 3-4 kişilik gruplar oluşturarak her gruba üye sayısı kadar renkli kağıtlar dağıtınız. Örneğin, mavi kartlar antijenleri, yeşil kartlar antikorları temsil etsin. Her grup, kartları (antijenler ve antikorlar) eşleştirmeye çalışsın. Eşleştirme sırasında, her öğrenci, elindeki kartın özelliklerini ve reaksiyonlardaki işaretleyici rolünü açıklasın.

9.7. LÜMINOMETRE MODÜLÜ

Lüminometre, ışık seviyelerini ölçmek için kullanılan bir cihazdır. Başta aydınlatma sistemleri olmak üzere birçok uygulamada kullanılmaktadır. Lüminometre çalışma prensibinin blok diyagramı Şema 9.5'te verilmiştir.



Şema 9.5: Lüminometre çalışma prensibinin blok diyagramı

ANALİZ CİHAZLARINDA OKUMA YÖNTEMLERİ

Işık Algılama: Lüminometreler genellikle bir foto direnç (LDR) veya fotosel gibi bir sensör kullanılarak tasarlanır. Bu sensör, çevresel ışık seviyelerine duyarlıdır ve ışığı algıladığında direnç oranı değişir.

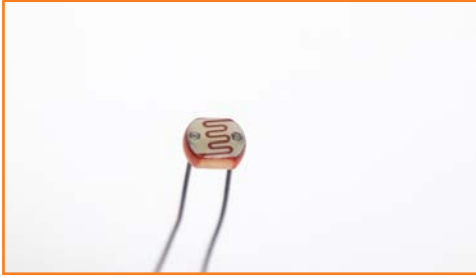
Direnç Değişimi: Sensörün algıladığı ışık seviyesine bağlı olarak direnç değeri değişir. Daha fazla ışık algılandığında direnç düşer, daha az ışık algılandığındaysa direnç oranı yükselir.

Veri İşleme: Sensörden gelen bilgiler, genellikle mikrodenetleyici veya başka bir kontrol ünitesi tarafından işlenir. Bu işlem genellikle analog veya dijital sinyaller aracılığıyla gerçekleşir.

Kontrol ve Geri Bildirim: İşlenen veriler, genellikle aydınlatma sistemlerinin kontrolü veya ortamın ışık seviyesine bağlı olarak otomatik aydınlatma düzenlemeleri gibi uygulamalarda kullanılabilir.

9.7.1. Luminometre Modülünün Yapısı

Lüminometre modülü genellikle **foto direnç [LDR-Light Dependent Resistor (layt dependit risöstr)]** adı verilen bir sensör kullanarak ışık seviyelerini ölçmek için tasarlanmıştır. LDR, çevresel ışık seviyelerine duyarlı olan bir dirençtir. Daha fazla ışık algılandığında direnç düşer, daha az ışık algılandığındaysa direnç oranı artar. Lüminometre modülünün temel yapısı aşağıda açıklanmıştır.



Görsel 9.4: LDR sensör

Foto Direnç (LDR): Foto direnç, ışık şiddetine bağlı olarak direnci değişen elektronik bir bileşendir. LDR, ışık fotonlarını emebilecek yarı iletken malzeme olan kadmiyum sülfürden imal edilmiştir. Işık seviyelerini algılamak için kullanılır. Foto dirençten gelen ışık seviyesine bağlı olarak direnç oranları değişir. Görsel 9.4'te bir LDR sensörü verilmiştir.

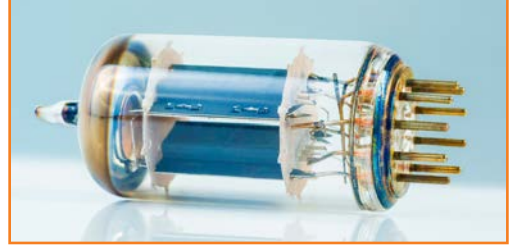
Op-amp Amplifikatörü: Foto dirençten gelen sinyali amplifiye etmek ve işlemek için kullanılır. Amplifikatör sayesinde daha hassas ölçümler yapılabilir.

Dirençler ve Diğer Devre Bileşenleri: Devre stabilitesini sağlamak ve sinyali işlemek için kullanılır. Direnç, kondansatör, transistör gibi bileşenler devrenin doğru çalışmasını sağlar.

Lüminometre modülü genellikle bir mikrodenetleyiciye veya başka bir kontrol ünitesine, analog veya dijital sinyaller yoluyla verileri iletmek amacıyla kullanılır. Mikrodenetleyici, üzerindeki programlamayla aldığı bilgiye göre farklı ışık düzeylerinde belirli işlemleri gerçekleştirebilir. Örneğin aydınlatma kontrolü yapabilir veya ortamın ışık seviyesine göre otomatik aydınlatma sistemlerini kontrol edebilir. Bu şekilde lüminometre modülü, değişen ışık şartlarına bağlı olarak çeşitli uygulamalarda kullanılarak cihazın analiz testine uygun şekilde oranlanması sağlar.

9.8. LUMİNOMETRE MODÜLÜNDE PMT

PMT [foto multipler tube (fotoçoğaltıcı)] tüpü, ışığın tek fotonlarını algılayan ve yükselten son derece duyarlı bir vakum tüptür. Parçacık fiziği deneylerinde, astronomik gözlemlerde ve tıbbi görüntüleme cihazlarında olduğu gibi çok düşük ışık seviyelerinin algılanması gereken çeşitli bilimsel ve endüstriyel uygulamalarda yaygın olarak kullanılmaktadır (Görsel 9.5).

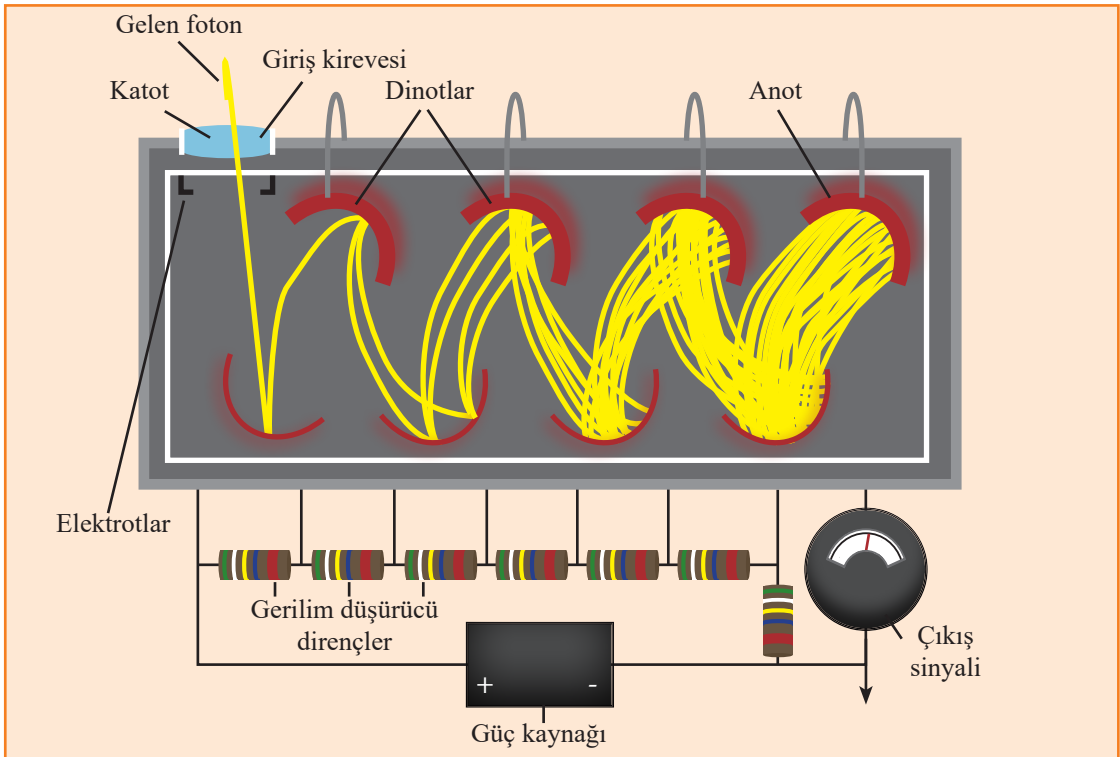


Görsel 9.5: Fotoçoğaltıcı tüp

9.8.1. PMT Yapı Bileşenleri

Fotoğraf çoğaltıcı tüp, şeffaf tüp içinde yer alan özel optikler sayesinde bir fotoğrafı büyütme veya küçültme amacıyla kullanılan optik cihazdır. PMT'nin temel çalışma prensibi, gelen fotonların fotoelektrik etki yoluyla elektron oluşturmalarıdır. Bu ilk olarak ışığın bir fotokatot üzerinde etkileşmesiyle gerçekleşir. Oluşan elektron daha sonra, tüp içindeki bir dizi dinamik eleman aracılığıyla çoğaltılır. Bu elemanlar, daha fazla elektron üretmek üzere hızlandırılan ve çarpıştırılan elektriksel alanlardan oluşur.

PMT'ler oldukça düşük ışık seviyelerinde dahi ölçülebilir ve güvenilir sinyaller üretme özelliğine sahiptir. PMT'ler önemli bir dedektör sınıfını oluşturur. Bu tüpler, zayıf UV ışığı algılamak için oldukça etkilidir ve düşük ışık seviyelerinde bile yüksek hassasiyet sunar. Fotomultiplikator tüpleri, birçok bilimsel deney ve araştırma uygulamalarında yaygın olarak kullanılmaktadır. Fotomultiplikator (fotoçoğaltıcı tüp) tüpünün temel yapısı aşağıdaki bileşenlerden (Görsel 9.6) oluşur.



Görsel 9.6: Fotoçoğaltıcı tüp yapı bileşenleri

ANALİZ CİHAZLARINDA OKUMA YÖNTEMLERİ

Fotokatot: Fotokatot, gelen ışık fotonlarını fotoelektrik aracılığıyla elektronlara dönüştüren fotosensitif bir malzemedir.

Elektron Çarpanı: Fotokatotta fotonlar elektronlara dönüştürüldükten sonra bu elektronlar “dinot” adı verilen bir dizi elektrot aracılığıyla hızlandırılır. Her dinot, elektronların ikincil emisyon yoluyla sayılarının çoğalmasına yardımcı olarak elektronların katlanarak çoğalmasını sağlar.

Anot: PMT'nin son aşaması olan anotta, yükseltilmiş elektron sinyali toplanır ve gelen ışığın yoğunluğuna orantılı bir çıkış gerilimi oluşturulur veya akım sinyaline dönüştürülür.

Fotomultiplikator tüpleri yüksek duyarlılık, düşük gürültü, hızlı tepki süreleri ve geniş spektrumlu aralık gibi avantajlar sağlar. Zayıf ışık sinyallerini yüksek hassasiyetle algılayabilir. Tek foton sayma modunda veya analog modda çalışabilir.

Fotomultiplikator tüplerinin yüksek maliyet, manyetik alanlara hassasiyet ve yüksek işletme voltajları gereksinimi gibi bazı kısıtlamaları vardır. Bu kısıtlamalara rağmen PMT'ler, ışık algılama ve ölçümünde yüksek hassasiyet ve verimli performans gerektiren çeşitli uygulamalarda tercih edilir.

9.8.2. Fotoçoğaltıcı Tüpte Oluşabilecek Arızalar

Optik okuyucusu olan cihazların fotoçoğaltıcı tüp içeren modüllerinde çeşitli nedenlerle arızalar meydana gelebilir. Bu modüllerde görülebilecek bazı arızalar ve sebepleri aşağıdaki gibidir.

Optik Lenslerde Leke veya Kir: Lens üzerindeki leke veya kirler, analiz sonuçlarını ve test kalitesini düşürebilir; görüntüde bozulmalara neden olabilir.

Odaklama Sorunları: Fotoçoğaltıcı tüpünde ışık odaklama ayarlarında hatalar meydana gelebilir. Bu durumda doğru odaklama sağlanamaz ve net olmayan sonuçlar oluşabilir.

Optik Hatalar: Optik bileşenlerde meydana gelen hatalar veya deformasyonlar, analiz kalitesini olumsuz etkileyebilir.

Işık Sızıntıları: Fotoçoğaltıcı tüpünde ışık sızıntıları oluşabilir. Bu durumda istenmeyen ışık yansımaları meydana gelebilir.



Görsel 9.7: Fotoçoğaltıcı tüpün önden ve arkadan görünüşü

Bağlantı ve Montaj Sorunları: Fotoçoğaltıcı tüpün ışık bağlantı noktalarında veya montajında sorunlar olabilir. Bu durumda cihazın düzgün çalışmamasına veya stabil sonuçlar vermemesine neden olabilir. Bu tür arızalarla karşılaşıldığında cihazın tamir edilmesi gerekir. Olası arızaların önüne geçilebilmesi için PMT (Görsel 9.7) içeren spektrofotometre cihazlarının periyodik bakımlarının yapılması ve denetlenmesi önerilir.

9.8.3. Spektrofotometre Cihazının Genel Bakımı

Spektrofotometre cihazının düzenli bakımı, doğru ölçüm sonuçları elde etmek ve cihazın performansını en üst düzeyde tutmak için önemlidir. Üretici firmanın önerilerine uygun olarak bakım işlemleri uygulanmalı ve cihazın kullanım kılavuzu talimatlarına dikkat edilmelidir.

Spektrofotometreler, çok özel ve maliyetli ekipmanlardır. Bu ekipmanların bütünlüğü, büyük ölçüde nasıl kurulduğuna ve kullanıldığına bağlıdır. Doğrudan çevreleri ve elektrik hizmetlerinin kalitesi, ekipmanın spesifikasyonlara uygun şekilde çalışması için birincil öneme sahip faktörlerdir. Gerekli rutin bakım, bileşenlerin dikkatli bir şekilde temizlenmesinden farklı üreticilerin modelleri ve tasarımları için teknik bilgiye sahip eğitimli teknisyenler veya mühendisler tarafından gerçekleştirilen özel prosedürlere kadar değişen karmaşıklıkta olabilir. Üretici talimatlarına uymak ve dikkatli kullanım, uzun bir operasyonel yaşamı garanti edecektir. Son modellerde, üreticiler otomatik kalibrasyon ve doğrulama rutinleri entegre etmiştir. Spektrofotometre cihazının bakımı için yapılması gereken genel işlemler Tablo 9.4'te verilmiştir.

Tablo 9.4: Spektrofotometre Cihazının Genel Bakım İşlemleri

Amaç	Uygulanan İşlemler
Temizlik	Cihazın dış yüzeyleri ve aksesuarları düzenli aralıklarla temizlenmelidir. Toz, yağ, parmak izi gibi kirlenmeler ölçüm sonuçlarını etkileyebilir. Yumuşak, temiz bir bez kullanılarak yüzeyleri ve belirli aksamları temizlenmelidir.
Kalibrasyon	Spektrofotometre cihazı periyodik olarak kalibre edilmelidir. Bu, cihazın doğru ölçümler yapmasını sağlar. Her kullanımdan önce veya belirli aralıklarla kalibrasyon kontrolü yapılması önerilir.
Lamba Değişimi	Spektrofotometre cihazlarında kullanılan lambaların belirli bir çalışma ömrü vardır. Lambaların ömrü dolduğunda veya ışık yoğunluğu azaldığında değiştirilmelidir.
Optik Kontrol	Cihazın optik parçalarının hasar görmemesine ve doğru hizalanmış olmasına dikkat edilmelidir. Optik aksesuarların düzgün çalışmasını sağlamak için bakım faaliyetleri periyodik olarak uygulanmalıdır.
Aksesuar Bakımı	Cihazdaki tüm aksesuar ve bileşenlerin (numune küvetleri, karıştırıcılar vb.) rutin bakımları ve temizliği aksatılmamalıdır. Bu aksesuarlar, ölçüm sonuçlarının doğruluğu ve güvenilirliği üzerinde oldukça etkilidir.
Sıcaklık ve Nem Kontrolü	Spektrofotometre cihazı, belirli sıcaklık ve nem koşullarında çalıştırılmalıdır. İdeal çalışma koşullarını korumak için cihazın bulunduğu ortamın sıcaklık ve nem seviyeleri düzenli olarak kontrol edilmelidir.

ANALİZ CİHAZLARINDA OKUMA YÖNTEMLERİ

Cihaz Çevresinin Denetimi: Yılda bir kez yapılması beklenen bir uygulamadır. Spektrofotometrenin kurulu olduğu alan, operatörün güvenliğini garanti altına almak için görsel olarak incelenmeli ve elektrik bağlantıları test edilmelidir. Denetim, elektrik tesisatını ve spektrofotometre ile ilgili fiziksel altyapıyı kapsar.

Elektrik Tesisatı: Cihazın güç kaynağını sağlayan elektrik tesisatı aşağıdaki özelliklere sahip olmalıdır.

1. Topraklama prizi veya soketi bulunmalıdır.
2. Soket ile spektrofotometre arasındaki mesafe 1,5 metreden az olmalıdır.
3. Voltaj uygun bir seviyede olmalıdır. Ekipman levhasında belirtilen voltajdan sapma %5'ten fazla olmamalıdır.
4. Soketin polaritesi doğru olmalıdır.

Spektrofotometre Cihazının Kurulacağı Alanın Özellikleri: Cihaz kurulumundan önce, kurulum yapılacak alanda birtakım düzenlemeler yapılmalıdır. Mekânın kurulumu uygun hâle gelmesi için aşağıdaki özellikleri taşıması gerekmektedir.

1. Spektrofotometrenin etrafında havalandırma için uygun mesafe olmalıdır.
2. Bağlantı kabloları ve diğer bileşenler (voltaj dengeleyiciler) için uygun boşluk bırakılmalıdır.
3. Sayacın bütünlüğü, durumu ve temizliği kontrol edilmelidir.
4. Cihazın yakınında titreşim oluşturabilecek bir ekipman (santrifüj vb.) bulunmamalıdır.
5. Mekânda aşırı nem, toz veya sıcaklık bulunmamalıdır.
6. Spektrofotometrenin çalışması için uygun oda sıcaklığı 10 - 40 °C arasında olmalıdır.
7. Ekipman doğrudan güneş ışığına maruz kalmayacak şekilde konumlanmalıdır.
8. Manyetik, elektromanyetik ve/veya radyasyon bulunan alanlara kurulum yapılmamalıdır.
9. Kurulum alanı gaz ve aşındırıcı maddelerden arındırılmalıdır.

Spektrofotometre Cihazının Fiziksel Muayenesi: Genel olarak muayene işlemlerinin altı ayda bir (yılda iki defa) tekrarlanması önerilir. Spektrofotometre, bileşenlerinin durumu ve bütünlüğünün üreticinin spesifikasyonlarına uygunluğu görsel olarak muayene edilir. Bu kontrollerde dikkat edilmesi gereken hususların başlıcaları şunlardır:

1. Spektrofotometreyi destekleyen çalışma masasının yapısı kontrol edilmelidir.
2. Spektrofotometrenin genel yapısı test edilmelidir.
3. Düğme, kontrol anahtarı ve mekanik kapakların sağlamlığı kontrol edilmelidir.
4. Tanıtım etiketlerinin net ve okunaklı olup olmadığı kontrol edilmelidir.
5. Eklentilerin temiz ve işlevsel durumda olduğu kontrol edilmelidir.
6. Mekanik ayar parçalarının (somunlar, vidalar, civatalar vb.) ayarlanmış ve işlevsel olduğu kontrol edilmelidir.
7. Elektrik bağlantılarının, doğru hatla birleşip birleşmediği kontrol edilmelidir.
8. Kablo ve ek yerlerindeki aşınma, yırtılma ve yalıtım kontrol edilmelidir.
9. Kablo ve terminallerin toz, kir veya korozyondan arınık olması sağlanmalıdır.

10. Topraklama sisteminin (iç ve dış) standartlara uygun, onaylı ve fonksiyonel olması sağlanmalıdır.
11. Sigorta kutusu, gösterge, devre anahtarı ve kesicilerin toz, kir ve korozyondan arınmış olması sağlanmalıdır.
12. Harici elektrik bileşenleri, aşırı ısınma belirtileri açısından kontrol edilmelidir.

Sızıntıların Giderilmesi: Örnek tutucu veya taşıyıcıda bir sızıntı olması durumunda aşağıdaki işlem basamakları uygulanmalıdır.

1. Spektrofotometre kapatılıp elektrik bağlantısı kesilmelidir.
2. Örnek tutucuyu temizlemek için bir enjektör kullanılmalıdır.
3. Fazla sıvı mümkün olduğunca sistemden uzaklaştırılmalıdır.
4. Örnek tutucu steril pamuklu çubukla kurulmalıdır.
5. Foto detektör penceresini temizlemek için lens kâğıdı veya temiz bir yumuşak dokulu bez kullanılmalıdır.
6. Cihazın dışı, damıtılmış suyla nemlendirilmiş bir bezle temizlenmelidir.

Kuvars Küvetlerin Temizlenmesi: Kuvars küvetlerinin iyi durumda kalması için aşağıdaki prosedürün gerçekleştirilmesi önerilmektedir.

1. Küvetler, NaOH 0.1 M gibi seyreltilmiş alkali bir çözüm ve HCl 0.1 M gibi seyreltilmiş bir asit kullanılarak yıkanmalıdır.
2. Küvetler, damıtılmış su ile birkaç kez durulanmalıdır. Temiz küvetler kullanılarak absorbans ölçümleri yapılmalıdır.
3. Kullanılan örnekler film bırakabiliyorsa küvetler üzerinde titiz ve dikkatli temizlik prosedürleri uygulanmalıdır.



ARAŞTIRINIZ

Spektrofotometre cihazlarında kullanılan kuvars küvetlerin, plastik küvetlere göre ne tür avantajları olabileceğini araştırınız. Bulduğunuz verileri numune analiz sonuçları üzerindeki etkilerini göz önünde bulundurarak açıklayınız.

Pil/Batarya Değişikliği: Farklı spektrofotometre modelleri, tarih ve saat gibi analizle ilgili verileri hatırlamak için piller kullanmaktadır. Batarya değiştirme prosedürü, çeşitli ekipmanlarda benzerlik göstermektedir. Değişim yapılırken aşağıdaki işlem basamakları takip edilir.

1. Analizör ekranında düşük pil uyarısı görüldüğü doğrulanmalıdır.
2. Spektrofotometre cihazı kapatılmalıdır.
3. Elektrik besleme kablosu çıkarılmalıdır.
4. Batarya bölmesi açılmalı ve ömrü biten batarya çıkarılmalıdır.
5. Elektrik temas noktaları temizlenmelidir.

ANALİZ CİHAZLARINDA OKUMA YÖNTEMLERİ

6. Yeni batarya yuvaya uygun şekilde yerleştirilmelidir.
7. Bölme kapatılmalıdır.
8. Ekipman yeniden bağlanmalıdır.
9. Tarih ve saat bilgileri güncellenerek ayarlanmalıdır.

Önleyici Bakım Faaliyetleri: Spektrofotometrenin önleyici bakımı, üreticinin önerdiği rutin ve sıklıkta olmalıdır. Bakım için laboratuvar ortamında gerçekleştirilebilecek bazı temel faaliyetler aşağıdaki gibidir.

1. Spektrofotometrenin dış yüzeyi damıtılmış su içeren hafif nemli bir yüzey temizleme aparatıyla kirden arındırılmalıdır.
2. Elektrik besleme kablosu kontrol edilmeli ve gerekliyse temizlenmelidir.
3. Lambanın temiz ve iyi durumda olduğu doğrulanmalıdır. Çalışmıyorsa orijinaline benzer özelliklere sahip yeni bir lamba takılmalı ve üreticinin önerilerine uygun olan gerekli ayarlamalar yapılmalıdır.
4. Gelişmiş spektrofotometrelerde, lamba ve ekipmanın durumunu ve işleyişini otomatik olarak kontrol eden yazılımlar bulunmalıdır.
5. Koruma sigortası kontrol edilmelidir. Sigortanın bulunduğu bölme açılmadan önce spektrofotometrenin kapalı olduğundan emin olunmalıdır. Kontakların temiz ve işlevsel olup olmadığı kontrol edilmelidir. İşlevselliğini yitiren bileşenler, üreticinin belirlediği özelliklere uygun şekilde değiştirilmelidir.
6. Cihaz çalıştırılır ve ısınması için yaklaşık beş dakika kadar beklenir. Ardından aşağıdaki durumlar gözlenmelidir.
 - a) Lamba veya pilot göstergeler çalışıyor.
 - b) Okuma göstergeleri sıfırda (0) kalıyor.
 - c) Işık kaynağı çalışıyor.
7. “Açık” ve “Kapalı” konumda kaçak akımı testi için aşağıdaki işlem basamakları uygulanır.
 - a) Toprak kutbu ve doğru polarite belirlenir.
 - b) Toprak kutbu olmadan doğru polarite belirlenir.
 - c) Toprak kutbu olmadan ters polarite belirlenir.
8. Spektrofotometrenin ön paneli, üretici firmanın talimatlarına göre kalibre edilmelidir.
9. Ekipmanın hassasiyeti ölçülmelidir.
10. Beer-Lambert Yasasına göre bir test gerçekleştirilmelidir.
11. Kalibrasyon başarıyla tamamlandıysa spektrofotometre başlangıç konfigürasyonuna döndürülmelidir.



SIRA SİZDE

Sağlık tesislerinde sıklıkla kullanılan ve okuma yapabilen bir analiz cihazı belirleyiniz. Bu cihaza ait teknik doküman ve cihazın bakım çizelgelerindeki verilerden hareketle üç başlık altında (periyodik bakım, önleyici bakım ve koruyucu bakım) bakım faaliyetleri tablosu hazırlayarak bu faaliyetlerin önemini arkadaşlarınıza anlatınız.

A) Aşağıdaki cümlelerde geçen yargılar doğru ise parantez içine “D” yanlış ise “Y” yazınız.

- (....) 1. Kolorimetri; bir çözeltinin içeriğinde bulunan maddelerin miktarlarını yine çözeltinin renginden faydalanılarak belirlenmesini sağlayan yöntemdir.
- (....) 2. Spektrofotometrik yöntem, maddelerin belirli dalga boylarındaki ışığı soğurma oranını belirleme prensibine dayanan analitik bir tekniktir.
- (....) 3. Fotodedektör ünitesi, elektrik enerjisini ışık sinyallerine dönüştüren bir bileşendir.
- (....) 4. Spektrofotometrelerde kullanılan lamba çeşitleri, analiz sonuçlarının kalitesini ve güvenilirliğini doğrudan etkilemektedir.
- (....) 5. LDR (foto direnç), ışık şiddetinden bağımsız olarak direnci değiştiren elektronik

B) Aşağıdaki cümlelerde yer alan boşlukları uygun ifadelerle doldurunuz.

6. Spektrofotometriye dayanan iki temel olay; ve dir.
7. Uyarılma enerjisi bir kimyasal tepkimeden sağlanıyorsa bunun sonucu gözlenen lüminesans olayına adı verilir.
8. Işığın maddeyle iletim ve emilim etkileşiminin arasındaki ilişkiyi yasası açıklar.
9. Analiz cihazlarında kuvvetlerin içerisinde oluşması hatalı okumalar sebebiyle test sonuçlarında sapmalar meydana gelebilir.
10. Işığın tek fotonlarını algılayan ve yükselten duyarlı bir vakum tüp şeklindeki bileşene denir.

C) Aşağıdaki soruların doğru cevabını işaretleyiniz.

11. Aşağıdakilerden hangisi spektrofotometre modülünde ışığın soğurulması için kullanılan dedektör sisteminin elemanlarından biri değildir?
- A) Fotodedektör
- B) Farmasötik sensör
- C) PMT
- D) Fotovoltaik dedektör
- E) Fototüp
12. Aşağıdakilerden hangisi lüminometre modülündeki aydınlatma kontrolü sağlayabilen ve ortamlardaki ışık seviyesine göre otomatik aydınlatma işlemleri gerçekleştirebilen birimdir?
- A) LDR
- B) Mikrodenetleyici
- C) Fotodirenç
- D) Fotosel
- E) Transistör

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

13. Aşağıdakilerden hangisi genel spektrofotometre cihazı bileşenlerinden biri değildir?

- A) Hidrolik seçici kol
- B) Dedektörler
- C) Okuyucu sistemi
- D) Işık kaynağı
- E) Monokromatör

14. Aşağıdakilerden hangisi fotodedektör türlerinden biri değildir?

- A) CCD
- B) Fototüp
- C) PMT
- D) Sayaç
- E) Fotodiyot

15. Aşağıdakilerden hangisi antikor antijen reaksiyonlarının faktörlerinden, hedef molekül miktarının çok düşük seviyelerde bile tespit edilmesini sağlayan özelliktir?

- A) İyi karakterizasyon
- B) Yüksek özgüllük
- C) Duyarlılık
- D) Hız ve kolaylık
- E) Otomatik tespit ve çoklu analiz

Ç) Aşağıda verilen soruların cevabını boş bırakılan alana yazınız.

16. Spektrofotometrelerde kullanılan fotoçoğaltıcı tüpten kaynaklanan olası hataları ve bu hataları önlemek için alınabilecek tedbirleri yazınız.

17. Sağlık tesislerinin laboratuvarlarında kullanılan spektroskopik okuma yapabilen cihaz türlerinden en az beş tanesini yazınız.

18. Spektrofotometre cihazlarında lamba değişimi için uyulması gereken genel adımları sırasıyla yazınız.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

19. Spektrofotometre cihazının kurulacağı ortam şartları nelerdir? Bu cihazın periyodik bakımında yapılması gereken faaliyetlerden en az beş tanesini yazınız.

20. Analiz cihazlarında kuvars küvet kullanılan modelleri için küvet temizleme işlemlerini kısaca yazınız.

10. ÖĞRENME BİRİMİ



OTOANALİZÖRLER

KONULAR

- 10.1. OTOANALİZÖR CİHAZININ ÇALIŞMA YAPISI VE ÇEŞİTLERİ
- 10.2. BİYOKİMYA CİHAZLARININ MONTAJI
- 10.3. BİYOKİMYA CİHAZLARINDA BESLEME ÜNİTESİ
- 10.4. BİYOKİMYA CİHAZLARININ ELEKTRONİK KONTROL KARTI
- 10.5. BİYOKİMYA CİHAZLARINDA MOTOR
- 10.6. BİYOKİMYA CİHAZLARINDA BAKIM VE FONKSİYON TESTİ
- 10.7. BİYOKİMYA CİHAZLARINDA KALİBRASYON

HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

1. Bir sağlık kuruluşuna müracaat eden hastalardan alınan kan örnekleri nasıl bir süreçten geçiyor olabilir? Düşüncelerinizi arkadaşlarınızla paylaşınız.
2. Bir laboratuvarında, aynı anda çok sayıda kan testi yapmak gerektiğinde nasıl bir yöntem izleniyor olabilir? Düşüncelerinizi arkadaşlarınızla paylaşınız.
3. Otoanalizör ifadesinden ne anladığınızı arkadaşlarınızla paylaşınız.



OTOANALİZÖRLER

10.1. OTOANALİZÖR CİHAZININ ÇALIŞMA YAPISI VE ÇEŞİTLERİ



Görsel 10.1: Otoanalizör cihazları



Görsel 10.2: Kompakt model otoanalizör cihazı



Görsel 10.3: Analiz ve kontrol ünitesi belirtilmiş bir otoanalizör

Otoanalizör cihazları, biyokimyasal analizleri otomatik olarak gerçekleştiren ve klinik laboratuvarlarda yaygın olarak kullanılan cihazlardır (Görsel 10.1). Bu cihazlar, hastadan alınan kan, idrar ve diğer biyolojik örneklerde bulunan çeşitli kimyasal maddelerin konsantrasyonlarını ölçmek için kullanılır. Otoanalizör cihazları, insan kaynaklı hataları en aza indirerek hızlı, güvenilir ve tekrarlanabilir sonuçlar sağlar.

Otoanalizörlerin boyutları; cihazın türüne, işlevine, kapasitesine ve üreticiye bağlı olarak değişiklik gösterebilir. Laboratuvarlarda kullanılan bu cihazlar, genellikle **zemin tipi** [yüksek kapasiteli (Görsel 10.1)] ve **masaüstü** [kompakt (Görsel 10.2)] olmak üzere iki ana kategoride sınıflandırılır. Cihaz tipinin seçiminde laboratuvarın fiziksel koşulları, numune kapasitesi ve laboratuvarda yapılan günlük test sayısı gibi faktörler belirleyicidir. Yüksek sayıda test ihtiyacı olan çok büyük laboratuvarlarda **modüler otoanalizör** sistemleri tercih edilir. Modüler sistemler sayesinde farklı analizör birimleri ve numune taşıma sistemleri bir araya getirilir.

Otoanalizörler genellikle **analiz** ve **kontrol** diye anılan iki ana yapıdan oluşur (Görsel 10.3). Bu yapılarla hastadan alınan numunelerin işlenmesi, işlenen örnekler üzerinden ölçümlerin yapılması ve sonuçların çeşitli analiz yöntemleriyle değerlendirilmesi sağlanır. Her iki bölüm de cihazın verimli ve bütünsel olarak çalışmasında önemli işlevler üstlenir. Bazı cihazlarda ise sistem tek bir parçadan oluşur. Yani analiz ve kontrol ünitesi bir arada yer alabilir. Bu modeller sıklıkla düşük analiz kapasite ihtiyacını gidermeye yönelik olarak kullanılır.

10.1.1. Otoanalizör Cihazlarının Çeşitleri

Otoanalizörler tıbbi laboratuvarlarda sıklıkla kullanılan önemli cihazlardır. Bu cihazlar, tıbbi laboratuvarlarda çeşitli biyokimyasal, hormonal, hematolojik ve immünojenik gibi birçok testin otomatik bir şekilde yapılmasını sağlar. Aynı zamanda teşhis ve tedavi süreçlerinde, doktorlara hızlı ve doğru bilgi sağlayarak hastalığın yönetiminde kritik rol üstlenir. Kullanım amacına göre özelleştirilmiş farklı türde otoanalizörler vardır. Her bir otoanalizör türü, belirli bir analiz yöntemine veya test grubuna yönelik özelleştirilerek optimize edilmektedir. Tablo 10.1’de tıbbi laboratuvarlarda sıklıkla kullanılan otoanalizör çeşitleri ve kullanım alanları gösterilmiştir.

Tablo 10.1: Tıbbi Laboratuvarlarda Kullanılan Otoanalizör Çeşitleri ve Kullanım Alanları

Otoanalizör Türü	Kullanım Alanı	Ölçüm Teknolojisi	Örnek Testler
Biyokimya Otoanalizörleri	Kan, idrar ve diğer biyolojik sıvılardaki kimyasal maddelerin konsantrasyonunun ölçümünde kullanılır.	Fotometri, İyon Seçici Elektrot (ISE), Turbidimetrik	Glukoz, kreatinin, kolesterol, üre, enzimler (ALT, AST)
Hematoloji Otoanalizörleri	Kan hücrelerinin sayımı ve morfolojik analizlerde kullanılır.	Lazer, Empedans Teknolojisi	Tam Kan Sayımı (CBC), Beyaz Kan Hücreleri Sayımı, Hemogloblin, Trombosit Sayımı
İmmünokimya Otoanalizörleri	Hormonlar, tümör belirteçleri, ilaç düzeyleri ve protein ölçümlerinde kullanılır.	Kemilüminesans, Elektrokemilümines (ECL), ELISA	TSH, Prolaktin, Vitamin D, İnsülin, CRP, AFP, PSA
Koagülasyon Otoanalizörleri	Kanın pıhtılaşma yeteneği ve pıhtılaşma faktörlerinin analizinde kullanılır.	Optik, Mekanik Ölçüm	Fibrinojen, PT, aPTT, INR, D-dimer
Gaz ve Elektrolit Otoanalizörleri	Kan gazları ve elektrolitlerinin ölçümünde kullanılır.	Elektrokimyasal Sensörler, İyon Seçici Elektrot (ISE)	pH, pO ₂ , pCO ₂ , Sodyum, Potasyum, Klor
Mikrobiyoloji ve Moleküler Biyoloji Otoanalizörleri	Mikroorganizmaların tespiti ve genetik analizlerinde kullanılır.	PCR, Real-Time PCR, DNA/RNA Amplifikasyonu, Hibridizasyon	Bakteri ve virüs tespiti, Antibiyotik Duyarlılık Testleri, Genetik Hastalık Analizi
Otomatik İdrar ve Sediment Analizörleri	İdrar analizi ve idrar sedimentinde partikül tespitinde kullanılır.	Kimyasal Strip Test, Mikroskopik Analiz	İdrar Kimyası, İdrar Sediment Analizi, Lökosit, Protein, Glukoz

OTOANALİZÖRLER



BİLGİ NOTU

Otoanalizörler, tıbbi laboratuvarlar başta olmak üzere biyoteknoloji, gıda endüstrisi, çevre bilimleri ve ilaç geliştirme gibi birçok farklı alanda kullanılmaktadır.

10.1.2. Biyokimya Cihazının Yapısı ve Çalışma Prensipleri

Otoanalizör cihazları, farklı analiz çeşitleri için özelleştirilmiş olsa da hepsinin temel amacı, hastadan alınan numuneleri otomatik olarak işleyip analiz etmektir. Bu cihazlar; numune hazırlama, reaktif ekleme, karıştırma, reaksiyon gerçekleştirme, ölçüm ve veri işleme gibi ana işlevleri yerine getiren yapısal bileşenlere sahiptir. Biyokimya cihazı, en sık kullanılan otoanalizör çeşididir (Görsel 10.4).



Görsel 10.4: Biyokimya cihazı

Biyokimya otoanalizörleri, biyokimyasal testlerinin otomatik olarak gerçekleştirilmesini sağlayan cihazlardır. Bu cihazlarla hastadan alınan kan, serum, idrar veya diğer biyolojik sıvılardaki kimyasal maddeler analiz edilerek hastanın sağlık durumu değerlendirilir. Kan şekeri, kolesterol, karaciğer ve böbrek fonksiyon testleri, elektrolit düzeyleri ve enzim analizleri gibi geniş bir test yelpazesine sahip cihazlardır. Bu testleri gerçekleştirmek için temel olarak fotometrik yöntemler kullanılır. Elektrolitlerin ölçülmesinde iyon seçtif (ISE) yöntemi (her cihazda olmayabilir) kullanılır. Biyokimya otoanalizörlerinde **enzimatik**, **kolorimetrik** ve **turbidimetrik** testler, analizlerin gerçekleşmesi için kullanılır.

Biyokimya Otoanalizörlerinin Genel Yapısı

Biyokimya otoanalizörlerinin yapısı ve çalışma mantığı büyük oranda benzerlik gösterse de cihazların modeli, boyutu, kapasitesi, kullanılan teknoloji ve ek özellikler açısından bazı farklılıklara sahiptir. Örnek bir biyokimya cihazının üst kısmında bulunan birimlerin üstten görünümü (Görsel 10.5) ve isimleri aşağıda verilmiştir.

Numara	Birim Adı
1	Pipet (Prop)
2	Numune tepsisi
3	Reaktif tepsisi
4	Reaksiyon tepsisi
5	Pipet ucu
6	Prop yıkama istasyonu
7	Reaktif



Görsel 10.5: Biyokimya cihazının üstten görünümü

Karmaşık bir yapıya sahip olan biyokimya otoanalizörleri birçok bileşenden oluşur. Cihazdan doğru sonuçlar elde etmek için bu bileşenlerin uyumlu bir şekilde çalışması gerekmektedir. Bileşenlerden birinin hasar görmesi ya da doğru çalışmaması ölçüm sonuçlarını doğrudan etkiler. Cihaza gerekli durumlarda doğru müdahalelerin yapılabilmesi için cihazın yapısını oluşturan bileşenlerin iyi şekilde bilinmesi gerekmektedir. Bir biyokimya cihazının yapısını oluşturan birimler genel olarak şu şekildedir:

Numune Ünitesi: Cihaza numunelerin yüklendiği kısımdır. Farklı numune yükleme sistemleri mevcuttur. Numune ünitesi, Görsel 10.5'te 2 ile gösterilen yuvarlak tepsisi şeklinde ya da raklarla (Görsel 10.6) numune yüklemeye izin veren otomatik rak yükleyici sistemi (Görsel 10.7) şeklinde de olabilir. Cihaz, numuneleri raklarla alarak numune tepsisine yükleyip çalışabilir veya rakları gerekli yerlere taşıyarak doğrudan raklar üzerinden de numune alma işlemini gerçekleştirebilir. Cihaz kalibrasyonu için kullanılan kalibrasyon ve kontrol serumları yine numune ünitesinde yer alır.



Görsel 10.6: Otoanalizörlerde kullanılan raklar



Görsel 10.7: Biyokimya cihazı otomatik rak yükleme sistemi

OTOANALİZÖRLER

Barkod Okuyucu: Numune yükleme alanlarına ya da numune ve reaktif tepsisine en yakın alanlara yerleştirilir. Barkod okuyucu, numune tüplerinin üzerinde bulunan barkodları tarayarak her numunenin kimliğini ve uygulanacak testleri tanımlar. Barkod okuyucu, her bir numuneyi doğru şekilde işleme almada önemli bir işleve sahiptir. Birçok cihazda reaktif ve biyokimya kitleri de barkod okuyucuya okutulur. Böylelikle cihazın doğru reaktifi veya testi tanıması, test sürecinde doğru malzemenin kullanılması ve iş akışının otomatikleştirilmesi sağlanır. Yapısal olarak piyasada bulunan diğer barkod okuyuculardan farkı yoktur. Bazı cihazlarda barkod okuyucu harici bir sistem olarak da bulunabilir.

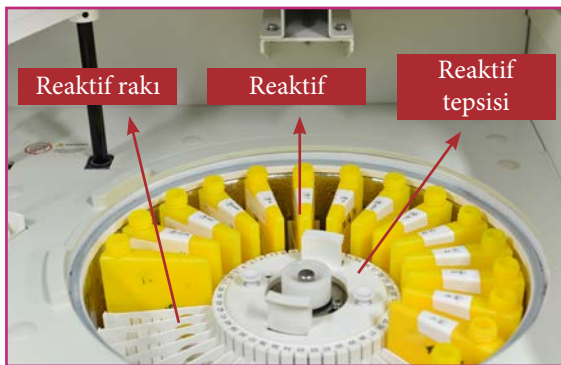
Otomatik Pipetleme Sistemi: Pipetler biyokimya cihazlarının en önemli birimlerindedir. Genel olarak pipetler; pipet (prop) kolu, pipet ucu, şırınga sistemiyle bağlantısı olan sıvı transfer kanalı, sensörler (seviye algılama, çarpma, pıhtı vb.) ve yıkama sistemi bağlantısından oluşur.

Numune ve reaktif probu olmak üzere her bir bölüm için bir veya cihaz sistemlerine göre birden fazla pipet bulunur. Bu pipetlerle numunelerin ve reaktiflerin belirli hacimlerde alınması ve reaksiyon bölmesine taşınması sağlanır. Her bir işlemden sonra pipetler, otomatik olarak pipet yıkama istasyonunda yıkanır ve bir sonraki test için hazır hâle getirilir.

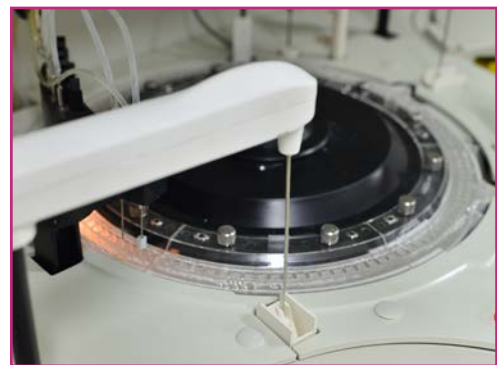
Reaktif Tepsisi: Testlerin yapılması için gerekli olan reaktiflerin konulduğu bölümdür (Görsel 10.8). Genellikle tepsi biçiminde olup cihazdan cihaza farklılık gösterebilir. Bazı cihazlarda, bu kısımda bir barkod okuyucu bulunur. Barkod okuyucuyla hangi bölümde hangi reaktifin bulunduğu tespit edilir.

- **Reaktif Rakları:** Reaktif tepsisi içinde raklar bulunur. Bu reaktif raklarına reaktif şişeleri ya da kapları (kartuşları) yerleştirilir. Test sırasında cihaz, pipetle bu şişelerden gerekli miktarda reaktif alır.

Reaksiyon Tepsisi: Numune ve reaktiflerin karıştırılarak kimyasal reaksiyonların gerçekleştiği ve içinde reaksiyon kuvvetleri bulunan tepsi şeklinde bir platformdur (Görsel 10.9). Reaksiyon tepsileri genellikle cihazın iç kısmında bulunur. Karıştırıcı, inkübatör ve optik ölçüm sistemleriyle entegre çalışır.



Görsel 10.8: Reaktif tepsisi, reaktifler ve reaktif rakları



Görsel 10.9: Reaksiyon tepsisi

- **Reaksiyon Küveti:** Küçük kaplar şeklinde olup numune ve reaktiflerin belirli oranlarda karıştırıldığı birimdir (Görsel 10.10). Her test için numune ve reaktifler bu küvetlerde birleştirilerek reaksiyonun gerçekleşmesi sağlanır. Işığı geçirgen, şeffaf yapısı sayesinde fotometrik ölçümlerin alınması sağlanır. Tek veya birden fazla kullanımlık (yıkanebilir) çeşitleri vardır. Yıkanebilir küvetler, her testten sonra yıkama ünitesi tarafından yıkanarak temizlenmelidir.
- **Karıştırıcı (Mikser):** Numune ve reaktifler reaksiyon küvetinde birleştirildikten sonra, cihaz karıştırıcısı (Görsel 10.11) tarafından homojen bir karışım hâline getirilir. Bu karıştırıcılar sayesinde (reaksiyonun etkin bir şekilde gerçekleşmesi için) sıvılar, düzgün bir şekilde dağıtılır.
- **Isıtıcı (İnkübatör):** Bazı biyokimyasal reaksiyonların gerçekleşmesi için belirli sıcaklıklara ihtiyaç vardır. İnkübatör, reaksiyon küvetlerinin bulunduğu alanda sıcaklık kontrolü yapar ve reaksiyonların sabit bir sıcaklıkta (genellikle 37°C) gerçekleşmesine olanak sağlar.

Optik Ölçüm: Biyokimya otoanalizörlerinde temel olarak fotometrik ölçüm sistemi kullanılır. Reaksiyon tamamlandıktan sonra cihazın fotometrik sistemi, reaksiyon sonucunda meydana gelen optik değişiklikleri (renk değişimi, bulanıklık vb.) ölçer. Işık kaynağı olarak sıklıkla halojen lambalar kullanılır (Görsel 10.12). Cihaz belirli bir dalga boyunda ışık göndererek reaksiyonu tamamlanmış örnekteki ışık absorpsiyonu veya iletim miktarını ölçer. Elde edilen bu veriler analiz edilmek istenen biyokimyasal parametrenin konsantrasyonunu hesaplamak için kullanılır.

Yıkama Üniteleri: Her bir işlemten sonra doğru sonuçları almak ve çapraz kontaminasyonları önlemek için pipetleme iğnesi ve reaksiyon küvetlerinin temizlenmesi gerekir. Yıkama ünitelerinde özel bir yıkama solüsyonu kullanılarak pipetleme sistemi ve reaksiyon küvetleri temizlenir. Yıkama ünitesi, her bir testten sonra otomatik olarak devreye girer ve tüm birimleri temizleyerek bir sonraki işlem için hazır hâle getirir. Pipetler, pipet yıkama istasyonlarıyla reaksiyon küvetleri ise küvet yıkama istasyonu ile yıkanır (Görsel 10.13).



Görsel 10.10: Reaksiyon küveti



Görsel 10.11: Karıştırıcı



Görsel 10.12: Halojen lamba



Görsel 10.13: Pipet ve küvet yıkama istasyonları

OTOANALİZÖRLER



BİLGİ NOTU

Tek kullanımlık reaksiyon küveti kullanılan cihazlarda küvet yıkama istasyonu bulunmaz.

Sıvı Depolama ve Transfer Sistemi: Biyokimya otoanalizörlerinde sıvı depolama ve transfer birimi; numunelerin, reaktiflerin ve yıkama sıvılarının doğru hacimlerde işlenmesi, taşınması ve analizlerin hassasiyetle yapılması için gerekli olan önemli bileşenlerdir. Bu sistemler, analiz esnasında otomatik olarak sıvıların doğru zamanda ve miktarda kullanılmasını sağlar.

- **Sıvı Transfer Sistemi:** Tüm sıvı transferleri, cihaz yazılımı tarafından otomatik olarak gerçekleştirilir. Şırıngalar, transfer boruları, pompa ve valfler sıvı transfer sisteminin önemli bileşenleridir. Şırınga sistemleriyle sıvı alınır ve transfer borularıyla ilgili birimlere aktarılır. Pompa ve valfler, şırınga sistemiyle birlikte çalışır ve sıvıların alınması, taşınması ve kontrol edilmesine katkı sağlar.

» **Şırıngalar:** Sıvıların doğru miktarda alınmasını ve iletilmesini sağlayan hassas bileşenlerdir [Görsel 10.14 (1)]. Çok küçük hacimlerde [mililitre (mL) veya mikrolitre (μ L)] sıvıların hassas bir şekilde taşınmasını sağlar. Şırıngaların hassas çalışması analiz sonuçlarının güvenilirliği için çok önemlidir. Yüksek kapasiteli ve gelişmiş otoanalizörlerde birden fazla şırınga sistemi bulunabilir. Bu şırıngalar numune, reaktif ve yıkama solüsyonlarının eş zamanlı olarak taşınmasını sağlar.



Görsel 10.14: Şırıngalar ve sıvı (yıkama sıvıları ve solüsyonlar) depolama sistemi

- **Sıvı Depolama Sistemi:** Numuneler genellikle numune tepsilerinde depolanır ve cihaz bu tepsilerdeki numuneleri sırası geldikçe işler. Reaktifler, sıklıkla reaktif tepsilerinde bulunan raklarda reaktif kaplarıyla depolanır. Reaktifler analiz sırasında kullanılmak üzere burada hazır bekletilir. Bazı reaktifler ise soğutmalı bölümlerde saklanarak korunur. Görsel 10.14'te 2 ile gösterilen kısımda görüldüğü gibi cihazda kullanılan yıkama sıvıları ve solüsyonları ise genellikle özel bir sıvı saklama deposunda muhafaza edilir.

Atık Ünitesi: Pipet veya reaksiyon kuvvetlerinde kullanılan sıvılar, testten sonra atık haznesine boşaltılır. Atık durumdaki bu sıvılar, cihazın içinde ayrı bir yerde depolanır. Sıvı ve katı atık depolarının belirli aralıklarla boşaltılması gerekmektedir.

Mekanik ve Hareketli Bileşenler: Motorlar, lineer aktüatörler, dişli sistemleri, pompalar, valfler ve sensörler cihazın içindeki hareketi sağlayan ve kontrol eden temel mekanik bileşenlerdir (Görsel 10.15).

Bilgisayar ve Yazılım Sistemleri: Cihazda yapılan tüm işlemler, bir ana bilgisayar sistemi tarafından kontrol edilir. Bu sistem sayesinde analiz süreci başlatılır, veriler toplanır ve sonuçlar işlenerek kullanıcıya bir arayüz ile sunulur (Görsel 10.16).



Görsel 10.15: Bazı mekanik ve hareketli bileşenleri ortaya çıkarılmış bir otoanalizör



Görsel 10.16: Bilgisayar ve yazılım sisteminin arayüzü



ARAŞTIRINIZ

Biyokimya cihazlarında bulunan ISE birimini araştırınız. Ulaştığınız verileri aşağıda boş bırakılan alana yazarak arkadaşlarınızla paylaşınız.

OTOANALİZÖRLER

10.1.3. Biyokimya Cihazının Çalışma Prensipleri

Biyokimya otoanalizörleri, yukarıda da anlatıldığı gibi birçok yapı ve bileşeni barındıran kompleks cihazlardır. Bu cihazlar; belirli ve sıralı adımların gerçekleştiği, özel bir sistemle çalışır. Cihazın nasıl çalıştığını adım adım anlamak önemlidir. Şema 10.1'de biyokimya otoanalizör cihazlarının genel çalışma prensipleri özet olarak listelenmiştir.

Numunelerin Yüklenmesi

- Numuneler, otoanalizörün numune tepsisine yerleştirilir. Cihaz, barkod okuyucu ile numuneleri tanımlar.

Pipetleme

- Pipetleme kolu ve iğneleri, numune ve reaktifleri hassas bir şekilde alarak reaksiyon küvetlerine aktarır.

Reaktif Ekleme

- Cihaz, reaktif tepsisinden gerekli reaktifleri alarak ilgili reaksiyon küvetine aktarır.

Karıştırma ve İnkübasyon

- Numune ve reaktifler, reaksiyon küvetlerinde karıştırılarak homojen hâle getirilir ve inkübasyon süreciyle belirli bir sıcaklıkta reaksiyon gerçekleştirilir.

Fotometrik Ölçüm

- Reaksiyon sonrası meydana gelen kimyasal değişimler fotometrik yöntemlerle ölçülür.

Sonuçların İşlenmesi

- Cihaz, ölçüm sonuçlarını analiz ederek laboratuvar bilgi sistemine iletir.

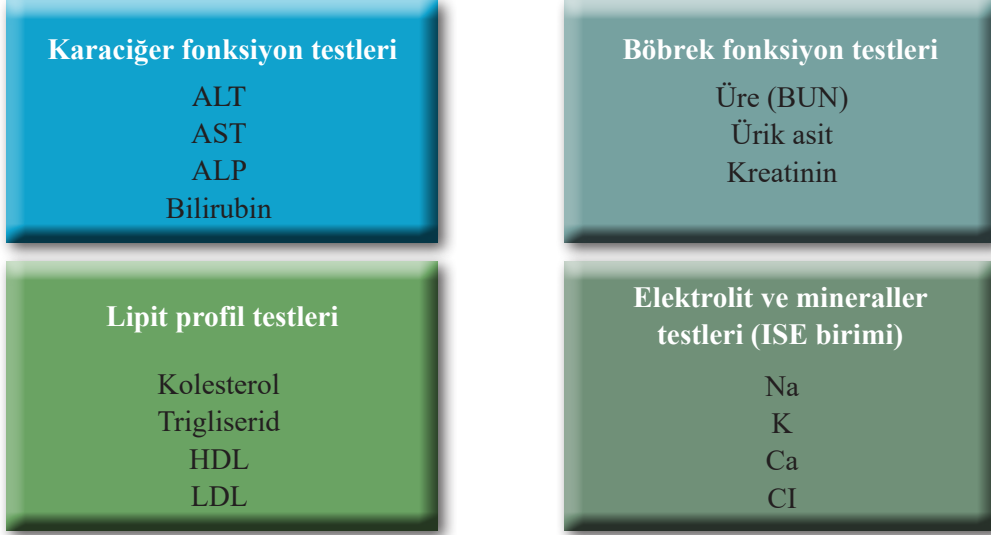
Temizlik ve Yıkama

- Her bir testten sonra pipetleme sistemi ve reaksiyon küvetleri yıkanarak bir sonraki teste hazır hâle getirilir.

Şema 10.1: Biyokimya otoanalizörünün çalışma prensibi

Biyokimya Cihazlarının Yapısı

Biyokimya otoanalizörlerinin test aralığı (test edilen parametre sayısı) ve test kapasitesi marka ve modele göre farklılıklar gösterebilir. Bu nedenle her bir test türü için farklı reaktif ve modüller kullanılır. Biyokimya otoanalizöründe otomatik olarak gerçekleştirilen bu testlerin başlıcaları Şema 10.2’de verilmiştir.



Şema 10.2: Biyokimya otoanalizöründe yaygın olarak gerçekleştirilen testler

**BİLGİ NOTU**

Her bir analizde gerçekleştirilen test parametre sayısı, doktorun istem sayısına göre değişiklik gösterir. Bu nedenle her bir numune için harcanan zaman farklılık gösterir.

**ARAŞTIRINIZ**

Biyokimya cihazlarının alımında cihazla birlikte kit alımı da gerçekleşmektedir. Biyokimya kitleri için teknik şartnameler hazırlanıp ihaleye çıkarılmaktadır. Sağlık tesislerinde kullanılan (sarf malzeme sınıfı) biyokimya kiti teknik şartnamelerini de inceleyerek biyokimya kitlerini araştırınız. Araştırma sonuçlarınızı aşağıdaki boşluğa yazarak sınıfta arkadaşlarınızla paylaşınız.

OTOANALİZÖRLER

10.2. BİYOKİMYA CİHAZLARININ MONTAJI

Biyokimya cihazlarının montajının doğru şekilde yapılması, cihazın doğru çalışması ve güvenilir sonuçlar vermesi açısından kritik bir öneme sahiptir. Kurulumun yapılacağı ortamın şartlarını düzenlemek ve cihazın aksesuarlarını doğru şekilde yerleştirmek cihazdan verimli şekilde yararlanmanın ön koşuludur.

10.2.1. Biyokimya Cihazının Aksesuarları

Biyokimya analiz cihazlarını etkin ve doğru bir şekilde çalıştırabilmek için çeşitli aksesuarlar gerekmektedir. Bu aksesuarlar, analizlerin doğruluğunu sağlar ve cihaz performansını artırır. Biyokimya cihazlarında yaygın olarak kullanılan aksesuarlar Şema 10.3'te verilmiştir.



Şema 10.3: Biyokimya cihazlarında yaygın olarak kullanılan aksesuarlar

10.2.2. Biyokimya Cihazının Kurulacağı Ortamın Özellikleri

Biyokimya otoanalizör cihazının kurulacağı ortamın fiziksel özellikleri, cihazın doğru ve verimli bir şekilde çalışabilmesinde önemli bir etkiye sahiptir. Hassas analizlerin gerçekleştiği bir cihaz olması nedeniyle çevresel faktörler, çalışma alanı, elektrik ve su kaynakları gibi unsurların belirli standartlarda olması gerekmektedir. Genel olarak bir biyokimya cihazının kurulacağı ortam, şu fiziksel özelliklere sahip olmalıdır.

Sıcaklık ve Nem: Aşırı sıcak, soğuk veya nemli ortamlar cihaz performansını olumsuz şekilde etkiler. Cihazın ideal bir şekilde çalışması için gerekli sıcaklık 20-25°C iken nem oranı ise genellikle %40 ile %60 arasında olmalıdır. Cihazların yoğun olarak kullanıldığı ortamlarda klima kullanımı büyük önem taşır.

Havalandırma: Biyokimya otoanalizörleri yoğun şekilde çalışan cihazlar oldukları için cihazdaki ısı artışı önemli bir sorun hâline gelebilir. Yetersiz havalandırma cihazın aşırı ısınmasına ve performansının düşmesine neden olacağı için cihazın bulunduğu ortam, uygun şekilde havalandırılmalıdır. Ayrıca cihazın bulunduğu ortamda toz, kimyasal buharlar ve/veya diğer partiküller olmamalıdır. Bu tür bileşenler cihazın iç mekanik aksamına zarar verebilir ve analiz sonuçlarını olumsuz etkileyebilir.

Alan ve Yerleşim: Cihazın doğru havalandırılması, soğutulması, cihaza gerekli bileşenlerin yüklenmesi ve cihazla rahat çalışabilmesi için cihazın etrafında yeteri kadar boş alan bırakılmalıdır. Cihaz sağlam, düz ve titreşimsiz bir yüzeye yerleştirilmelidir. Aksi durumda özellikle optik ölçümler ve hassas mekanik bileşenler olumsuz şekilde etkilenebilir ve yanlış sonuçlar elde edilebilir.

Elektrik Kaynağı: Cihaz beslemesi güvenilir ve sabit bir elektrik kaynağı tarafından yapılmalıdır. Cihazların genellikle 220V/50Hz şebeke gerilimiyle çalıştığı unutulmamalıdır. Cihazın ve kullanıcının güvenliğini sağlamak, bununla birlikte doğru sonuçlar elde etmek için mutlaka topraklama yapılan hatlardan cihaz beslemesi yapılmalıdır. Cihaz için en doğru besleme kaynağı kesintisiz, kararlı ve güvenli güç kaynakları olan UPS'lerdir. Üretici firma tarafından aksi belirtilmediği sürece (özellikle yüksek kapasiteli cihazlar) mutlaka UPS üzerinden beslenmelidir.

Su Kaynağı: Cihazın analiz ve temizleme işlemleri için saf suya (deiyonize) ihtiyaç vardır. Cihazın su temini ya bir depodan ya da deiyonize su sistemlerine bağlanarak sürekli olarak sağlanmalıdır.

Aydınlatma: Cihazın bulunduğu ortam, gerekli işlemlerin yapılabilmesi için yeterli şekilde aydınlatılmalıdır. Cihaz doğrudan gün ışığına maruz kalmamalıdır. Gün ışığının özellikle optik ölçümleri olumsuz etkilediği unutulmamalıdır.

Atık Yönetimi: Cihazın sıvı ve katı atıkları için uygun bir atık yönetim sistemi kurulmalıdır. Cihazda meydana gelebilecek kontaminasyonlar hem analiz sonuçlarını hem de kullanıcı sağlığını olumsuz etkiler. Cihazda katı atıklar (pipet uçları, reaktif kapları, kitler vb.) için uygun katı atık hazneleri bulunmalıdır. Bu atıklar düzenli şekilde biyogüvenlik standartlarına uygun olarak bertaraf edilmelidir.

Gürültü: Cihazın çalıştığı ortam mümkün olduğunca sessiz olmalıdır.

Güvenlik Önlemleri: Cihazın bulunduğu ortam yanıcı, patlayıcı vb. özelliklere sahip zararlı maddelerden ve kimyasal gazlardan arındırılmalıdır.

10.2.3. Biyokimya Cihazının Montajı

Montaj işlemi, cihazın marka ve modeline göre değişiklik gösterebilir. Öncelikle montaj işlemi için cihaz kılavuzunda belirtilen hususlar dikkate alınmalı ve belirtilen adımlar uygulanmalıdır. Genel olarak bir biyokimya cihazının montajı şu şekilde yapılmalıdır:

- Montaj işleminden önce kurulumun yapılacağı ortam hazırlanmalıdır.

OTOANALİZÖRLER

- Cihaz ve aksesuarlarının tam, sağlam ve temiz olduğundan emin olunmalıdır.
- Cihaz uygun ortama yerleştirilmeli, elektrik, su ve atık sistemi bağlantıları yapılmalıdır.
- Aksesuarların montajı özellikle cihaz kılavuzunda belirtilen hususlar dikkate alınarak yapılmalıdır.
- Kalibrasyon solüsyonları, varsa kitler, reaktif kartuş ve şişeleri ilgili yerlerine doğru bir şekilde ilgili yerlerine doğru şekilde yerleştirilmelidir.
- Numune tüpleri hazırlanmalı ve montaj işlemi tamamlandıktan sonra (barkod etiketi, barkod okuyucu tarafından rahatlıkla okunabilecek şekilde) cihaza yüklenmelidir.
- Pipet uçları, pipet robot koluna dikkatli bir şekilde takılmadır. Pipet uçları oldukça hassas ve kırılabilir bileşenlerdir. Pipet ucu, pipet (prop) robot kolu (demontedir) üzerindeki yerine yerleştirildikten sonra şırıngadan gelen hortumların ve sensörlerin (seviye algılama, çarpma vb.) ilgili konnektörlere bağlantıları yapılmalıdır (Görsel 10.17). Ardından pipetin pozisyon ayarı yapılmalıdır. Cihazda bulunan tüm pipetler için aynı işlemler tekrarlanmalıdır.



Görsel 10.17: Montajı yapılan pipet ve bileşenleri

- Cihazdan atıkların uzaklaştırılabilmesi için uygun şekilde sıvı atık tankları bağlanmalı ve katı atık haznelere yerleştirilmelidir.
- Yıkama solüsyonları, cihaz kılavuzunda belirtilen yerlerine uygun şekilde yerleştirilmelidir.
- Cihazın filtre montajları yapılarak su ve reaktif akışını düzenleyen filtreler ilgili yerlere takılmalıdır. Gaz akışı olan bir cihaz sistemiye gaz filtreleri de mutlaka takılmalıdır.
- Cihazın analiz ve kontrol birim bağlantıları yapılmalıdır. Bazı cihazlarda kontrol birimi analiz ünitesinde yer alırken bazı cihazlarda da harici bir PC ile kontrol işlemleri gerçekleştirilir.
- Cihazın monitör, fare, klavye ve kontrol birimi bağlantıları yapılmalıdır.
- Cihazla birlikte gelen yazılımın yüklemesi yapılmalı ve diğer bağlantılar (USB, ethernet laboratuvar bilgi sistemi vb.) yapılmalıdır.
- Montajı tamamlanan cihaz kalibrasyondan geçirilmelidir. Her parametre için uygun kalibrasyon solüsyonları kullanılarak cihazın ölçüm doğruluğu ayarlanmalıdır.
- Kalibrasyondan sonra kontrol çözeltileri ile cihaz doğruluğu test edilmelidir.
- Deneme amaçlı analizler yapılmalıdır.

10.3. BİYOKİMYA CİHAZLARINDA BESLEME ÜNİTESİ

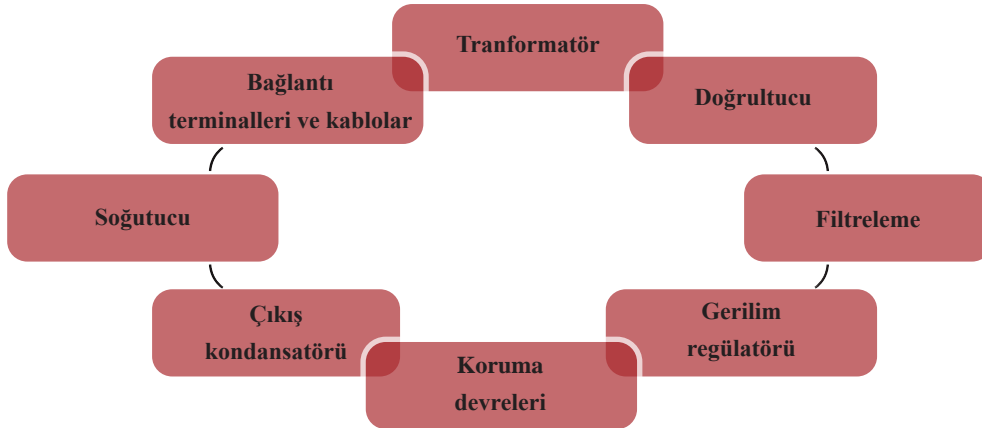
Biyokimya cihazlarında besleme ünitesi, cihazın doğru ve kesintisiz çalışması için gerekli olan elektrik enerjisini sağlayan önemli bileşenlerden biridir. Bu üniteyle her bir cihaz bileşeni (elektronik aksamlar, pompalar, motorlar, optik sensörler vb.) için gerekli olan elektrik gücü sağlanır. Cihaz besleme üniteleri, cihazın güvenilir ve kararlı bir şekilde çalışmasını sağlamak için voltaj düzenlemesi, güç yönetimi ve güvenlik sistemlerine sahiptir. Biyokimya cihazının besleme ünitesinin başlıca görevleri Şema 10.4'te verilmiştir.



Şema 10.4: Biyokimya besleme ünitesinin başlıca görevleri

10.3.1. Besleme Kartında Bulunan Birimler

Biyokimya cihazlarının besleme kartı, cihazdaki her bir birimin düzgün çalışması için gerekli olan voltaj ve akımı sağlar. Besleme kartı, şebekeden alınan elektrik akımını düzenleyen, filtreleyen ve cihazın çeşitli bölümlerine dağıtan birçok bileşeni içerir. Bir biyokimya cihazı besleme kartında bulunan temel birimler Şema 10.5'teki gibidir.



Şema 10.5: Biyokimya cihazı besleme kartındaki temel birimler

OTOANALİZÖRLER

Şebekeden ya da kesintisiz güç kaynağından alınan enerji, transformatör yardımıyla gerekli voltaja düşürülür. Ardından doğrultucuyla AC voltaj, DC voltaja çevrilir. DC gerilim üzerindeki dalgalanmalar filtre kondansatörleri yardımıyla düzeltilerek kararlı bir voltaj elde edilir. Ardından gerilim regülatörü yardımıyla sabit bir voltaj elde edilir. Regülatörden çıkan voltajdaki son dalgalanmalar (kalan ripple'lar) çıkış kondansatörü tarafından düzeltilerek daha stabil bir çıkış elde edilir. Bağlantı terminal ve kabloları ile besleme kartından çıkan sabit voltaj değerleri cihazın ilgili devrelerine dağıtılır. Koruma devreleri (sigorta vb.) cihazı kısa devre, aşırı akım ve voltaj gibi istenmeyen durumlara karşı korur. Güç transistörleri ve gerilim regülatörleri gibi devre bileşenlerinde meydana gelen aşırı ısınma nedeniyle performans kaybı veya daha ciddi hasarlar oluşabilir. Bu nedenle yüksek güç bileşenlerinin etrafında soğutucular kullanılır. Bununla birlikte besleme kartının güç durumunu takip edebilmek için led göstergeler kullanılır.

10.4. BİYOKİMYA CİHAZLARININ ELEKTRONİK KONTROL KARTI

Biyokimya cihazlarında kontrol kartları, cihazın doğru ve güvenilir sonuçlar vermesi için kritik bir öneme sahiptir. Biyokimya cihazında bulunan kontrol kartlarıyla cihazın elektronik bileşenleri yönetilir, veri işleme sağlanır ve genel işleyiş düzenlenir (Görsel 10.18). Biyokimya otoanalizörlerinin her biri, test süreçlerinin hassas ve doğru bir şekilde yürütülmesi için karmaşık kontrol kartları ile donatılmıştır. Kontrol kartları; cihazın marka ve modeline, işlevine ve ihtiyaçlara bağlı olarak değişiklik gösterebilir. Genel olarak biyokimya cihazlarında bulunan önemli kontrol kartları şunlardır:



Görsel 10.18: Biyokimya cihazında bulunan bazı kontrol kartları

Ana Kontrol Kartı: Cihaz veri işlemcilerinin bulunduğu ve tüm işlevlerinin yönetildiği karttır. Test ve analiz işlemlerini yürütür ve kullanıcı arayüzüne verilerin aktarılmasını sağlar. Cihaz yazılımı bu kart üzerinden çalışır.

Sıvı Yönetim Kartı: Numune, reaktif ve atıkların doğru zamanda ve hacimde taşınmasını sağlayan karttır. Sıvıların hacmini ve basıncını sensörlerle ölçer ve yönetir.

Optik Sensör Kartı: Test işlemleri sırasında gerçekleşen kimyasal reaksiyonların optik analizini gerçekleştirir. Fotometrik verilerin toplanmasını sağlar.

Sıcaklık Kontrol Kartı: Sıcaklık sensörleri ve kontrol devreleriyle reaksiyonların doğru sıcaklık aralığında gerçekleşmesini sağlar.

Motor ve Pompa Kontrol Kartı: Pipetleme, numune ve reaktif alımını gerçekleştirir. Pipetlenen sıvıların taşınması gibi işlemleri gerçekleştiren mekanik bileşenlerin kontrolünü sağlar.

Barkod Okuyucu Kartı: Cihaz üzerinde bulunan barkod okuyucuyu çalıştıran elektronik devredir. Barkod okuyucu sayesinde numune tüpleri, reaktifler ve test kitlerinin kimlikleri cihaza tanıtılır.

Pıhtı Dedektör Kartı: Prob tarafından numune içinde pıhtı olup olmadığını tespit eden elektronik kontrol kartıdır.

ISE Kontrol Kartı: ISE biriminin kontrolü genellikle ayrı bir kontrol kartı olan ISE ile yapılır. ISE modülünde gerçekleştirilen elektrolit analizlerinde ortaya çıkan elektrokimyasal sinyalleri (pH, Na⁺, K⁺, Cl⁻ gibi iyonların seviye tespiti) işlemekle görevlidir.

Besleme Kartı: Cihazın farklı modülleri için gerekli olan voltajı sağlar ve enerji yönetimini gerçekleştirir.

İletişim Kartı: Harici cihaz ve sistemlerle iletişimi sağlayan karttır.



BİLGİ NOTU

Cihazlarda kullanılan kartlar, cihazın marka ve modeline göre farklılık gösterebilir. Cihazda farklı amaçlarla yerleştirilmiş irili ufaklı pek çok elektronik kart bulunabilir. Kontrol kartları cihazın işlevlerine bağlı olarak özelleştirilebilir ve farklı isimlerle anılabilir. Ayrıca bazı kontrol kartları birden fazla işlevi üstlenebilen kompleks kart yapısına sahip olabilirken bazılarında da her bir işlem için özel, tek bir göreve odaklanan kartlar kullanılabilir. Kart ve diğer kullanım özellikleri için cihazla birlikte gelen kullanım kılavuzu esas alınmalıdır.

10.5. BİYOKİMYA CİHAZLARINDA MOTOR

Elektrik motorları, biyokimya cihazları ve diğer otoanalizörlerde hareket sisteminin temel elemanıdır. Bu motorlar, cihaz içindeki mekanik süreçlerin sağlıklı bir şekilde gerçekleştirilmesini sağlar. Motorların doğru çalışması, cihaz için hayati bir öneme sahip olup analizlerin hassasiyetini ve doğruluğunu doğrudan etkiler. Bu motorlar; örneklerin işlenmesi, reaktiflerin karıştırılması, numunelerin taşınması ve analiz işlemlerinin gerçekleşmesi için gerekli olan hareket enerjisini sağlar. Cihazda bulunan proplar, numune sistemleri, reaktif ve reaksiyon tepsileri, şırıngalar, pompalar ve fanlar motorlar tarafından sürülür.

OTOANALİZÖRLER

Otoanalizörlerde temel mekanizmaların hareket ettirilmesinde step motorlar kullanılır. Biyokimya cihazlarında kullanılan step (adım) motorlar, hassas hareket kontrolünde önemli bir işlev üstlenirler. Step motorlarla birlikte DC motor, servo motor ve sınırlı bir kullanım alanına sahip AC motorlar da kullanılır. AC motorlar otoanalizörlerde genellikle soğutma fanları gibi aşırı hassasiyet gerektirmeyen alanlarda kullanılır. Bu motorların kontrol edilmesi için ek bir sürücü devresi veya elektronik kontrol ünitesi gerekmektedir. Bu motorların kontrol edilmesi için ek bir sürücü devresi veya elektronik kontrol ünitesi gerekmektedir. Biyokimya cihazlarında sıklıkla kullanılan motor tipleri, kullanım alanları ve görevleri Tablo 10.2’de verilmiştir.

Tablo 10.2: Biyokimya Cihazlarında Kullanılan Motor Tipleri, Kullanım Alanları ve Görevleri

Motor Tipi	Kullanım Alanı/Birimi	Görevleri
Step Motor	Numune, reaktif ve reaksiyon tepsileri, diğer numune sistemleri, pipetleme mekanizması, şırınga ve peristaltik pompa, fotometri filtre tekeri vb.	<ul style="list-style-type: none"> Numune ve reaktiflerin doğru pozisyonda yerleştirilmesi için hassas hareket sağlar. Tepsilerin dairesel hareketini sağlar. Propların yatay ve dikey hareketini sağlar. Şırınga ve peristaltik pompaların çalışmasında kullanılır. Fotometride, her bir test için uygun dalga boyunun seçilmesi için filtre tekerinin doğru şekilde dönmesini sağlar.
DC Motor	Sıvı transfer pompaları, yıkama ve temizlik sistemleri, vakum pompa sistemleri	<ul style="list-style-type: none"> Reaktiflerin ve numunelerin akışını sağlar. Yıkama ve temizlik sistemleri pompalarında ve vakum sistemlerinde kullanılır.
Servo Motor	Pipetleme ve dozajlama sistemleri	<ul style="list-style-type: none"> Hassas sıvı dozajlaması ve pipetleme işlemlerinde yüksek hassasiyet ve geri bildirim sağlar.
AC Motor	Soğutma sistemleri (fanlar)	<ul style="list-style-type: none"> Cihazın sıcaklık kontrolü için soğutulmasında kullanılır.
Step veya DC Motor	Mikser motoru	<ul style="list-style-type: none"> Reaksiyon küvetinde bulunan sıvıların homojen bir şekilde karıştırılmasını sağlar.



BİLGİ NOTU

Biyokimya cihazlarında kullanılan motor tipi ve bu motorların kullanım alanı, cihazların ihtiyaçlarına göre optimize edilir.

**ARAŞTIRINIZ**

Biyokimya cihazlarındaki optik sensörlerin motor kontrolünde kullanımını araştırınız. Başlangıç ve referans sensörlerinin (özellikle cihaz çalışmaya başladığında) gerçekleştirdiği ilklendirme (homing) işlemindeki kullanımı hakkında edindiğiniz bilgileri aşağıda boş bırakılan alana yazınız.

10.6. BİYOKİMYA CİHAZLARINDA BAKIM VE FONKSİYON TESTİ

Biyokimya cihazlarında uygun şekilde yapılan bakım işlemleri ve fonksiyon testleri, cihazın doğruluğunu ve güvenilirliğini sağlamak açısından kritik bir öneme sahiptir. Düzenli bir şekilde yapılan bakım işlemleri, cihazın iç bileşenlerinin temizlenmesi, sıvı yollarının kontrolü ve optik sistemlerin kalibrasyonu gibi birçok adım içerir. Bu işlemler sayesinde olası çapraz kontaminasyonların önüne geçilir ve cihazın kullanım ömrü uzar. Fonksiyon testleri ise cihazın doğru ve tutarlı sonuçlar ürettiğini teyit eder ve olası arızaların erken tespit edilmesini sağlar.

Bakım işlemleri ve fonksiyon testleri ihmal edilirse cihazın hatalı sonuçlar üretmesi, aniden durması veya maliyetli arızalar vermesi kaçınılmazdır. Özellikle hatalı sonuçların elde edilmesi ve cihazın aktif çalışmaması gibi durumlarda hasta sağlığı olumsuz etkilenebilir. Bu ve bunun gibi nedenlerle bakım ve fonksiyon testleri alanında uzman kişiler tarafından doğru ve düzenli bir şekilde yapılmalıdır.

10.6.1. Biyokimya Cihazlarında Bakım Faaliyetleri

Biyokimya cihazlarında bakım faaliyetleri, cihazın doğru çalışması ve uzun ömürlü olması için büyük öneme sahiptir. Bakım işlemlerinde öncelikli işlem, cihaz kılavuzlarında belirtilen bakım adımlarının incelenmesidir. Cihaza dair tüm işlemlerde bu kılavuz esas alınmalıdır. Cihazın bakım sürecinde üretici talimatlarına uygun hareket etmek ve düzenli kayıt tutmak oldukça faydalıdır.

OTOANALİZÖRLER

Biyokimya cihazlarının bakımı, cihazın performansını korumak amacıyla çeşitli düzeylerde gerçekleştirilir. Bakım prosedürleri genellikle periyodik bakım, gerektiğinde yapılan bakım ve kullanım sayısına bağlı bakım olarak üçe ayrılır (Şema 10.6).

Periyodik Bakım	Günlük/haftalık/aylık/yıllık gibi düzenli aralıklarla yapılır.
Gerektiğinde Bakım	Cihazda bir sorun ya da arıza tespit edildiğinde yapılır.
Kullanım Sayısına Bağlı Bakım	Cihaz belirli bir test sayısına (20.000-100.000) ulaştıktan sonra yapılır.

Şema 10.6: Biyokimya cihazlarında temel bakım prosedürleri



BİLGİ NOTU

Biyokimya cihazlarında bakım işlemleri, cihazdan cihaza farklılık gösterebilir. Örneğin bir cihazda günlük/haftalık/aylık bakım prosedürü varken başka bir cihazda daha detaylı (günlük/haftalık/iki haftalık/aylık/üç aylık) bakım prosedürü olabilir. Bununla birlikte kullanım sayısına bağlı bakım sayısında belirtilen rakamlar değişkenlik gösterebilir. Her cihaz bakımının kendine özgü olduğu ve cihaza ait bakım talimatlarına harfiyen uyulması gerektiği unutulmamalıdır.



SIRA SİZDE

Piyasada sıklıkla kullanılan bir biyokimya cihazını belirleyiniz. Bu cihaza ait teknik dokümanları ve cihazın bakım çizelgelerini inceleyiniz. Ulaştığımız verilerden hareketle aşağıdaki tabloda yer alan boşlukları örnekteki gibi doldurunuz.

Periyodik Bakım	<ul style="list-style-type: none"> • Altı ayda bir cihazın hava ve sıvı filtreleri değiştirilir. • •
Gerektiğinde Bakım	<ul style="list-style-type: none"> • Numune probu tıkanırsa prob temizlenir ve gerekliyse değiştirilir. • •
Kullanım Sayısına Bağlı Bakım	<ul style="list-style-type: none"> • • •

Periyodik bakımlar biyokimya cihazlarında gerçekleştirilen bakım işlemlerinin büyük bir kısmını oluşturan önemli bakım işlemlerindedir. Bir biyokimya cihazı bakım işlemleri genel olarak şu şekildedir:

Günlük Bakım: Cihazın görsel muayenesi, temizliği, reaktif kontrolü yapılır.

- Cihazın genel durumu gözden geçirilir. Herhangi bir anormal ses, akıntı, koku vb. istenmeyen durumların olup olmadığı kontrol edilir, gerekirse müdahale edilir.
- Cihazın dış yüzeyi yumuşak ve nemli bir bezle silinir. Numune ve reaktif bölümleri temizlenir. Çapraz kontaminasyonları önlemek amacıyla numune ve reaktif pipet uçları günlük olarak temizlenir. Bu bölümlerde biriken kalıntılar, cihazın performansını olumsuz şekilde etkiler.
- Yıkama çözeltileri ve distile su tanklarının seviyeleri kontrol edilir. Bu sıvıları taşıyan hortumların kontrolü yapılır. Atık haznelerinin boşaltıldığından emin olunur.
- Cihazın yeterli ve doğru reaktifle yüklü olduğundan emin olunur. Kullanılan reaktiflerin son kullanma tarihinin geçmemiş olmasına dikkat edilir.

Haftalık Bakım: Genel olarak yıkama ünitesi, sıvı transfer ve depolama sistemlerinin bakımı yapılır.

- Numune ve reaktif pipetleri derinlemesine temizlenir (Bu işlemler genellikle otomatik olarak cihaz yıkama ve temizleme programlarıyla yürütülür.).
- Mikser çubuklarının ve karıştırma haznelerinin (reaksiyon küvetleri) temizliği yapılır.
- Yıkama haznelerinin (kuyularının) temizliği yapılır.
- Sıvı transfer sisteminin temizliği yapılır.
- Yıkama solüsyonlarının depolandığı bidonlar temizlenir. Bu işlemde bidon tamamen boşaltılır, yıkama solüsyonlarıyla temizlenir. Ardından birkaç kez saf su ile durulanır.

Aylık Bakım: Genel olarak optik sistem ile pipetleme hatlarının detaylı temizliği ve cihazın kalibrasyon işlemi yapılır.

- Yıkama ünitelerinin kuyularının temizliği yapılır. Yıkama sistemi hortumları, bağlantı noktaları vb. kontrol edilir. Sistemin düzgün çalışıp çalışmadığı test edilir.
- Pipetleme sisteminin temizliği, kontrolü ve kalibrasyonu yapılır.
- Deiyonize su tankının ve içindeki filtrelerin temizliği yapılır.
- Optik bileşenlerin kontrolü ve temizliği yapılır.
- ISE elektrotlarının bakımı yapılır.
- Cihazın ölçüm doğruluğunu tespit etmek için kalibrasyon işlemi yapılır.

Yıllık Bakım: Cihazın servis kılavuzunda belirtilen ve yılda bir değiştirilmesi gereken parçalar değiştirilir. Cihazın hareketli bileşenlerinin yağlanması, elektrik sistemlerinin kontrolü yapılır. Cihazın genel fonksiyon testleri kılavuzda belirtildiği şekilde gerçekleştirilir.

- Cihazın tüm sistemleri kontrol edilir.
- Optik sistemin ışık kaynağı olan halojen lambanın değişimi yapılır.

OTOANALİZÖRLER

- Pipet ve mikser uçları değiştirilir.
- Hidrolik sistemde kullanılan hortumlar değiştirilir.
- Sıvı hazneleri değiştirilir.
- Cihaz içindeki tüm hareketli parçalar yağlanır.
- ISE ünitesinin bakımı yapılır. Örneğin ISE birimin iç bileşenleri ve sıvı akış sisteminin düzenli çalışıp çalışmadığı kontrol edilir ve temizliği yapılır.
- Cihazın elektrik sistemleri ve güç kaynağı kontrol edilir.
- Tüm cihaz kontrolden geçirilir ve değiştirilmesi gereken diğer parçalar değiştirilir.
- Cihaz, fonksiyon testlerinden geçirilir.
- Cihazın yıllık kalibrasyonu yapılır.



BİLGİ NOTU

Tüm bakım işlemlerinin kaydı hem cihaz üzerinde (cihazın bakım sekmesinde, bakım çizelgesi güncellenerek) hem de kâğıt üzerinde yapılmalıdır.

10.6.2. Cihaz ve Aksesuarlarının Temizliği

Temizlik faaliyeti, bakım işlemlerinin önemli bir parçasıdır. Biyokimya otoanalizör cihazlarının temizliği ve sterilizasyonu, cihazın güvenilir sonuçlar elde etmesi ve çapraz kontaminasyonu önlemek için son derece önemlidir. Bu işlemler, cihaz üreticisi tarafından kılavuzlarda belirtilen prosedürlere göre yapılmalıdır. Genel olarak bir biyokimya cihazının temizlik ve sterilizasyonunda yapılması gerekenler şunlardır.

- 1. Genel Hazırlık:** Temizlik veya sterilizasyona başlamadan önce mutlaka cihaz kapatılmalı ve fişi çekilmelidir. Kılavuzda belirtilen ve işlem sırasında kullanılacak malzemeler hazırlanmalıdır. İşlem esnasında iş sağlığı ve güvenliği için gerekli (eldiven, gözlük vb.) önlemler alınmalıdır.
- 2. Gerekli Malzemeler:** Sağlıklı bir şekilde temizlik ve sterilizasyon işlemlerinin yapılması için çeşitli malzemelere ihtiyaç duyulur. Malzeme listesi kılavuzda belirtildiği şekilde olmalıdır. Genel olarak bir biyokimya cihazının temizlik ve sterilizasyonunda ihtiyaç duyulan malzemeler Şema 10.7'deki gibidir.



Şema 10.7: Biyokimya cihazının temizlik ve sterilizasyonunda ihtiyaç duyulan malzemeler

3. Cihaz ve Aksesuarlarının Temizliği: Biyokimya cihaz ve aksesuarlarının temizliği, doğru sonuçlar elde etme ve cihazın kullanım ömrünü uzatmada önemli bir etkiye sahiptir. Sistemde biyolojik kir ve kontaminasyon birikmesini önlemek için cihaz ve aksesuarların temizliği dikkatli bir şekilde yapılmalıdır. Her cihazın kendine özgü temizlik talimatı olduğu ve temizlik işlemlerinin cihaza ait servis el kitapçığına uygun yapılması gerektiği unutulmamalıdır. Biyokimya cihazlarına ait örnek temizlik çizelgesi Tablo 10.3'te verilmiştir.

Tablo 10.3: Biyokimya Cihazları Örnek Temizlik Çizelgesi

Temizleme Sıklığı	Temizlenen Parçalar	Temizlik Yöntemi
Günlük	Numune ve reaktif pipet uçları	Otomatik yıkama programı, saf su ya da özel temizlik solüsyonları kullanarak temizlenir.
	Cihazın dış yüzeyi, ekranı ve tuşları	Cihazın dış birimleri %70 izopropil alkol ile silinir.
Haftalık	Reaksiyon küvetleri	Özel temizleme solüsyonları kullanılarak otomatik yıkama sistemi tarafından temizlenir.
	Mikser çubukları	Otomatik yıkama sistemiyle çubuklardaki numune kalıntıları giderilir.
	Atık sistemi	Atık kapları boşaltılır ve gerekirse yıkanır.
Aylık	Su hatları ve yıkama üniteleri	Saf su ile yıkama hatlarının temizliği yapılır, gerekirse özel temizleyiciler kullanılır.
	Optik sistem	Hassas bir yapı olduğu için yalnızca gerektiğinde ve üretici talimatlarına uygun şekilde temizlenir.
Yıllık/Periyodik	Cihazın iç kanalları	Cihaz kullanım yoğunluğuna göre özel temizlik kartuşları ile temizlenir.



BİLGİ NOTU

Biyokimya cihazlarında yapılan temizlik işlemi; cihazın markasına, modeline ve kullanım amacına göre değişiklik gösterir. Gelişmiş özelliklere sahip yeni nesil biyokimya cihazları, kullanım kolaylığını artırmak ve insan hatalarını en aza indirmek amacıyla otomatik temizleme sistemleri ile donatılmıştır. Daha eski ya da daha küçük kapasiteli biyokimya cihazlarında bu özellik bulunmayabilir. Bu cihazlarda temizlik işlemleri manuel olarak gerçekleştirilir.

OTOANALİZÖRLER

10.6.3. Biyokimya Cihazı Fonksiyon Testleri

Biyokimya cihazı fonksiyon testleri, cihazın tüm bileşenlerinin düzgün bir şekilde çalışıp çalışmadığını belirlemek için yapılan bir dizi testten oluşur. Bu testler; cihaz performansını değerlendirmek, olası hataları tespit etmek ve analiz sonuçlarının doğruluğunu saptamak için çok önemlidir. Biyokimya cihazlarında yapılan fonksiyon testleri cihazdan cihaza farklılık gösterebilir. Yapılacak testlerin isimleri, kullanılan protokoller ya da detaylar cihazın marka ve modeline bağlı olarak değişse de bu testlerin temel amacı genellikle aynıdır. Örnek bir biyokimya cihazında gerçekleştirilen fonksiyon testleri aşağıdaki gibidir:

- 1. Prob Hareketi ve Sıvı Dağıtım Testleri:** Prop hareketleri, bu hareketlerin çeşitli eksenlerdeki doğruluğu ve propların istenilen hacimlerde sıvı dağıtımını yapması kontrol edilir (Görsel 10.19). Propların reaksiyon kuvvetleri ve yıkama kuyuları üzerindeki konumlanmaları test edilir.



Görsel 10.19: Prop hareketinin test edilmesi

- 2. Sıvı Akış Yolu Testleri:** Propların yıkama işlemlerinin doğru yapılıp yapılmadığı ve sıvı hatları üzerinde herhangi bir kontaminasyonun olup olmadığı test edilir.
- 3. Sıcaklık Kontrol Testleri:** Reaksiyon kuvvetlerindeki sıcaklık kararlılığının test edilmesidir. Bu kuvvetlerde genellikle sıcaklığın (37°C) sabit tutulması amaçlanır. Bu testle reaktif ön ısıtma sistemi de kontrol edilir.
- 4. Optik Testler:** Fotometrik sistemin doğruluğunun test edilmesidir. Bu testlerle belirtilen dalga boylarında doğru absorbans ölçümlerinin alınabilmesi amaçlanır. Testler sayesinde, her bir dalga boyundaki sinyal kazancı kontrol edilir ve ölçümlerde tutarlılık sağlamak için gerekli ayarlamalar yapılır.
- 5. Mikser Çubuğu Testi:** Karıştırıcı çubukların doğru bir şekilde çalışıp çalışmadığı, hava karcığı veya kontaminasyona neden olup olmadığı test edilir.

6. Kalibrasyon ve Kalite Kontrol Testleri: Kalite kontrol standartlarına uygun kalibrasyon protokollerini (tek noktalı ya da çok noktalı) doğrulamak için bilinen konsantrasyonlarda örnek veya kalibratörler kullanarak testler gerçekleştirilir.

Tüm fonksiyon testlerinden elde edilen veriler analiz edilmeli ve sonuçlar, düzenli olarak kayıt altına alınmalıdır. Herhangi bir hata durumunda gerekli birimler kontrol edilmeli, temizlenmeli, kalibre edilmeli ve gerekiyorsa teknik işlemlerden geçirilmelidir. Fonksiyon testleri düzenli bakım işlemleri sırasında, özellikle temizlik ve kalibrasyon işlemlerinden sonra yapılmalıdır.



ARAŞTIRINIZ

Biyokimya cihazlarında gerçekleştirilen kalite kontrol testlerini, bu testlerin hangi durumlarda ve ne sıklıkta yapıldığını araştırınız. Araştırma sonuçlarınızı aşağıda boş bırakılan bölüme yazınız.

10.7. BİYOKİMYA CİHAZLARINDA KALİBRASYON

Biyokimya cihazlarında gerçekleştirilen kalibrasyon işlemi cihazın doğru ve güvenilir sonuçlar verip vermediğinin kontrolü için yapılır. Cihaz, kalibrasyon sırasında doğru ölçümler yapmadığını tespit ederse otomatik olarak kendisini yeniden ayarlar. Bu cihazlarda yapılan kalibrasyon işlemi aynı zamanda bir ayarlama işlemidir.

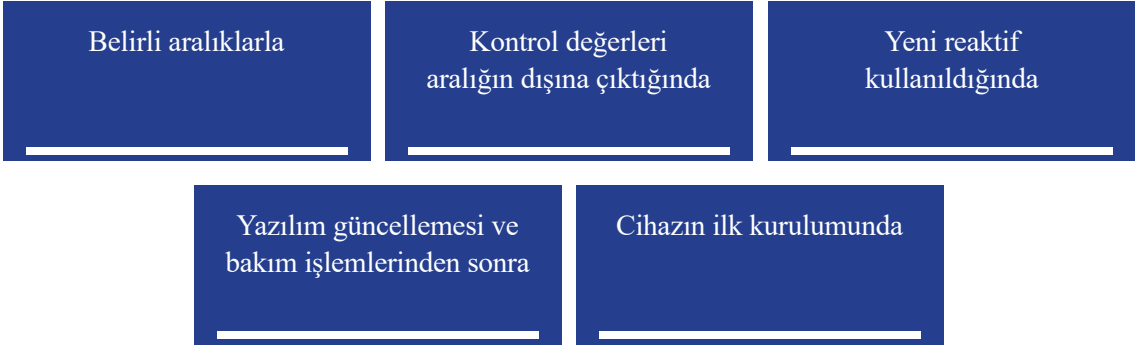
Biyokimya cihazlarında yapılan kalibrasyon işleminde cihaz, referans çözelti üzerinden ölçüm alır ve bu ölçüm, referans çözeltinin bilinen değeriyle karşılaştırılır. Kalibrasyon için kullanılan bu referans çözeltiler, belirli bir analit konsantrasyonuna sahip olmalı bununla birlikte uluslararası standartlarla izlenebilir durumda olmalıdır. Kalibrasyon işlemi sırasında cihaz, kullanılan referans çözeltilerin absorbans değerini ölçer, daha sonra bilinen konsantrasyon değerleriyle karşılaştırır ve gerekirse ölçüm sistemini ayarlar. Bu kıyaslamayla kalibrasyon faktörü olarak bilinen **K değeri** gibi kalibrasyon katsayıları hesaplanır. **K katsayısı**, cihazın ölçtüğü ham değeri (örnek üzerinden alınan absorbans değeri) doğru analit konsantrasyonuna çevirmede kullanılır. Biyokimya cihazlarında genellikle tek noktalı ve çok noktalı kalibrasyon türleri kullanılır.

1. Tek Noktalı Kalibrasyon: Kalibrasyonda tek bir referans çözeltisi kullanılır. Cihazın doğruluğu bir noktada kontrol edilir. Genellikle belirli bir analit veya daha basit testler için kullanılır.

OTOANALİZÖRLER

2. Çok Noktalı Kalibrasyon: Farklı konsantrasyonlara sahip birden fazla referans çözelti kullanılarak yapılan kalibrasyon türüdür. Bu yöntem cihaz doğruluğunun artırılmasını ve daha geniş bir ölçüm aralığının hassas bir şekilde doğrulanmasını gerektiren durumlar için kullanılır.

Kalibrasyon işlemi; doğruluk, hassasiyet, doğrusalılık ve sapma gibi belirli parametreler kullanılarak yapılır. Bu parametrelerle cihazın doğru ölçümler yapması hedeflenir. Yapılan kalibrasyon işlemleriyle cihazın; doğru sonuçlar üretmesi, ölçüm hassasiyeti, yasal uygunluğu (belirli kalite standartlarına göre) ve performansı garanti altına alınmış olur. Biyokimya cihazlarında kalibrasyon işlemleri belirli durumlarda gerçekleştirilir. Bu durumlar Şema 10.8'deki gibidir.



Şema 10.8: Kalibrasyon işlemi gerektiren durumlar

Biyokimya cihazlarında gerçekleştirilen kalibrasyon işlemi, cihazın kullandığı analiz yöntemine ve test türüne göre değişir. Ancak genel olarak kalibrasyon işlemi için aşağıdaki işlem adımları izlenir (Şema 10.9).



Şema 10.9: Biyokimya cihazlarının genel kalibrasyon adımları

1. Kalibrasyon Menüüne Giriş: Cihazın arayüzünde yer alan kalibrasyon menüsüne girilir. Bu menüde kalibrasyon ayarları bulunur. Yeni kalibrasyonun ayarları yapılır ya da mevcut ayarlar gözden geçirilir.

2. **Kalibrasyon Çözelti Bilgilerinin Cihaza Kaydedilmesi:** Kalibratör bilgileri olan ad, ID numarası, lot numarası, konsantrasyon bilgisi, son kullanma tarihi vb. bilgiler cihaza kaydedilir. Daha önce kaydedilen bilgilerin güncelliği ve kalibratörün son kullanma tarihi kontrol edilir.
3. **Kalibrasyon Çözeltilerinin Hazırlanması:** Cihazın analiz ettiği biyokimyasal parametrelerin kalibrasyonu için bu parametrelere ait kalibratörler (referans çözeltileri) hazırlanır. Bu referans çözeltiler, konsantrasyonu bilinen ve ölçülmesi istenen parametre çözeltileridir. Kullanılan referans çözeltilerin, son kullanım tarihinin geçmediğinden emin olunmalıdır. Kalibrasyon çözeltileri hazırlanırken cihaz kılavuzuna ve kalibratör kutuları üzerindeki bilgilere mutlaka dikkat edilmeli ve yönergelere uyulmalıdır.
4. **Çözeltilerin Cihaz Tarafından Belirlenen Konumlara Yerleştirilmesi:** Cihazın kalibrasyon menüsüne girilerek alt ayarlardan kullanılacak kalibratörlerin yerleştirileceği pozisyonlar seçilir. Bu pozisyonlara tek tek kalibratörler yerleştirilir (Görsel 10.20).



Görsel 10.20: Kalibrasyon çözeltilerinin yerleştirilmesi

5. **Kalibrasyon İşleminin Başlatılması:** Kalibrasyon işlemi başlatıldığında cihaz kalibrasyon çözeltilerinden ölçümler alır ve her bir çözeltinin absorbans değerini hesaplar. Cihaz bu ölçümleri, bilinen kalibratör konsantrasyonları ile kıyaslayarak **K faktörünü** (kalibrasyon katsayısını) hesaplar.
6. **Sonuçların Onaylanması:** Kalibrasyon süreci tamamlandığında elde edilen veriler cihazın ekranına yansıtılır. Kalibrasyon sonuçları cihaza ait renk kodlamasıyla da kullanıcıya bildirilir.

Her bir kalibrasyon işlemine ait sonuç raporları saklanmalıdır. Kalibrasyon işlemi tamamlandıktan sonra, kalite kontrol testleri gerçekleştirilmelidir. Bu testler cihazın kalibrasyon işleminin başarılı olup olmadığını test etme, cihazın doğru ve güvenilir sonuçlar verdiğini doğrulamak için kullanılır.

OTOANALİZÖRLER



BİLGİ NOTU

Cihazda yapılan kalibrasyon işlemleri için yardımcı madde olarak deiyonize su ve serum fizyolojik (bazı kalibrasyonlarda) çözeltileri kullanılabilir. Fakat bu sıvıların doğrudan kalibratör olmadığı unutulmamalıdır.



ARAŞTIRINIZ

Biyokimya cihazlarında temel olarak kullanılan kalibratör çeşitleri aşağıdaki tabloda verilmiştir. Bu kalibratör çeşitlerini araştırınız ve edindiğiniz bilgileri örnekte verildiği gibi karşılarında bulunan boş alanlara yazınız.

**Çoklu Kalibratörler
(Multi-Standard
Calibrators)**

Bu kalibratörler birden fazla biyokimyasal parametreyi aynı anda kalibre etmek için kullanılır.

**Sistem
Kalibratörleri
(System
Calibrators)**

**ISE Kalibratörleri
(Ion Selective
Electrode
Calibrators)**

A) Aşağıdaki cümlelerde geçen yargılar doğru ise parantez içine “D” yanlış ise “Y” yazınız.

- (....) 1. Tüm otoanalizör çeşitlerinde numune ünitesi tepsi şeklindedir.
- (....) 2. Bir biyokimya cihazında yapılacak bütün pipetleme (pipetaj) işlemleri sadece bir pipet ile yapılır.
- (....) 3. Fonksiyon testi, cihazın tüm bileşenlerinin düzgün bir şekilde çalışıp çalışmadığını kontrol etmek için yapılan bir dizi işlemi kapsar.
- (....) 4. Biyokimya cihazlarında yapılması gereken temizlik veya sterilizasyon işlemleri için cihaz kapatılır.
- (....) 5. Numune ve reaktif pipet uçlarının temizliği günlük olarak yapılmalıdır.

B) Aşağıdaki cümlelerde yer alan boşlukları uygun ifadelerle doldurunuz.

6. Klinik laboratuvarlarda yaygın olarak kullanılan biyokimyasal analizleri otomatik olarak gerçekleştirir.
7. Otoanalizörler genellikle ve kontrol olarak bilinen iki temel yapıdan oluşur.
8. Numune ya da reaksiyon tepsisine en yakın alana yerleştirilen ile yapılacak olan testin ve cihazda kullanılacak olan reaktifin tanımlaması yapılır.
9. Küçük kaplar şeklinde olan numune ve reaktiflerin belirli oranlarda karıştırıldığı birimdir.
10. Biyokimya cihazlarının birçok biriminde kullanılan hareket sisteminin temel elemanıdır.
11. Biyokimya cihazlarında bulunan ünitesi cihazın doğru ve kesintisiz çalışması için gerekli olan elektrik enerjisini sağlayan birimdir.

C) Aşağıdaki soruların doğru cevabını işaretleyiniz.

12. Aşağıdakilerden hangisi reaksiyon kuvvetinde bulunan analitin, homojen hâle getirilmesini sağlayan birimdir?
- A) İnkübatör
- B) Karıştırıcı
- C) Şırınga
- D) Pipet
- E) Yıkama ünitesi
13. Aşağıdakilerden hangisi biyokimya cihazlarında sıvıların doğru miktarda alınmasını ve iletilmesini sağlayan hassas bileşenlerdir?
- A) Atık ünitesi
- B) Halojen lamba
- C) Karıştırıcı
- D) Sıvı depolama sistemi
- E) Şırıngalar

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

14. Biyokimya cihazlarında birçok birimde step motorların tercih edilmesinin temel nedeni nedir?

- A) Bakıma gerek duymamaları
- B) Daha düşük maliyetli olmaları
- C) Dayanıklı bir yapıya sahip olmaları
- D) Sadece elektrikle çalışmaları
- E) Yüksek hassasiyetli hareket sağlamaları

15. Aşağıdakilerden hangisi biyokimya cihazlarında gerçekleştirilen günlük bakım işlemlerinden biri değildir?

- A) Temizlik işleminin yapılması
- B) Sıvı sistemlerin kontrol edilmesi
- C) Sistemin genel durumunun kontrol edilmesi
- D) Cihaz içindeki hareketli parçaların yağlanması
- E) Reaktiflerin yüklenerek cihazın hazır hâle getirilmesi

16. Aşağıdakilerden hangisi bir biyokimya cihazında gerçekleştirilen kalibrasyon işlemi sırasında gerçekleştirilen adımlardan birisi değildir?

- A) Sıvı akış yolu testlerinin gerçekleştirilmesi
- B) Referans çözeltilerin hazırlanması
- C) Referans çözelti bilgilerinin cihaza girilmesi
- D) Kalibrasyon çözeltilerinin belirli konumlara yerleştirilmesi
- E) Kalibrasyon işlemi sonucunda elde edilen verilerin onaylanması

17. Aşağıdakilerden hangisi pipetleme sistemine ait birimlerden biri değildir?

- A) Karıştırıcı çubuk
- B) Sensörler
- C) Sıvı transfer kanalı
- D) Prop ucu
- E) Prop kolu

Ç) Aşağıda verilen soruların cevabını boş bırakılan alana yazınız.

18. Biyokimya cihazının çalışması sırasında gerçekleştirilen işlem basamaklarını kısaca açıklayınız.

19. Biyokimya cihazının montajı sırasında gerçekleştirilen işlem adımlarından en az yedi tanesini sırasıyla yazınız.



20. Biyokimya cihazında bulunan kontrol kartlarından en az beş tanesini kısaca açıklayınız.



ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

21. Biyokimya cihazında uygulanması gereken fonksiyon testlerinden en az üç tanesini ve bu testlerin yapılış amacını yazınız.

22. Biyokimya cihazının yıllık bakımında yapılması gereken işlemlerden en az beş tanesini yazınız.

KAYNAKÇA

- ▶ Akbulut, Nuray (2019). Okul laboratuvarlarındaki biyolojik risklerin değerlendirilmesi ve farkındalık düzeylerinin tespiti. Yüksek Lisans Tezi. Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- ▶ Büyüktaş, Ayşe (2014). Kan kültür sonuçlarını etkileyen faktörlerin değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü.
- ▶ Johns, Warren L. (2000). Selection of Basic Laboratory Equipment for Laboratories with Limited Resources, World Health Organization, Geneva.
- ▶ Maintenance and Repair of Laboratory Equipment (1996). Hospital and Diagnostic by Image, World Health Organization, Geneva.
- ▶ Manuel for Basic Techniques for a Health Laboratory (2003). 2 nd. Edition, World Health Organization, Geneva.
- ▶ TDK, (2011). Türkçe Sözlük. Ankara: Türk Dil Kurumu Yayınları.
- ▶ TDK, (2012). Yazım Kılavuzu. Ankara: Türk Dil Kurumu Yayınları.
- ▶ Türkiye Cumhuriyeti Sağlık Bakanlığı, TİTCK (2015). Tıbbi Cihazların Test, Kontrol ve Kalibrasyonu Yönetmeliği. Resmî Gazete, 25 Haziran 2015, Sayı: 29397.
- ▶ Türkiye Cumhuriyeti Sağlık Bakanlığı, TİTCK (2021). İn Vitro Tanı Amaçlı Tıbbi Cihaz Yönetmeliği. Resmî Gazete, 2 Haziran 2021, Sayı: 31499.
- ▶ Türkiye Cumhuriyeti Sağlık Bakanlığı, Türkiye Halk Sağlığı Kurumu Başkanlığı, Mikrobiyoloji Referans Laboratuvarları Daire Başkanlığı (2014). Ulusal Mikrobiyoloji Standartları, Laboratuvar Güvenliği Rehberi, Ankara.

GENEL AĞ KAYNAKÇASI VE GÖRSEL KAYNAKÇASI

Materyalin genel ağ kaynakçasına ve görsel kaynakçasına buradan ulaşılır. Karekoda ulaşılabilmesi durumunda aşağıdaki linki kullanabilirsiniz.



<http://kitap.eba.gov.tr/karekod/Kaynak.php?>

1. ÖĞRENME BİRİMİ

- | | | |
|------|-------------------|-------|
| 1. D | 7. dc motor | 13. E |
| 2. D | 8. inkübatör | 14. A |
| 3. D | 9. güç | 15. D |
| 4. D | 10. kontrol kartı | 16. A |
| 5. Y | 11. fırçasız dc | 17. A |
| 6. D | 12. termal yazıcı | |

2. ÖĞRENME BİRİMİ

- | | | |
|------|----------------------------|-------|
| 1. D | 10. objektif | 15. D |
| 2. D | 11. tungsten halojen lamba | 16. D |
| 3. D | 12. dimmer | 17. E |
| 4. Y | 13. mikroskop slaytı | |
| 5. D | 14. dişli | |
| 6. Y | | |
| 7. D | | |
| 8. D | | |
| 9. Y | | |

3. ÖĞRENME BİRİMİ

- | | | |
|------|-----------------|-------|
| 1. D | 10. reaktif | 16. B |
| 2. D | 11. referans | 17. D |
| 3. D | 12. mosfet | 18. B |
| 4. Y | 13. dezenfektan | 19. E |
| 5. Y | 14. rotor | 20. D |
| 6. D | 15. elektrotlar | |
| 7. D | | |
| 8. Y | | |
| 9. D | | |

4. ÖĞRENME BİRİMİ

- | | | |
|------|------------------------|-------|
| 1. D | 6. şeker | 12. C |
| 2. D | 7. topraklamalı | 13. B |
| 3. Y | 8. idrar örneğini | 14. C |
| 4. Y | 9. silender | 15. A |
| 5. D | 10. renk değişimlerini | |
| | 11. fotometrik ışık | |

CEVAP ANAHTARI

5. ÖĞRENME BİRİMİ

- | | | |
|------|------------------------------|-------|
| 1. D | 6. kültür | 11. D |
| 2. Y | 7. ekim | 12. B |
| 3. D | 8. pasaj | 13. A |
| 4. D | 9. biyolojik güvenlik kabini | 14. D |
| 5. Y | 10. kan kültür cihazı | 15. C |

6. ÖĞRENME BİRİMİ

- | | | |
|------|-------------------------|-------|
| 1. D | 10. soğutucu akışkanlar | 15. E |
| 2. D | 11. vakumlama | 16. C |
| 3. Y | 12. evaporatör | 17. C |
| 4. Y | 13. drayer | 18. D |
| 5. D | 14. termostat | 19. D |
| 6. Y | | 20. B |
| 7. Y | | 21. D |
| 8. Y | | |
| 9. D | | |

7. ÖĞRENME BİRİMİ

- | | | |
|------|-----------------------|-------|
| 1. D | 6. optik | 11. C |
| 2. D | 7. saçılım | 12. E |
| 3. Y | 8. dilüent | 13. D |
| 4. Y | 9. pH sensör | 14. B |
| 5. D | 10. anahtarlamalı mod | 15. E |
| | | 16. A |
| | | 17. A |

8. ÖĞRENME BİRİMİ

- | | | |
|------|---------------------|-------|
| 1. D | 8. üç | 14. A |
| 2. Y | 9. valf | 15. C |
| 3. Y | 10. elektrik | 16. E |
| 4. Y | 11. karışım kapları | 17. A |
| 5. D | 12. kontrol kanı | 18. B |
| 6. D | 13. servis el | 19. D |
| 7. D | | |

CEVAPANAHTARI

9. ÖĞRENME BİRİMİ

- | | | |
|------|-----------------------------|-------|
| 1. D | 6. emilim, iletim | 11. B |
| 2. D | 7. kemilüminesans | 12. B |
| 3. Y | 8. Beer Lambert | 13. A |
| 4. D | 9. hava kabarcıkları | 14. D |
| 5. Y | 10. PMT (fotoçoğaltıcı tüp) | 15. C |

10. ÖĞRENME BİRİMİ

- | | | |
|------|--------------------------|-------|
| 1. Y | 6. otoanalizör cihazları | 12. B |
| 2. Y | 7. analiz | 13. E |
| 3. D | 8. barkod okuyucu | 14. E |
| 4. D | 9. reaksiyon kuvvetleri | 15. D |
| 5. D | 10. motorlar | 16. A |
| | 11. besleme ünitesi | 17. A |