

# Genel Lab Prosedürleri, Cihaz Kullanımı ve Güvenlik Önlemleri

## 1. Güvenlik Prosedürleri

### A. Kimyasallar

Moleküler biyoloji laboratuvarlarında kullanılan kimyasalların bir kısmı zehirlidir. Bu zehirli materyallerin üreticileri; kimyasallarla ilgili ortaya çıkabilecek herhangi bir zararla ilgili bilgiyi; kullanıcılara yasa gereği sunmak zorundadır. Bu bilgi; Materyal Güvenlik Bilgi Formları'ndan (MGBF) temin edilmektedir. MGBF(MSDS)'lerde kimyasal adı, CAS#, sağlığa zarar bilgisi, ilk yardım müdahalesiyle ilgili bilgiler, fiziksel bilgi, olası yangın ve patlama zarar bilgisi, reaktivite bilgisi, dökülme ya da sızma sırasında yapılması gereken işlemler ve bu kimyasalı kullanırken uyulması gereken; kimyasala özgü önlemler yer almaktadır. Zararlı kimyasalların MGBF bilgisini içeren bir dosya labda mutlaka bulunmalıdır. Bunun yanında MGBF bilgisi internetten de bulunabilir. Yeni bir kimyasalı kullanmadan önce bu bilgileri dikkatlice okumanız çok önemlidir. Ayrıca herhangi bir kimyasal kazayla döküldüğünde veya bu kimyasal maruz kaldığınızda mutlaka bu bilgiler okunmalıdır. **Potansiyel zehirli herhangi bir kimyasalın yer aldığı bir kaza olduğu zaman mutlaka hemen labda görevli kişiye ya da asistana haber verilmelidir.**

Aşağıdaki kimyasallar özellikle önemlidir.

- Fenol – ciddi yanıklara neden olabilir.
- Akrilamid – potansiyel nörotoksin
- Etidyum Bromür – kanserojen

Bu kimyasallar düzgün bir şekilde kullanılırsa zararlı değildir. Potansiyel zehirli kimyasalları kullanırken her zaman eldiven giyin ve asla ağızınızla pipetlemeyin. Eğer bu kimyasallardan herhangi birini kazayla üzerinize sıçratmışsanız, bu alanı tamamen, **hemen** suyla yıkayın ve lab asistanına haber verin. Atık maddeyi uygun bir kapla çöpe atın.

### B. Ultraviyole (Morötesi) ışık

Mor ötesi (UV) ışığa maruz kalmak şiddetli göz hasarlarına neden olur. Retina UV ışığını fark edemediğinden; ciddi göz tahribatına neden olabilir. Bunu maruz kaldıktan sonra 30

dakika 24 saat arası farkedemeyebilirsiniz. Bu yüzden **UV lambalarını kullanırken her zaman uygun göz koruması kullanınız.**

### C. Elektrik

Elektroforez için kullanılan voltajlar elektrik çarpmasına neden olmak için yeterlidir. Elektroforez sırasında buffer rezervuarlarını kapatın. Jeli çıkarmadan önce her zaman güç kaynağını kapatın ve kabloları prizden çıkarın.

### D. Genel Yapılacaklar

Tüm ortak alanlar dağınıklıktan uzak tutulmalıdır. Bulaşıklar, elektroforez ekipmanı vb. uygun bir şekilde temizlenmelidir. Size ait olan sadece sınırlı bir alanınız olduğundan dolayı, bu alanı temiz tutmak sizin yararınızaadır. Ortak araç gereçleri de kullanacağınızdan dolayı; inkübatörde ya da buzdolabında saklanan tüm solüsyonlar ve her şey **etiketlenmelidir**. Karışıklığı en aza indirmek için, tabakları vb. etiketlerken her kişi kendi isim soyadının ilk harflerini ya da bir başka özgün karakteri kullanmalıdır. Buzdolabında, inkübatörde, derin dondurucuda bulunan etiketlenmemiş materyal imha edilebilir. Tabakların arkalarına her zaman isminizin ilk harflerini, tarihi, ilgili deneysel bilgiyi (örneğin suş numarası) yazın.

## 2. Solüsyonların Hazırlanması

### A. Molar, %, X solüsyonlarının hazırlanması

1. **1 Molar solüsyon**; moleküler ağırlığına eşit olan gram sayısını içeren 1 litre solüsyona denir. Örneğin; 100 ml 5M NaCl solüsyonu =  $58.456 \text{ (NaCl'nin molekül ağırlığı)} \text{ g/mol} \times 5 \text{ mol/litre} \times 0.1 \text{ litre} = 29.29 \text{ gram} / 100 \text{ ml solüsyon}$ .
2. **Yüzde solüsyonları**: Yüzde (w/v) = 100 ml solüsyondaki ağırlık (g); Yüzde (v/v) = 100 ml solüsyondaki hacim (ml). Örneğin; TBE bufferin içinde %0.7'lik agaroz solüsyonu yapmak için; 0.7 gram agarozü ölçün ve hacmini TBE buffer ile 100 ml'ye getirin.

3. **“X” solüsyonları:** Pek çok enzim bufferları konsantre solüsyonlar olarak hazırlanır. Örneğin; 5X ya da 10X (Çalışılan solüsyonun konsantrasyonunun 5 ya da 10 katı) Daha sonra, bu solüsyonlar reaksiyondaki bufferın final konsantrasyonu 1X olacak şekilde seyreltilir. Örneğin 25 µl’de bir restriksiyon sindirimi yapmak için; 10X bufferdan 2.5 µl eklenir, diğer reaksiyon bileşenleri ve su konulduktan sonra final hacimi 25 µl olur.

### **B. Konsantre Stok Solüsyonlarından Çalışma Solüsyonları Hazırlanışı**

Moleküler biyolojideki pek çok buffer, aynı bileşenlere ihtiyaç duyar; ancak bunların konsantrasyonları farklıdır. Her bufferı her seferinde sıfırdan yapmak zorunda kalmamak için, pek çok konsantre stok solüsyonu hazırlamak ve gerektiğinde bunları seyreltmek yararlıdır. Örneğin; 100 ml TE buffer yapmak için (10 mM Tris, 1 mM EDTA), 1 M 1ml Tris solüsyonuyla ve 0.5 M 0.2 ml EDTA solüsyonu ve 98.8 ml steril su karıştırılır. Gerekli stok solüsyonunun miktarını hesaplamak için;  $C_i \times V_i = C_f \times V_f$  formülü kullanılır. Burada  $C_i$  = ilk konsantrasyon ya da stok solüsyonun konsantrasyonu,  $V_i$ =ilk hacim ya da gereken stok solüsyonunun miktarı,  $C_f$ = final konsantrasyon ya da istenen solüsyonun konsantrasyonu,  $V_f$ = final hacim ya da istenen solüsyonun hacmi.

### **C. Solüsyon Hazırlama Basamakları**

1. Spesifik bir solüsyonun hazırlanması sırasında, belirli bir talimat için laboratuvar referans defterine bakın. Bir kimyasal kullanırken alınması gereken herhangi bir önlem için şişenin etiketini inceleyin. İstenen miktarda kimyasal ya da kimyasalları tartın. Eğer tartılacak miktar 0.1 gramdan daha küçükse, analitik tartı kullanın. Kimyasalları uygun büyüklükteki deney şişesine, bir karıştırıcıyla beraber koyun. Gerekli su miktarından daha az miktarı ekleyin. Tüm solüsyonları çift distile suyla hazırlayın. Kimyasal çözündüğünde, dereceli silindire aktarın ve final hacme ulaşması için istenen miktarda distile su ekleyin. Agar ya da agaroz içeren solüsyonları hazırlamada bir istisna vardır. Agar ya da agarozu ölçtüktan sonra final kabına direk koyun. Eğer solüsyonun spesifik bir pHda olması gerekiyorsa, pH metreyi taze buffer solüsyonlarıyla test edin ve pH metre kullanırken açıklamaları takip edin. Mümkünse 121 C’de 20 dakika otoklavlayın.

SDS ve benzeri bazı solüsyonlar otoklavlanamaz. Bunlar 0.22 µm ya da 0.45 µm filtrelerle sterilize edilmelidir. Bakteri kültürleri için ortam hazırlandığı gün; tercihen 1-2 saat içinde otoklavlanmalıdır. Oda sıcaklığında saklayın ve kullanmadan önce kontaminasyon ihtimaline karşı şişeyi göz hizasında tutup yavaşça döndürerek kontrol edin. Bakteri tabakları için katı besi yeri önceden hazırlanabilir, otoklavlanır ve bir şişede saklanır. İhtiyaç olduğu zaman agar bir mikrodalgada eritilir, diğer ek bileşenler (örneğin antibiyotik) eklenebilir ve tabaklara bundan sonra boşaltılabilir.

2. Konsantre solüsyonlar, örneğin 1M Tris-HCl pH=8.0, 5M NaCl, çalışmaya ait stok yapmak için steril bir kaba uygun miktarda konsantre solüsyona otoklavlanmış çift distile su eklenerek kullanılabilir.

#### **D. Cam ve Plastik Araç Gereçler**

Moleküler biyolojide kullanılan cam ve plastik eşyalar özenli bir şekilde temiz olmalıdır. Kirli test tüpleri, bakteri kontaminasyonu ve deterjan artıkları reaksiyonları inhibe edebilir veya nükleik asitleri parçalayabilir.

Cam eşyalar distile suyla durulanmalı ve otoklavlanmalı ya da 150 derecede 1 saat pişirilmelidir. RNA'nın olduğu deneylerde, cam eşya ve solüsyonlar dietil-pirokarbonatla temizlenmelidir. Dietil pirokarbonatın görevi, otoklava dayanıklılık gösterebilen RNazları inhibe etmektir. Pipet ve kültür tüpleri gibi plastik gereçler genellikle steril olarak satılır. Polipropilenden yapılan tüpler fenol, kloroform gibi pek çok kimyasala dayanıklıdır; polistren tüpler ise çoğu kimyasala dayanıklı değildir. Deneyinizde kullandığımız tüplerin, deneydeki kimyasallara karşı dayanıklı olduğundan emin olun. Mikropipet uçları ve mikrofüj tüpleri kullanmadan önce otoklavlanmalıdır.

#### **3. Buffer ve Kimyasalların Atımı**

- 1- Tüm kontamine olmamış, katılaşmış agar ya da agarozlar çöp kutusuna atılmalıdır, lavaboya değil. Şişeler iyice yıkanmalıdır.

- 2- Kontamine olan herhangi bir besi yeri, atılmadan önce mutlaka otoklavlanmalıdır. Petri kapları ve diğer biyolojik atıklar yok edilmeden önce otoklavlanacak olan Biyotehlike konteynırları içinde atılmalıdır.
- 3- Fenol gibi organik kimyasallar çeker ocağın içinde kullanılmalıdır. Tüm organik atıklar etiketlenmiş konteynır içinde atılmalıdır, lavaboya ya da çöp kutusuna değil.
- 4- Etidyum bromid mutajenik bir maddedir, sadece eldivenle uğraşılmalıdır ve etiketlenmiş konteynır içinde atılmalıdır.
- 5- Kirli cam eşya suyla yıkanmalıdır ve agar ve diğer kimyasalların tüm izleri yok edilmelidir, mümkünse tüm etiketler silinmelidir. Kirli eşyalar kirli tabak çöpüne atılmalıdır. **Şişe kapakları, karıştırma aletleri ve spatulalar** çöp kutusuna atılmamalı; sıcak sabunlu suyla yıkanmalı, sıcak suyla durulanmalı ve 3 kere distile sudan geçirilmelidir.

#### 4. Ekipman

##### A. Genel Kurallar

Kullanılan araç gereci yıpratmadan, düzgün bir şekilde kullanmak, herkesin yararınadır. En önemli kural olarak; eğer bir araç gereci doğru bir şekilde kullanmak için eğitilmemişseniz; onu kullanmayın. Bu kural; sadece labdaki ekipman için değil; departmandaki tüm araçlar için geçerlidir. Olan herhangi bir bozukluğu gördüğünüz anda rapor edin. Santrifüj rotorlarını; özellikle bir madde dökülmüşse, kullanımdan sonra temizleyin. Malzemeleri ziyan etmeyin, ne kadar ihtiyacınız varsa o kadarını kullanın. Eğer herhangi bir malzeme bitmek üzereyse; lütfen tamamen bitmeden **önce** labda sorumlu kişiye haber verin. Bazen bir kimyasalı ya da ekipmanı bir başka labdan ödünç almak gerekebilir. Eğer acil bir durum değilse, lab yöneticisini ikaz edin.

##### B. Mikropipetörler

Bu laboratuvarda yapacağınız çoğu deney sizin mikropipetörleri hassas kullanarak solüsyon hacimleri ölçme yeteneğinize bağlı olacaktır. Pipetlemenizin doğruluğu yalnızca pipetörünüz kadar kesin olabilir. Pipetlerinizin hassaslığından emin olmak için birkaç adım uygulanmalıdır. Her çift öğrenciye bir set pipetör tahsis edilecek ve alındıktan sonra öğrencinin adıyla etiketlenecektir. Daha sonra pipetörlerin hassaslığı, asistan tarafından verilen açıklamalar dikkate alınarak kontrol edilmelidir. Eğer tekrar kalibre edilmeleri gerekirse, bu yapılmalıdır. **PİPETÖRÜ YERE DÜŞÜRMEYİN**. Eğer pipetörde bir yanlışlık

olduğundan şüphelenirseniz, önce tahminlerinizin doğru olup olmadığını anlamak için kalibrasyonunu kontrol edin, sonra lab yöneticinize haber verin.

### C. pH Metre Kullanımı

Biyolojik fonksiyonlar pH değişikliklerine karşı çok hassastırlar bu yüzden pH'ı sabit tutmak için bufferlar kullanılır. pH metre; referans elektrotla cam elektrot arasındaki (çoğunda tek bir elektrot olarak birleştirilir.) potansiyel farkı ölçen alettir. Referans elektrot çoğu zaman AgCl<sub>2</sub> dir. Hassas bir pH okuması standardizasyona, durgun yük derecesine ve solüsyonun sıcaklığına bağlıdır.

## V. DNA ile Çalışma

### A. Saklama

DNA ve RNA saklama ve kullanmada, takip eden kimyasalların ve ortamların özellikleri dikkate alınmalıdır. Ağır metaller, fosfodiester kırılmasını destekler. EDTA, harika bir ağır metal kısıpacıdır. (chelator) Serbest radikaller kimyasal bozulma ve radyasyon sırasında ortaya çıkar ve fosfodiester kırılmasına neden olur. 260 nm'de UV ışığı timin dimer ve çapraz bağ de dahil olmak üzere pek çok lezyona neden olur. Biyolojik aktivite hızla kaybolur. 320 nm radyasyon da çapraz bağa neden olabilir, ancak daha az etkili olur. Etidyum bromid, görünen ışık ve moleküler oksijenle beraber DNA'nın foto-oksidasyonuna neden olur. Oksidasyon ürünleri fosfodiester kırılmasına neden olabilir. Eğer hiç ağır metal yoksa etanol DNA'ya zarar vermez. Nükleazlar insan derisinde bulunurlar bu yüzden nükleik asitler ve parmaklar arasındaki direk ya da dolaylı kontağı önlemek gerekir. Çoğu DNaz stabil değildir, buna karşılık pek çok Rnaz çok stabildir ve cam ya da plastiğin üzerinde aktif halde kalabilir. 5 E C DNA saklamada en iyi ve basit durumdur. -20 C: Bu sıcaklık; uzun, tek ve çift zincirli kırıklara neden olur. -70 E C: Bu sıcaklık uzun süre saklamak için en iyisidir. DNA'nın uzun süre saklanması; pH 8.5'da yüksek EDTA konsantrasyonu (>10mM) ve yüksek tuz konsantrasyonu (>1M) en iyisidir. λ DNA'nın faj içinde saklanması, DNA'nın saf halde tek başına saklanmasından daha iyidir.

### B. Saflaştırma

Proteini nükleik asit solüsyonundan ayırmak için;

1. Proteolitik enzim uygulayın.
2. Silika bazlı bir kolonda saflaştırın.

3. CsCl/Etidyum Bromid yoğunluk gradyanı
4. Fenol çıkarma: DNA'yı saflaştırmanın en basit yolu fenolle ya da fenol kloroformla ve sonra kloroformla çıkarmaktır. Fenol proteinleri denature eder ve kloroform fenol izlerini yok eder.
5. Silika bazlı kolonda arıtın.

### **C. Miktar Saptama**

1. Spektrofotometrik: Saf DNA solüsyonlarında en basit metot, 260 nm'de absorbanı ölçmektir. 260 nm'de 1 cm yol uzunluğundaki OD = 50 µ g/ml çift sarmal DNA için, 40 µ g/ml tek sarmal DNA ve RNA için ve 20-33 µ g/ml oligonükleotitler için. 260 ve 280 nm'deki absorban değerlerinin oranı solüsyonun saflığıyla ilgili bilgi verir. Saf DNA/RNA solüsyonlarının OD 260/OD 280 değeri 1.8-2.0 arasındadır.
2. Etidyum bromid floresan: Bir solüsyondaki DNA miktarı; o solüsyondaki etidyum bromidin yaydığı floresan miktarıyla doğru orantılıdır. 2 µ g/ml etidyum bromide varlığındaki bilinmeyen bir DNA derişimi agaroz jel üzerinde bilinen miktarda standard DNA derişimiyle karşılaştırılır.

### **D. Konsantrasyon**

Etanolle çökelme: DNA ve RNA solüsyonları etanolle şu şekilde konsantre yapılır. DNA hacmi ölçülür ve monovalent katyon konsantrasyonu ayarlanır. Final konsantrasyonu amonyum asetat için 2-2.5 M, sodyum asetat için 0.3 M, sodyum klorit için 0.2 M, lityum klorit için 0.8 M dır. Kullanılan iyon, genelde DNA hacmi ve yapılan manipölasyonlara göre değişir. 10mM final konsantrasyonuna MgCl<sub>2</sub> eklenmesi küçük DNA fragmanları ve oligonükleotitlerin çökelmesine yardım eder. Monovalent katyonlar eklendikten sonra, 2-2.5 hacim etanol eklenir, iyice karıştırılır ve buzda ya da 20 E C'de 20 dakikadan 1 saate kadar saklanır. DNA mikrofüjde santifügasyonla 10 dakikada geri kazanılır. Süpernatant DNA pelletinin atılması engellenerek dikkatlice aktarılır. Tuzları uzaklaştırmak için, pellet 0.5-1.0 ml of 70% etanolle yıkanır, tekrar döndürülür, pellet kurur ve süpernatant dışarı boşaltılır. Amonyum asetat, etanolde çok çözünür ve %70 yıkamayla çoğu gider. Sodyum asetat ve sodyum klorit daha zor çıkarılır. Hızlı kuruma için; pelet Speedvac'de kısa süreli döndürülebilir, ancak bu pek önerilen bir yöntem değildir çünkü DNA gereğinden fazla kuruyabilir ve süspansiyon haline getirilmesi zorlaşır. Ayrıca küçük DNA fragmanlarını da parçalar. İzopropanol de DNA çöktürmek için kullanılır, ancak tuzlarla işbirliği içindedir ve

daha az uçucu olduğu için buharlaşması daha zordur. Ancak DNA'yı çöktürmek için etanole oranla daha az izopropanol gereklidir.

### **E. Restriksiyon Enzimleri**

Restriksiyon enzimleri ve DNA modifiye eden enzimler, genelde %50 gliserol içinde, -20 derecede, buzdolabında saklanır. Tüplerin oda sıcaklığına erişmesine kesinlikle izin verilmemelidir. Tüplere dokunurken mutlaka eldiven giyilmelidir, çünkü parmaklar nükleaz içerir. Bir restriksiyon enzimi kullandığınızda her seferinde mutlaka yeni ve sterilize edilmiş bir uç kullanın. Ayrıca enzimin hacmi; reaksiyon karışımının final hacminin 1/10'undan daha az olmalıdır.

### **VI. Steril Teknik**

1. Bütün ortamlar, (tabaklar, sıvı ortam ve agar da dahil olmak üzere) hazırlanır hazırlanmaz otoklavlanmalıdır. Medyayı birkaç küçük şişede hazırlamak, her seferinde bir tanesi açıldığından en iyisidir. Kullanmadan **önce** şişeyi göz hizasında hafif bir şekilde çevirerek kontaminasyona karşı kontrol edin. Hücreleri gece boyu büyütürken her zaman küçük bir miktarda brotu tek başına büyütün. Ortam 37 deg C'de inkübe edilene kadar, küçük bir miktar kontaminasyon her zaman farkedilemeyebilir.
2. Pipetleme yapmadan önce ve sonra özede ve besi yeri ağzında alev kullanın. Bir ortam ya da agar şişesini asla tezgahta açık bırakmayın. Kullanmaya hazır olana kadar pipeti kabından çıkarmayın. Kültür ortamını pipetlerken her zaman temiz, steril bir pipet ya da pipet ucu kullanın. **Asla**; kullanılmış bir pipetle hücre kültürüne ya da medya şişesine dokunmayın.
3. Büyük ölçekte kontaminasyonu önlemek için, her kişi kendi sıvı kültür ortam stoğuna, agarına, tabaklarına, %100 gliserolüne, hücrelerinin gliserol stoklarına sahip olmalıdır. Bunları **paylaşmayın**.
4. Gece boyu büyütülen kültürler, temiz bir tabakta sadece tek bir koloniden büyümelidir. Gliserol stoğundan gece boyu bir kültür elde etmek için, tek tek paketlenmiş 1 ml pipeti ve medya kültürü tübünü -80 derece dondurucuya koyun. İçinde gliserol stoğu olan dondurucu şişenin kapağını hızlıca çıkarın, kültürün yüzeyinden küçük bir miktar buzı sıyırın, dondurucu şişenin kapağını yerine takın ve pipeti kültür tübünün içine yerleştirin. Buzda, kültürün 16 saat içinde doyum



noktasına ulaşacak kadar büyümesi için yeterli miktarda bakteri vardır. **Asla gliserol stoğunu erimesi için bırakmayın.**

## VII. *E.Coli*'yle Çalışma

### A. *Küçük ölçekli kültürler*

*E.Coli* kullanılarak yapılan deneyler her zaman taze kültürler üzerinde olmalıdır (ya yeni çizilmiş tabaktan ya da gliserol stoğundan) Küçük ölçekli *E.Coli* kültürü büyütmek için, iki steril 50 ml tüpte 3-5 ml LB hazırlayın. Bir tübü temiz bir tabaktan tek bir koloniyle ya da gliserol stoğundan sıyırarak inoküle edin. İkinci tüp brot kontrol olarak kullanılır. Her iki tübü de 37 C'de gece boyu güçlü bir şekilde çalkalayarak inkübe edin. Ertesi sabah tüpleri kontrol edin. Brot kontrolü berrak, inoküle edilmiş kültür çok bulanık olmalıdır. Tüpte bulunan herhangi bir tortu varsa bunu not edin ve sadece eğer kültür çok yoğun değilse daha uzun inkübe edin. Hücrelerin olması gerekenden fazla büyümesine izin vermeyin. Bazı durumlar için, kısa süreli olarak kullanımdan önce hücreler 4Cde saklanabilir.

### B. *Uzun süreli saklama*

Her kullanılan kültür için; özellikle yeni suşlar ya da plasmid içeren hücreler için kalıcı gliserol stoğu hazırlanmalıdır. **Bu stok laboratuvar uygun belgelemeyle ve lokasyon bilgisiyle stok koleksiyonuna konulmalıdır. Bu prosedürlere uymamak ciddi cezalara yol açmalıdır.** Bu prosedür, sadece *E.Coli*'ye has değil, derin dondurucu stoğu hazırlanabilecek herhangi bir organizmaya uygulanabilir. Ayrıca tüm plasmidler, bağımsız DNA stoğu olarak değil de hücrelerin içinde devam ettirilmelidir. Her plasmid için en az iki stok yapılmalıdır. *E.coli* için bir gliserol stoğu hazırlamak için; 1.4 ml yeni, gece boyu büyütülmüş kültürü 0.6 ml steril %50 gliserolle birleştirin. İyi karıştırın. Suş adıyla, tarihle ve isminizle etiketlenmiş iki dondurucu şişeye bunu aktarın. Hemen kuru buz/etanol banyosuna ya da -80 derecede dondurucuya koyun. Lokasyon ve diğer bilgileri suş defterine kaydedin.

## Nasıl Lab Defteri Tutulur

### *Öğrenciler ve Laboratuvar Yöneticileri için Rehber*

Bilimsel araştırmanın en önemli noktası yaptığınız işi kaydetmektir. İyi bir lab defteri, bu defteri okuyan herhangi bir kişinin yazılanları anlayabileceği, aynı deneyi tekrar edebileceği ve aynı sonuçları bulacağı şekilde yazılmalıdır. Defterin her sayfası numaralanmalı, tarih atılmalı, araştırmacı tarafından imzalanmalı, danışman tarafından kontrol amacıyla imzalanmalıdır. Öğrenci lablarındaki minimum gereksinimler aşağıda belirtilmiştir.

**LAB DEFTERİ:** Dikişli defter kullanın, hiçbir şekilde not kağıdı kullanmayın. Her zaman deney tarihi ve adını kullanın. Kullandığınız ve yaptığınız her şeyi yazın. Basılı, hazır metod kullanabilirsiniz, ancak yaptığınız her değişikliği not edin. Hesaplamaları, kullanılan hacimleri yazın. Tüm resimleri, çıktıları defterinize yapıştırın. **Her gözlem önemlidir.**

### **Bir lab raporu nasıl yazılır?**

Lab raporunun amacı; okuyucuyu bu araştırmanın neden yapıldığını (arkaplan), ne yapıldığını (materyal metotlar), sonuçlarını, sonuçların önemini (tartışma) ve araştırmada size yardımcı olan yazılı materyali (referanslar) açıklamaktır.

İyi bir lab raporu yazmanın temeli, yaptığınız deneylerin düzenli kaydına ve sonuçlarınıza dayanır. Lab defteri, deneylerin ayrıntılı bir şekilde anlatıldığı ve ham verinin kaydedildiği yerdir.

### **LAB RAPORU GEREKLİLİKLERİ**

1. Ayrıntılı lab defteri tutulması bir zorunluluktur.
2. Raporlar orijinal olmalıdır. Deneyler bir grup olarak düzenlenebilse de raporlar bireysel yazılmalıdır.
3. Raporlar bilgisayarda yazılmalı ve yazım hataları düzeltilmelidir.

### **Lab Raporu Formatı**

Asistan farklı bir şekilde belirtmediyse her raporda her bölüm olmalıdır

#### 1. Başlık Sayfası

- A. Deney adı
- B. Deneyi yapan kişi ve partnerleri
- C. Deney tarihi
- D. Raporu okuyacak kişi
- E. Raporun teslim tarihi

## 2. Giriş

- A. Arkaplanın kısa bir özeti ve yapılan deneyi açıklayıcı bir teori.
- B. Giriş için materyal kitaplarda, makalelerde ya da internette bulunabilir. Genel bilginin dışındaki herhangi bir bilginin referansı uygun bir şekilde verilmelidir.
- C. Aşağıdaki sorular cevaplanmalıdır;
  - Bu deney yapılmadan önce ne biliniyordu?
  - Bu deney neden yapıldı?
  - Hipotez test edildi mi? Eğer evetse, hipotez özel olarak belirtilmelidir.
3. Amaç: 'Bu deney neden gerçekleştirildi'yi cevaplamak için birkaç cümle.
4. Materyal ve Metotlar
  - A. Hangi materyaller ve kimyasallar kullanıldı?
  - B. Ne yapıldı? ( Basamak basamak, sizin kendi cümlelerinizle) Grafik ve resimler konulabilir.
  - C. Değişiklikler, hatalar ya da düzeltmeler eklenmelidir. (**Çok önemli!**)

## 5. Sonuçlar

- A. Deneyin amacı hakkında okuyucuyu bilgilendirme.
- B. Deneyin ya da prosedürün direk sonucunu belirtme.
- C. Her deney bir soruyu cevaplamalıdır. Her cevap deneyinizdeki sonuçlarla, hem tablo hem de figür olarak temsil edilmelidir.
- D. Aşağıdaki sorular, herhangi bir bilimsel yazının sonuç kısmında cevaplanmalıdır.
  - Neden bu deneyi yaptınız?
  - Ne yaptınız?
  - Ne gördünüz?
  - Bu ne anlama geliyor?
- E. Yaptığınız deneyin sonuçlarını gösteren figürler ve tablolar dahil edilmelidir.
  - Tablolar ve figürler numaralanmalı ve başlık atılmalıdır.
  - Tablo başlıkları üstte olur, figür başlıkları altta olur.
  - Tablolar: satırlar ve sütunlar etiketlenmelidir.
  - Figürler: Birim içeren eksenler etiketlenmelidir.

## VI. Discussion

- A. Amaç ve bulunanlarla ilgili bir iki cümleyi tekrar yazın.

- B. Bu bölüm sonuçların açıklanması kısmıdır.
- C. Tahmin edilemeyen ya da umulmadık sonuçların açıklamalarını da dahil edin.
- D. Bilinen gerçeklerle sizin bulduklarınızı karşılaştırın.
- E. Sonuçların ne anlama geldiğini düşündüğünüzü açıklayın.
- F. Diğer çalışmalara yer verebilirsiniz.
- G. Tartışma kısmı okuyuculara sonuçlar ve girişte sorulan soruların cevapları hakkında genel bir sonuç vermelidir.
- H. Bu çalışmada oluşturulan yeni sorulara cevap verebilecek gelecekteki araştırmalara değinilebilir.
- Eğer siz bu çalışmaya devam edecek olsaydınız ne yapardınız?
  - Eğer bu deneyi tekrar yapsaydınız, neyi değiştirirdiniz?

## VII. Referanslar

A. Size ait olmayan **TÜM** düşünceler, bilgi ya da fikirlere referans verilmelidir.

B. Eğer herhangi bir şey genel, bilinen bir gerçekse referans verilmeye gerek yoktur. Bu aşağıdakileri içerir; (ancak onlarla limitli değildir.)

- Kimyasal moleküler ağırlıkları
  - Tür isimleri
  - Bilinen bileşiklerin moleküler yapısı
- C. Websitelerini kullanırken çok dikkatli olun. İnternetteki bilgiler yanlış ya da eksik olabilir. *Kişisel websiteleri geçerli referans sayılmazlar.* Herhangi bir web sitesi güvenilmezse, ya da bunun hakkında en küçük bir şüphe bile varsa, referans listenizden çıkarılmalıdır ve bu bilgiler kullanılmamalıdır.
- D. Yazının içinde verilen referans yazarın ismiyle, yayın yılıyla verilmelidir. Referans kısmında tam referanslar verilmelidir.