

Patoloji Laboratuvarında Ünitelerin Planlaması ve Altyapı Gereksinimleri Planning of Units and Infrastructure Requirements in The Pathology Laboratory

Mustafa HÜZ¹

ÖZ

Patoloji laboratuvarı ünite planlamasının, organizasyonun iş yapma biçimine, güvenliğine ve verimliliğine doğrudan etkisi olduğu söylemek mümkündür. Bu derlemeyle Patoloji laboratuvarındaki üniteler ve tesis içindeki konumu, fiziki gereksinim, güvenlik kuralları, verimlilik ve yalın laboratuvar perspektifiyle incelenmiştir.

Patoloji laboratuvarları ünitelerinin organizasyon ve planlaması, geçmişten gelen bilgi birikimi ve tercihlerle şekillenmektedir. Ancak standartlar, güvenlik kuralları ve mimari gerekliliklerden oluşan evrensel gerçekler, laboratuvarın büyüklüğü veya işleyişi farklı da olsa ortaktır. Hizmet sürecinde insan kaynağı kadar bina ve tesis altyapısını da etkin ve verimli kullanmak organizasyonun iş yapma biçimine ve başarısına etki etmektedir.

Ünitelerin planlamasında değerlendirilecek veriler uluslararası kabulü olan kuruluşların dokümanları, ulusal standartlar ve mevzuat taranarak toplandı, tartışıldı ve sonuçlar derlendi. Patoloji laboratuvar ünitelerinin kalite standartlarına göre ve yalın yaklaşımla planlanması, etkinlik verimlilik, etkililik, çalışan sağlığı ve güvenliği başlıklarında kazanımlar sağladığı gibi kurum kültürünün oluşması, gelişmesi ve çalışan davranışının şekillenmesine de önemli katkısı vardır.

Anahtar Kelimeler: Makroskopi odası planı, Moleküler patoloji laboratuvarı, Patoloji laboratuvarı planlaması, Patoloji laboratuvar üniteleri, Sitoloji laboratuvarı planı.

ABSTRACT

It is possible to say that pathology laboratory unit planning has a direct impact on the organization's way of doing business, its safety and efficiency. With this review, the units in the Pathology laboratory and their location within the facility were examined from the perspective of physical requirements, safety rules, efficiency and lean laboratory.

The organization and planning of pathology laboratory units are shaped by past knowledge and preferences. However, universal truths consisting of standards, safety rules and architectural requirements are common even if the size or operation of the laboratory is different. Using the building and facility infrastructure as well as human resources effectively and efficiently in the service process affects the way the organization does business and its success.

The data to be evaluated in the planning of the units were collected by scanning the documents of internationally recognized organizations, national standards and legislation, discussed and the results were compiled. Planning pathology laboratory units according to quality standards and with a lean approach provides gains in the areas of effectiveness, efficiency, employee health and safety, and also contributes significantly to the formation and development of corporate culture and shaping employee behavior.

Keywords: Gross room planning, Molecular pathology laboratory, Pathology laboratory planning, Pathology laboratory units, Cytology laboratory planning

Giriş

Etkili ve sürdürülebilir bir Patoloji laboratuvarının (PTL) tasarımı, yalın operasyonları da kapsayacak şekilde planlama içermelidir. Yalın PTL planlamasıyla gereksiz adımlardan arındırılmış düzgün, temiz bir iş akışı hedeflenir.

Yürüme mesafelerini kısaltmak ve değer katmayan adımları ayıklamak, operasyonların etkili yönetimi için görünürlüğü artırarak çalışma ortamını ve envanter yönetimini iyileştirmek mümkündür (1).

Geliş Tarihi/Received: 08.09.2023 **Kabul Tarihi/Accepted:** 07.11.2023 **Çevrimiçi Yayın Tarihi/Available Online**

Date: 27.06.2024 **DOI:** 10.57224/jhpr.1356749

Sorumlu yazar/Correspondence: Mustafa Hüz

¹Mustafa HÜZ, İnönü Üniversitesi Tıbbi Patoloji A.D., mustafa.huz@inonu.edu.tr, ORCID ID: 0000-0003-4474-256X.

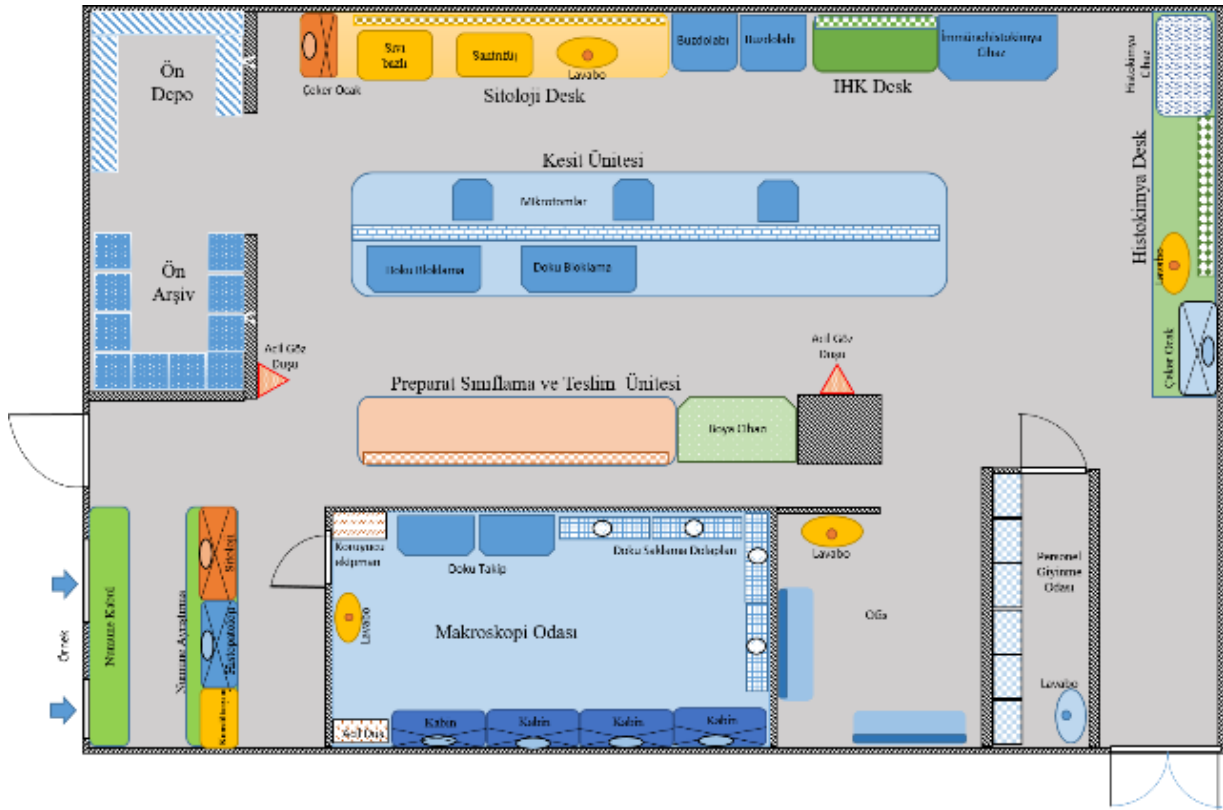
Cite this article as: Yolcu B, Hamlacı Başkaya Y. Pregnancy After Organ Transplantation. J Health Pro Res 2024;6(2): 134-144.

Tıbbi laboratuvar yönetmeliği, madde13/1’de tıbbi laboratuvarların fiziki alanları sırasıyla; tıbbi laboratuvar teknik alanı, destek alanları ve ofis alanları olmak üzere üç bölümde incelemiştir. Yine PTL teknik alanını, boyama/özel işlem odası/alanı ve özel havalandırma şartlarının sağlandığı makroskopi odası olarak sınıflamıştır (2). Bu ifadeden, PTL’lerin sağlık tesisi tarafından sunulması gereken özel havalandırma koşullarına sahip makroskopi ünitesinin ayrı bir bölüm olarak kapalı planlanabileceği, diğer birimlerin ise açık plan olarak tasarlanabileceği anlaşılmaktadır.

Açık plan laboratuvarlar, birimler ve çalışanlar arasında etkileşimi ve iletişimi güçlendiren bir plandır (Şekil 1). Bununla birlikte iş hacmi yük-

sek PTL’ler, üniteleri kapalı planla tasarlayabilir. Her ne kadar yönetmelikte sadece makroskopi ünitesinin bölünmüş olması gereğinden bahsedilse de özellikle sitoloji laboratuvarı (STL) ve taşıdığı biyolojik riskler hesaba katılmalıdır. Olası risklere karşı STL’nin bölünmüş plana uygun tasarlanması gereği açıktır. Sadece fiksatif içinde gönderilen yayma preparat ve örneklerin koruyucu sıvıya alındığı sıvı bazlı sitoloji numunelerinin çalışıldığı merkezlerin istisna tutulup tutulamayacağı ise tartışılmalıdır.

Ayrıca numune kabul birimi yanı sıra işleme, analiz ve sonuçlandırma süreçlerinin PTL geleneksel süreçlerinden farklılık gösterdiği moleküler patoloji laboratuvarları (mPTL), PTL içinde veya dışında, bölünmüş kapalı veya blok plan olarak tasarlanabilir (Şekil 2) (4).

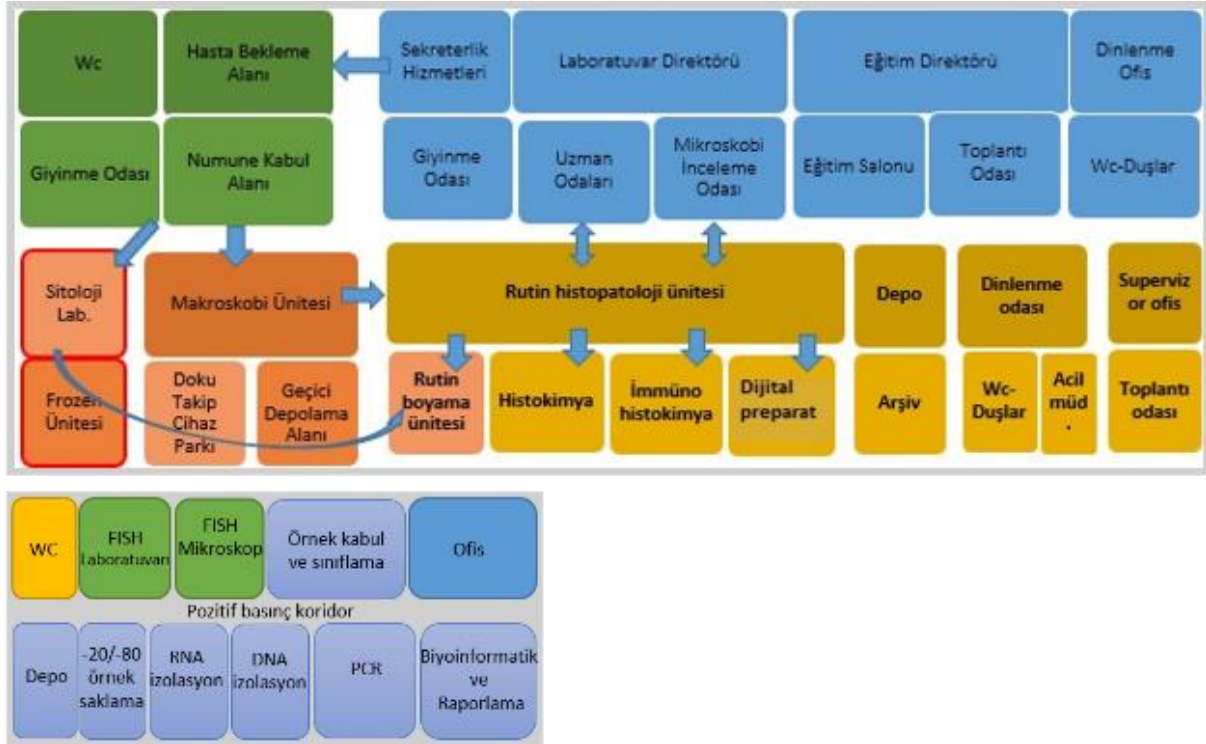


Şekil 1. Açık plan tasarımı örneği (3). Laboratuvar ünitelerini arasında bölme bulunmuyor.

Gereç ve Yöntem

Araştırma hedeflerinin genişlediği, yeni teknolojiler ve araçların tanı amaçlı kullanıma girdiği bir süreçte PTL’yi yeniden organize etme gereği kendini hissettirmektedir. Laboratuvar yenileme sürecinin zor, bilgi-birikim gerektiren ve maliyetli bir operasyon olduğu açıktır. Derlemede, geleneksel teknikler ve modern yöntemlerin bir arada uygulandığı, iş güvenliği ve çalı-

şan sağlığının esas alındığı, verimlilik ve ölçek ekonomilerinin öne çıktığı günümüzde, kalite standartları oluşturulması, yalın yaklaşımla PTL ünitelerinin planı ve fiziki gereksinimleri incelendi. Yapılan literatür taramasında, PTL’nin ünite planlama ve altyapı gereksinimleri üzerine sınırlı sayıda kaynağın olduğu dikkati çekti.



Şekil 2. Bölünmüş Plan Laboratuvar Örneği (4). Patoloji laboratuvarı evrensel model. Ortak gereksinimi olan üniteler (Havalandırma ve biyogüvenlik önlemleri vb.) aynı blok içinde yer alır.

Derleme konu başlıklarıyla ilgili 30 Haziran 2023 tarihlerine kadar, açık kaynaklardan erişilen dokümanlar tarandı ve sağlık tesisi fiziki özelliklerini konu edinen sınırlı sayıda mimari eser, bilimsel makale, rehber, ulusal ve uluslararası standart belgeleri kullanıldı. Literatür seçiminde evrensel yaklaşıma sahip olanlar tercih edildi. Yerel ölçekteki düzenlemeler veya genel geçer ifadelerin bulunduğu belgeler değerlendirilmeye alınmadı. Bu bağlamda; belirlenen kriterleri karşılayan, laboratuvar mimarisi ve yalın yaklaşımı konu eden üç eser, on altı standart ve düzenleyici belge, sekiz bilimsel makale, iki elektronik kaynak kullanıldı. Kaynaklarda yer verilen ölçüler, teknik gereklilikler ve derlenen bilgiler makalede tartışıldı.

Bulgular

Ünitelerin planlamasında yalın yaklaşım

Yalın yaklaşım, iş akışını ve verimliliği optimize etmek için imalat sektöründe geliştirilen bir kalite felsefesidir. Sağlık kuruluşları ve bünyesinde yer alan tıbbi laboratuvarların kurulması veya yenilenmesinde yalın felsefe, (değer katmayan adımlardan ayıklanmış, sürdürülebilir faaliyetleri ve geleceğin laboratuvarını hedefleyen sağlık kuruluşları için) kritik bir kav-

şaktır. Gelişen ve değişen şartlarda, organizasyon ve içinde bulunduğu fiziki koşulları, toplam kalite yönetimi bakışıyla sürekli iyileştirmek, kaynak yönetimi, verimlilik ve ölçek ekonomisine odaklanmak kaçınılmaz bir olgudur. Laboratuvar tasarımında yalın yaklaşımın odak noktası değer üretmektir. Değer üretmeyen her adım iş akış sürecinden ayıklanmalıdır. Teknik personel, yardımcı personel, sekreter, reaktifler, testler, sarf malzemeleri, ekipmanlar gibi laboratuvarın günlük işletiminde yer alan gider kalemleri içinde bulunan her türlü değer katmayan yani israf oluşturan unsurlar ortadan kaldırılmalı ve nihayetinde tek parça, oldukça sade iş akışından oluşan hizmet üretim süreci yürütülmelidir (5-8).

Yalın organizasyonun ilkeleri açıktır ve PTL'ye kolaylıkla adapte edilebilir. Yalın yaklaşımın PTL'nin ünite planlamasında öne çıkan birkaç yönü vardır.

Malzeme ve numune transferleri: yalın yaklaşımda her işlem basamağı tanımlanmalı, iş istasyonları amaca uygun tasarlanmalı ve iş akışı olabildiğince kısa hareket mesafesinde tamamlanmalıdır. Malzeme ve numunenin iş akışı dışında üniteler arasında taşınması veya istasyonlar arasında uzun mesafeler kat etmesi

iş akışında kırılmaya, zaman kaybına ve karmaşaya neden olabilir (9).

Hareket: personel bir iş istasyonundan diğer iş istasyonuna git gel şeklinde hareket ediyor ve üretim süresi artıyorsa bu tür istenmeyen hareketler atık (israf) olarak kabul edilir (9).

Planlama eksikliğinden kaynaklı bekleme süreleri: Üretim sürecinde belli istasyonlarda günün belli zaman diliminde yoğunluk yaşanırken diğer zamanları boş geçirmesi gerçekte olmayan fiziki alan ihtiyacı olarak karşımıza çıkmaktadır (9). Gerçekçi bir planlamada ölçek ekonomisi de öne çıkar.

Ofis alanı

Tıbbi laboratuvar yönetmeliğinde, hasta kabul, bekleme alanı, sekreterlik, tuvalet, uzman odası ve personel dinlenme odası “Tıbbi laboratuvar ofis alanı” kapsamında değerlendirilmiştir. Yönetmelikte ifade edilmemiş olsa da ofis alanı kavramına, laboratuvar yönetici odası, toplantı ve seminer odası, sekreterlik ofisi ile laboratuvar süpervizör odası ve personel giyinme odası da dahil edilebilir. (10). Ayrıca PTL yöneticisi ve kıdemli uzmanlar için yeterince, özel, tek kişilik ofisler sağlanması önerilmektedir (6).

Hasta kabul alanı ve bekleme yeri laboratuvar teknik alanlarından ayrı olmalıdır. Hasta bekleme salonunda doğal aydınlatma tercih edilmeli bekleme yeri uygun mobilyalar ile döşenmelidir. Hasta kabul, bekleme salonu tasarlanırken, hasta ve hastane personeli ile laboratuvar süreçlerinin kesişmemesine özen gösterilmelidir (4,11).

Orta ve büyük ölçekte PTL için bir seminer odası ve bir kütüphane bulunmasının uygun olacağı ifade edilmiştir. Seminer odası öğretim, eğitim ve konsey toplantıları için gereklidir. Uygun ve yeterli sayıda mobilya, duvara monte edilmiş bir beyaz tahta, bilgisayar, projeksiyon, tercihen tavana toplanabilen projeksiyon perdesi ile dışarıya cephesi olan odalarda karartma perdesi gerekebilir (6).

Sekreterlik hizmetleri için çok kişili ofisler kullanılabilir. Her bir sekreter iş istasyonunda bilgisayar, aydınlatma açısından optimize ve ergonomik tasarıma sahip bir çalışma masası ve sandalye tercih edilmelidir (6).

Laboratuvarın teknik, idari işler ile kırtasiye ve dosyaların saklanması için birimin büyüklüğüne bağlı olarak özellikle orta ve büyük ölçekli laboratuvarlarda süpervizör ofisine ihtiyaç duyulacaktır. Süpervizör ofisi, birim içinde, teknik alanlardan net bir şekilde ayrılmış, ofis ziyaretçilerinin laboratuvar alanlarından geçmeden

erişebileceği bir noktada tasarlamak daha uygundur (6,11).

Laboratuvarın personeli belli sayının üzerinde olan kapsamlı hizmet sınıfındaki laboratuvarlar ile eğitim hizmet laboratuvarlarının tamamında personelin iş kıyafeti dışında kıyafet ve kişisel eşyalarını saklamak için güvenli, tam boy uzunlukta dolapların yer aldığı giyinme odası oluşturulmalıdır. Kadın ve erkek kullanımını için tercihen ayrı olan giyinme odalarına erişim manyetik yaka kartı veya benzer bir güvenlik sistemi ile sağlanmalıdır. Laboratuvar iş kıyafetleri için ayrı bir askı dolap sistemi uygun olacaktır (6).

Hastalar için bekleme salonu yakınında ve personel için ayrı ve engelli kullanımına uygun tuvaletler olmalıdır. Acil durum duşu dışında kadın ve erkek duş olanakları tavsiye edilmektedir (6).

Tıbbi Laboratuvar yönetmeliğinde uzman mikroskopi odaları laboratuvar teknik alanı içinde değerlendirilmiştir (10). Uzman odası, doktor mikroskopi çalışma salonları ve seminer salonları kişilerin etkileşime izin verecek, teşvik edecek şekilde tasarlanabilir. Mikroskopik incelemenin yapıldığı alanlarda ortam aydınlatması üzerindeki dimmerlerden faydalanabilir. Dimmerler, kullanıcıların daha rahat mikroskopi çalışması için ışık seviyesini ayarlamasına izin verir, genellikle patoloji ofislerine, çok başlı mikroskop odalarına ve sitoloji tarama odalarına bu dimerler idealdir (6).

Personelin tıbbi laboratuvar teknik alanlarından ayrı olarak yiyecek içecek tüketebileceği bir dinlenme veya ofis odası bulunması gereklidir. Odanın doğal aydınlatmayla aydınlatılması, rahat oturumlu mobilya ve alçak masalarla döşenme tavsiye edilmektedir (6,10).

Destek alanı

Tıbbi laboratuvar yönetmeliği destek alanlarını “En az bir numune kabul birimi, numune alma odası/alanı ve malzeme depolanması için uygun alandan oluşur. Bu alanlar, tıbbi laboratuvar teknik alanı ile fonksiyonel bir bütün oluşturacak şekilde düzenlenir” şeklinde tanımlanmıştır. Yönetmelik ekinde, destek birimleri içinde sayılan numune kabul odası PTL için zorunlu alanlar içinde tanımlanmamıştır (10).

Örnek kabul birimi

Örnek kabul biriminin laboratuvar ön bölümünde olmasına, engelli bireylerin erişimini veya kullanımını kısıtlayan mimari ve iletişim bariyeri olmamasına ve dışardan kolay erişilebilir

olmasına dikkat edilmelidir. Numune kabul alanında, numunelerin kabul edildiği bir servis penceresi ile numuneler kabul edilebilir. Kabul biriminde tezgâh yüzeyi, dezenfektanların aşındırıcı özelliğine ve suya karşı dayanıklı, temizlenmesi kolay olmalıdır. Kabul alanında numunelerin tasnif edildiği, gruplandırıldığı ve kısa süreli toplandığı alan ile diğer işlerin yapıldığı birbirinden net olarak ayrılmalı ve bu ayırım anlaşılır olmalıdır. Örneğin numune birikme alanının yer aldığı masa belirgin şekilde, ofis tezgâh ve mobilyalarına oranla, yüksekliği farklı tasarlanabilir. Ayrıca bu birim, olası formalin dökülmeleri ile baş edebilmek için havalandırma sistemi içinde değerlendirilmelidir (6,11).

Pnömatik hava tüpü

Klinik laboratuvarların numune transferinde pnömatik hava tüpü sistemleri uzun yıllar birçok merkezde başarıyla kullanılmaktadır. Sistem kullanıldığı süre içinde güvenilirliğini ispat etmiştir. Ancak PTL örneklerin boyutlarındaki çeşitlilik, sıvı içinde transfer etme zorunluluğu ve yine örneklerin biricik oluşu PTL’de pnömatik tüp ile transferi çoğu zaman tartışmalı bir konu olarak kalmasına neden olmuştur (6). İfade edilen gerekçeler dikkate alındığında PTL’nin genel uygulamasında pnömatik hava tüpü sisteminin örnek taşınması için uygun olmadığı düşüncesi ağırlık kazanmaktadır.

Depo

Laboratuvar depolama alanları genellikle en son düşünülür ve çoğu zaman kötü planlanır. Depolama alanının yetersizliğinde koridorlar, masa ve tezgâh üstleri depolama alanı olarak kullanılır ki bunun önüne geçmek gerekir. Yenileme sürecindeki laboratuvarlarda ayrı bir kimyasal depolama odası sağlamak zor olabilir ve mevcut alan içinde çözülmesi gerekebilir. Ancak orijinal projelerde üzerinde önemle durulmalıdır. Kullanımdaki çok tehlikeli, yanıcı ve toksik maddeler birkaç haftalık ihtiyaç dışındaki kısım ana malzeme deposunda tutulabilir. Tüm malzemeyi laboratuvar depo alanında tutmanın ve büyük depolama alanı planlamanın cazibesinden kaçınmak gerekir (12,13).

Yanıcı, aşındırıcı sıvılar güvenlik standartlarına uygun saklama dolaplarında saklanmalıdır. Asit-baz güvenli saklama dolapları havalandırma çıkışı ve havalandırma bağlantısı gereksinimi duyabilir. Uçucu kimyasallar için hava tahliyesi olan kimyasal saklama dolapla-

rını depo içinde veya dışında güvenlik gerekliliklerini karşıladığı sürece ayrı bir depolama alanı olarak planlanabilir (13).

Laboratuvar teknik alanı

Tıbbi laboratuvar yönetmeliğinde, PTL teknik alanı; “boyama/özel işlem odası/alanı, doktor mikroskopi inceleme odası/alanı, arşivleme odası ve kimyasal buhar veya gazlar için özel olarak havalandırma sistemi bulunan makroskopi odasından oluşur” ifadeleri ile tanımlanmıştır. Bu bağlamda STL ve son dönemde yaygınlaşan mPTL yönetmelikte anılmamış olmakla beraber, doğal olarak laboratuvar teknik alanı planlaması içinde değerlendirilmelidir.

Son yıllarda tanık olduğumuz gibi, bilgi teknolojileri ve doku takip, boyama kapama işlemlerinde, robotik teknolojinin sürekli gelişimi PTL iş akışı içinde manuel adımların azalması ve otomatik spesifikasyon işlemlerinde artışla sonuçlanmaktadır. Teknolojik gelişmeler beraberinde, bina tesis gereksinimlerinde değişim, yasal mevzuatlar, çalışan sağlığı, güvenliği ve konforu, eğitim modelinin güncel uygulamaları, laboratuvar iş akışının yeniden yapılandırılması ve laboratuvar yerleşim planında revizyonu empoze etmektedir. Bu değişim ve yenileme ihtiyacı en çok laboratuvar teknik alanında karşımıza çıkmaktadır (6).

Laboratuvar teknik alanı yerleşimini belirlemede, kanıtlanmış iş modeli ve geçmiş tecrübelerle dayalı evrensel bir iş akış konsepti ve bu kavram üzerinden, üniteler arası etkileşim, biyogüvenlik önlemleri gibi faktörleri belirlemek geçerli bir yaklaşımdır.

Modüler laboratuvar yapısına katkı veren önemli faktör, tavana paralel seyreden yatay servis kanalları ile dikey servis kanallarının olmasıdır. Distile suya erişim çözümleri, elektrik, network ağı, UPS güç kaynağı vs. dikey veya yatay servis kanalları ve tezgâh spinleri ile gerçekleştirmek esneklik ve pratiklik kazandırır. Ünitelerde servis kanallarına kolay erişim PTL ünitelerini minimum bozulma ile yeniden modellenebilmesine imkân verecektir (12).

Çevrelemenin zaruri olmadığı bloklarda açık laboratuvar konsepti tercih edilebilir. Açık çalışma alanları, yöneticilerin operasyonel durumu denetlemesini, envanter seviyelerinin kolay takibi ve çalışanlar arasındaki iletişim hızına artırması gibi avantajları vardır. Ayrıca ilerleyen zamanlarda teknoloji ve metodolojideki değişiklikleri karşılamak üzere teknik alanı yeniden yapılanması açık çalışma alanlarında

daha mümkündür. Ek olarak laboratuvar destek alanları, depolama alanı ve mümkün olduğu ölçüde ofisler, gelecekte laboratuvar teknik alanına dönüştürmeyi kolaylaştıracak şekilde tasarlanabilir (6,7).

Kanıtlanmış iş akış modeliyle oluşturulan evrensel konsept üzerinden planlama yapılması önerilir. Bu bağlamda mevcut alan üzerine her bir alan ve fonksiyonu ölçüğü ve boyutunu gösteren enstrümanlar ile iş akışı arasındaki ilişkilerin anlaşılmasıyla detaylı planlar geliştirilir ve laboratuvar yerleşim ölçüğünde üniteler konumlandırılır (7).

Histopatoloji laboratuvarı

Makroskopi ünitesi ile rutin histopatoloji ünitesi etkileşim ortak noktasında doku takip işleminin yürütüldüğü doku takip cihazları vardır. Çoğu doku takip cihazı çalışma sırasında havalandırma gerektirmez ancak reaktif değişiminde kimyasal buhar açığa çıkacaktır. Doku takip cihazları bağımsız veya makroskopi odası içinde planlanabilir bağımsız alana yerleştirildiğinde doku gömme ve makroskopi üniteleri arasında konumlandırılması önerilir (6).

Boyama ve kapama odası/alanında da laboratuvar teknik alanlarında olduğu gibi aşağı hava akımlı (downdraft) yerleşimli menfezeler kullanılmalıdır. Odanın çıkışında bir el yıkama istasyonu bulunması uygun olacaktır (3).

Açık plan laboratuvarlarda, histokimyasal işlemlerin yapıldığı ünitenin sınırları belirgin olmalıdır. Ünitenin havalandırma, tezgâh ve çeker ocak gereksinimleri standartlara uygun karşılanmalıdır. Özellikle reaktif hazırlanan ünitelerde çeker ocak ve kimyasal depolama kurallarına uygun dolaplar tercih edilmelidir. Histokimya ünitesinde lavabo özelliği ve sayısı önemli bir ayrıntıdır. Sağlık kuruluşunun altyapısı uygunsa histokimya ünitesinde kimyasal atıklar için ayrı bir lavabo planlanmalı mümkün değilse kimyasal atık imha edilmek üzere ayrıca depolanmalıdır (14,15). Distile su ihtiyacı, hassas terazi, etüv, lam kurutma tablası, manyetik karıştırıcı ekipmanları yanı sıra birçok cam malzeme için yeterince dolap alanı sağlanmalıdır. Cam malzemelerin yıkanması için bulaşık makinası talep edilebilir.

Rutin histoloji ve sitoloji preparatlarının boyama ve kapaması el ile olacaksa yeterli aydınlatma ve havalandırma (yüzey akış hızı 100 fpm) çeker ocaklar kullanılmalıdır. Otomatik boyama ve kapama cihazları kullanılan bir laboratuvarında reaktif değişimleri ve lam yük-

leme boşaltma işlemleri esnasında kimyasal buhar sızıntısı olacağı düşünülerek ünitenin havalandırması kurallara uygun tezgâh seviyesinin altında, aşağı hava akımlı menfez ile yapılmalıdır. Buna ek önlem olarak cihaz kabin içine alınabilir. Otomatik boyama ve kapama ekipmanı yerleştirmek için özel zemin su girişi ve tahliyesi ve tezgâh alanı gerekecektir (6).

Genel histopatoloji laboratuvarında laboratuvar iş hacmine göre, doku gömme ve kesit işlemlerinde kullanılan mikrotom, su banyosu, sıcak ve soğuk plaka ekipmanlarından oluşan bir arada bir veya birden çok iş istasyonu planlanmalı, gerekli tezgâh alanı sağlanmalıdır. Mikrotomla kesit alma işlemi hava türbülansı ve akışlarından da olumsuz etkilenir. Bu nedenle ünite hava akışı düşük hızda seyretmeli, mikrotomların ünite içinde yerleşiminde bu durum göz önünde bulundurulmalıdır (6,12).

Makroskopi odası

Makroskopi ünitesi mevzuatta yer aldığı üzere bağımsız havalandırma sisteminin uygulandığı bağımsız bir ünite olarak tasarlanması gerekmektedir. Makroskopi ünitesinin laboratuvar içinde açık plan olarak tasarlanması uygun değildir. Makroskopi ünitesinin bağımsız bir oda olması hükme bağlanmış olmakla beraber belli bir metrekare şartı aranmadığı, ruhsatlandırma esas laboratuvar teknik alan toplam metrekaresi içinde değerlendirildiği görülmektedir. Ünite makroskopik bulguların alındığı ve not edildiği süreçte, çalışmayı yürüten kişi için sessiz ve örneğin incelenmesine odaklandığı, sağlıklı bir ortam yaratılmalıdır. Ünite birden fazla iş istasyonu söz konusu ise istasyonlar arasında çalışma mahremiyetini koruyacak mesafe gözetilmelidir. İdeal olarak, asgari düzeyde fotoğraf ekipmanı, dikte sistemi, hastane bilgi yönetim/laboratuvar bilgi yönetim sistemine ve tanı amaçlı görüntüleme "PACS" sistemine erişim için altyapı bulunmalıdır (7,10,16).

Makroskopi odasında numune taşıma arabasının personel geçişlerine engel olmayacak şekilde park edebileceği kadar yeterli alan olmalıdır. Potansiyel olarak bulaşıcı, yüksek riskli örneklerin çalışıldığı laboratuvarlarda bu örneklerin diseksiyonu için ayrı bir oda gereklidir. Oda giriş çıkışında bir lobi de olmalıdır. Odanın çıkışında bir el yıkama istasyonu planlanmalıdır (6).

Diseksiyon alanında, aralıklı egzoz havalandırması sağlayan, tercihen yüksekliği ayarlanabilir aşağı hava akımlı tezgâhlar olma-

lıdır. Taze hava laboratuvar alanından diseksiyon kabineye doğru akmalıdır (Şekil 3). Lokal havalandırma sistemi solunum seviyesinde yönetmelikte düzenlenmiş eşik sınırları sağlayacak şekilde tasarlanmalı ve işletilmelidir (6,17,18).

Diseksiyon tezgâhı

Diseksiyon tezgâhları çalışma düzleminde formaldehit yoğunluğunu eşik değerin altında tutmak için belirtilen referans ölçülere uyulmalıdır (15,19). Tezgâh derinliği maksimum 650 mm olmalıdır. Daha derin çalışma yüzeyi havalandırma etkinliğini azaltacaktır. Çalışma yüzey alanının derin ucunda, tezgâh yüzeyi boyunca ve düşey olarak konumlandırılmış havalandırma ızgarası bulunmalıdır. Hava tahliye ızgarası 1,2 m uzunluğunda ve 150 mm yüksekliğinde olmalıdır. Izgara açıklığının toplam uzunluğu boyunca ve tam yükseklikte minimum 1 m/s'lik bir yüzey hızı sağlanmalıdır. Düşey ve sıralı konumlanmış havalandırma ızgarası çalışma yüzeyi seviyesine mümkün olduğunca yakın olmalıdır. Temizlik ve ıslak çalışma koşulları düşünüldüğünde çalışma yüzeyinin üzerindeki ızgara açıklığının çalışma düzleminde minimum yüksekliği 75 mm olması gerektiği değerlendirilmiştir. Makroskopi odası ve diseksiyon kabinlerinden tahliye edilen havanın ayrıca filtrelenmesi gerekmez (6).

Bir başka önemli konu ise makroskopik örneklerin yasal saklama süresince tutulması ve süre sonunda bertaraf edilmek üzere yetkili kuruma devretme operasyonunun yürütülmesidir. Bu bağlamda örnekleme öncesi ve sonrasında kullanılan depolama dolapları, sıvı temasına karşı dirençli malzemeden yapılmış, kapaklı, havalandırma egzoz sistemine bağlı ve negatif basınç altında olması uygun olacaktır.

Numunelerin transferi

Numunelerin transferleri dendiğinde, içinde organ olan, çeşitli boyutlarda kimyasal dolu kapların laboratuvar içinde taşınması, işlenmesi, saklanması ve tekrar laboratuvar dışına büyük doku ve kimyasal içerikli ağır varillerle taşınması akla gelir. Her ne kadar PTL'de makroskopik örnekleri depolama kapasitesi birincil konu olsa da taşıma arabası ve kimyasal ve doku içeren varillerin güvenli hareketini sağlayacak fiziki koşulların oluşturulmasına da önem verilmelidir. Özellikle koridor genişliklerinin bir buçuk metre civarında olması önerilir.



Şekil 3. Makroskopi Odası Hava Akış Yönü. Taze havanın akış yönü çevreden kabin içine doğru. Çalışan, taze hava ve numune arasında konumlanmaktadır. Fotoğraf: Patoloji laboratuvarı makroskopi ünitesi.

Makroskopi ünitesi içine taşıma arabasının hareket edebileceği alan sağlanmalıdır. Konteynerleri doldurmak için kullanılan yol ve taşıma rotası, birincil dolaşım yolunun (hasta ve personel hareketliliği olan rota) dışına seçilmeli ve boş konteyner (varillerin) geçici olarak depolanması için yeterli alan sağlık kuruluşu içinde sağlanmalıdır (12).

Frozen çalışma istasyonu

Frozen çalışma ünitesi çalışma koşulları göz önüne alındığında biyogüvenlik ikinci seviyede laboratuvar olarak değerlendirilir. Numunenin örneklendiği istasyonda, taze doku örneklerinin taşıyabilecekleri risklerden hareketle, egzoz havası HEPA filtreden geçirilerek atılan ve ön açıklık yüzey hızı minimum 0,38 m/s şartını karşılayan Sınıf 2 biyogüvenlik kabini kullanılmasının uygun olacağı değerlendirilmektedir. İntra-operatif konsültasyon sürecinde dondurulmuş numunelerden kesit alınan kriyostat hava akışlarının düşük hızda seyrettiği ve türbülansın olmadığı alana yerleştirilmesi uygun olacaktır. Yüksek hızlı hava aerosol oluşturma riski taşıyacağı gibi işlem esnasında teknik zorluklar da yaşatabilir. Frozen işlem alanı laboratuvarın diğer daha az riskli süreçleriyle kesişmeyecek şekilde mümkünse ayrı bir istasyon ve oda olarak planlanmalıdır. Bağımsız boyama alanı ve tezgâh, ünite içinde çözümlenmelidir. Ünite girişi kontrollü ve kendiliğinden açılır kapılar ile sağlanması idealdir. Ünite çıkışına yakın el yıkama

lavabosu yer almalıdır. Oda egzoz havasının ayrıca filtre edilmesine gerek yoktur (6,12,19,20).

Moleküler patoloji laboratuvarı

Konvansiyonel ve moleküler patolojinin tek bir laboratuvar yönetimi ve servis dağıtım altyapısı ile bütünleştiği, moleküler teknikle araştırma ve tanılama süreçlerinin PTL'ye entegre edilmesinin kaçınılmaz olduğu görüşü her geçen gün ağırlık kazanmaktadır (21). Ancak bu modern teknikler, organizasyonda, yaklaşımda ve altyapıda yenilenme ihtiyacı doğurmaktadır.

Moleküler testler, örnek kaynağı, test teknikleri, test süreçleri ve kombinasyonları dikkate alındığında, numunelerin başta uygun ayrıştırma ve yönlendirme sürecine tabi tutulması gerekmektedir. Tüm bu süreçler eğitimli personel tarafından ve tanımlanmış protokollere göre yapılması gerekir. Bu bağlamda mPTL örnek kabul ve sınıflandırma alanına yer vermek veya bir alanı tanımlamak test güvenliği ve süreçlerin izlenebilirliği açısından iyi bir başlangıç olacaktır (22).

Akreditasyon kılavuzları PCR esaslı test çalışmalarında, amplifikasyon, amplifikasyon öncesi (ekstraksiyon) ve sonrası (Biyoinformatik ve raporlama) süreçlerin, ayrı bölümlerde yürütülmesini önermektedir. Bu odalar veya alanlar planlanırken iş akış modeli üzerinden planlanması, her çalışma alanının ihtiyaç duyduğu sarf malzeme ve ekipman için yeterli alan oluşturulması, malzeme ve ekipmanın odalar arasında taşınmaması önerilmektedir (22,23).

Ribonükleazlar (RNaz) hemen her yüzde bulunur ve uzaklaştırılmadığı takdirde numuneyi bozması muhtemeldir. Bu nedenle yeterli alan var ise RNA ve DNA izolasyon odası veya en azından kabini ayrı planlamak ideal olacaktır (24). Benzer nedenlerle çevresel koşulları bu yaklaşımla düzenlemek, düşük hızda, örnekten çevreye hava akımı olan laminar akışlı bir biyogüvenlik kabin kullanmak, izolasyon sürecinde ve reaktif hazırlığında, alanın temiz kalmasını sağlayabilir. Ortamdan nükleazları uzaklaştırmak için kolay temizlenir tezgâh tercih etmek uygun olacaktır (23). Yakın zamanda Anıl Aysal ve arkadaşlarının yayımlanmış olduğu makalede mPTL fiziki koşulları detaylı incelenmiştir (24).

Laboratuvar fiziki özellikleri, personel yapısı ve iş akışı dikkate alındığında mPTL'nin çalışmalarını PTL direktörlüğü altında yarı otonom olarak yürütmesi ideal olabilir (22,23).

Moleküler teknikler ve metodolojilerin çeşitliliği mPTL'de ilave ekipman tanımlaması ve alan ihtiyacı yanı sıra büyük miktarda veriyi sıralamak ve genetik varyantlardaki önemi ortaya çıkarmak için daha güçlü bilgisayar işlemcileri gerektirebilecektir. Ayrıca, mPTL çalışmalarının bilgi aktarımı ve depolama altyapı kapasitelerini henüz deneyimlemediğimiz ölçüde zorlayabileceği düşünülmektedir (7,21).

Sitoloji laboratuvarı

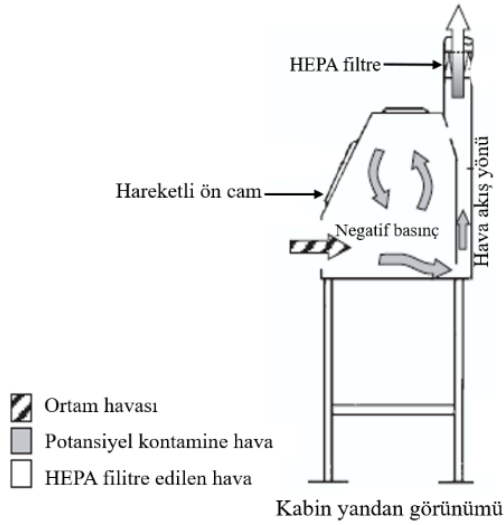
Yürürlükteki "Tıbbi laboratuvar yönetmeliği" incelendiğinde, STL'nin ayrı bir başlıkta ele alınmadığı görülmektedir. Ancak çalışılan analitin niteliği ve riskleri ve alınması gereken ek önlemler düşünüldüğünde STL'nin alt bir başlıkla ele alınmayı hak ettiği söylenebilir.

Uzun geçmişi olsa da son yıllarda STL'de büyük teknolojik değişimlerin olduğu, yeni cihaz ve ekipmanların STL envanterine katıldığı görülmektedir. Otomatik boyama cihazları, sıvı bazlı işlemciler, görüntüleme sistemleri ve PCR tabanlı HPV tarama testleri artık çoğu laboratuvarında kullanılmaktadır. Bu gelişmeler üzerinden, geleneksel laboratuvarlara kıyasla modern STL'nin daha fazla tezgâh alanı ve düzenlemeye ihtiyaç duyduğu söylenebilir. Moleküler tarama testlerin entegrasyonu ile gelecekteki STL daha teknolojik ve kompleks bir laboratuvar altyapısı talep edeceği yadsınamaz. Bu bağlamda planlama ve tasarımın laboratuvarın muhtemel ihtiyacına cevap verebilecek esneklikte olması önerilmektedir (1).

Biyogüvenlik söz konusu olduğunda biyolojik riskler STL'de ön plandadır. Tipik bir STL için biyogüvenlik seviyesini iki olarak sınıflandırmak ve güvenlik seviyesinin gereksinimlerini dikkate almak uygun olacaktır. Biyogüvenlik iki seviyesi, laboratuvar çalışanlarının güvenlik uygulaması, güvenlik donanımı kullanmasına ek olarak tesis altyapısı açısından da özel düzenleme gerektirmektedir (1,19,20,25,26).

Fiziki altyapı kurulurken STL'de enfeksiyon riskine karşı çalışanların güvenliği sağlanmalıdır. Sıvı veya yarı sıvı materyalin santrifüj edilmesi, çalkalanması, akıtma, karıştırma, bir başka sıvı veya katı yüzeye damlatma gibi STL rutininde bulunan eylemlerle açığa çıkan atomize damlacıklara (aerosol) karşı önlem alınmalıdır. Bu bağlamda enfeksiyon riski taşıyan örneklerle yapılan çalışmalar için biyolojik güvenlik "Sınıf 2" kabin kullanımı uygundur (Şekil 4). Biyogüvenlik kabini, laboratuvar içinde havalandırma ve güvenlik kurallarını

karşılıyan, uygun bir noktaya yerleştirilmelidir (6,20).



Şekil 4. Sınıf 2 Biyogüvenlik Kabini (20).

STL teknik alanına giriş ve çıkışlar sınırlandırılmalı ve kontrollü olmalı, kendiliğinden kapanan otomatik kapı tercih edilmelidir. Laboratuvar çıkışına yakın bir el yıkama istasyonu bulunmalıdır (1,19,20).

Çok sayıda personel ile çalışan iş hacmi yüksek STL girişinde kişisel koruyucu ekipmanların bulunduğu giyinme koridoru olması önerilmektedir. Örnek hazırlama ile boyama, kontrol ve teslimat işlerin yapıldığı alan belirgin biçimde ayrı olması gerektiği değerlendirilmektedir.

STL örnek kabul birimine, boyama, kapama odası ve depo gibi diğer fonksiyonel alanlara kısa erişimi imkânı olan konumda planlanmalı ancak örnek hazırlama süreçlerinde, hastane ve diğer laboratuvar personeli ile etkileşim en az düzeyde tutacak konum tercih edilmesi daha uygundur (1,6).

Arşivleme odası

Lam arşiv ünitesinin PTL için birincil konularının dışında düşünülmektedir. Ancak arşiv ünitesi, bilhassa lam arşiv odaları için büyük ağırlıklar söz konusudur. Ayrıca incelemesi tamamlanmış büyük yığınlar halinde lamların el arabası ile arşiv odasına taşınacağından arşiv odasında arabanın hareketine izin veren koridorlar planlanmalıdır.

Lam arşiv odaları incelendiğinde metrekareye düşen yük miktarının oldukça fazla olduğu görülmektedir. Laboratuvarımızda yaptığımız ölçümlerinde ortalama 70 cm² alana isabet eden ağırlık 250-300 kg (üst üste 12 sıra 12

çekmeceli spiral yay kullanılmayan standart ölçülü lam arşiv dolabı) olduğu görüldü. Literatürde ise lam arşivinin bulunduğu arşiv odasının ortalama canlı yükünün 440 kg/m²'nin üzerinde olduğu ifadesi yer almaktadır. Standartlara uygun olarak inşa edilmiş laboratuvar zemini, canlı yük kapasitesi 586–732 kg/m² arasındadır. Depolama hacmini artırmak için kızaklı arşiv dolap sistemleri kurulduğunda ise daha büyük yükler söz konusudur. Bu yerlerde veya zayıf yapılarda, ünite zemini ve sütunlarını desteklemek için ek yapısal güçlendirme gerekebilir (12). Ayrıca lam, blok ve rapor arşivine girişler, anahtar kodu veya kart erişim ile yetkili kişilerin erişimine açık olacak şekilde tasarlanması uygun olacaktır (1).

Sonuç

Fiziksel altyapı gereksinimi, sağlık kuruluşu bünyesinde geniş test grupları çalışan, yüksek iş hacmi olan PTL'den, müstakil olarak faaliyet gösteren, küçük ölçekli laboratuvar gibi büyük ve küçük boyutlu laboratuvarlarda farklılık göstermektedir. Ancak güvenlik kuralları, kalite standartları ve verimlilik hedefleri büyük oranda ortaktır.

Bir yandan da farklı ölçekteki laboratuvarlar ortak mevzuata tabidir ve güvenlik kuralları ile yükümlülük altına alınmıştır. Laboratuvarın yenilenme ve inşasında yasal yükümlülükler, iş güvenliği, çevre sağlığı kurallarına uygunluğu elbette gözetilmelidir. Bunun yanı sıra üniteler arası iyi ilişkilendirilmiş, toplam kalite felsefesini benimsemiş, üst düzey personel ve ekipman kullanımı ile başarılı laboratuvar inşa etmek mümkündür.

İş akış haritası içinde birbirine uzak olmayan ve ortak altyapı gereksinimleri ile çözülebilen üniteler açık plan tasarlanabilir. Açık plan tasarımlar, esneklik sunabileceği gibi laboratuvar yöneticilerinin, süreçleri, ihtiyaçları ve malzeme akışını takip etmekte işlerini kolaylaştıracaktır

Laboratuvarın fiziki planı ve trafik akışı, organizasyonun kültürünü yansıtır. Yeniden yapılanma ile bu kültür değiştirebilir, yeniden inşa edilebilir. Standartlara uygun, toplam kalite ve yalın felsefe yaklaşımının hedeflediği organizasyonlarda fiziki alanların standartlara uyumu ve dönüşümü aynı zamanda çalışan düşüncesinde, tutumunda, davranışında değişime öncülük edecektir. Bu sayede kurum kültürü olumlu yönde gelişecektir. Ancak değişim çabası her zaman kabul görmez ve dirençle karşılaşabilir. Bu gibi durumlarda, eğitim, iletişim,

katılım, manipülasyon ve pazarlık gibi, geçerliliği kanıtlanmış yöntemlerin kullanılması değişime öncülük eden liderlere yol gösterecektir. Laboratuvarlar, teknik olarak sofistike ve mekanik olarak yoğun yapılardır. Etkili, esnek, çalışanları için güvenli, çevreyle uyumlu, toplum ve kamu kurumlarının desteğini almış, maliyet-yarar oranını etkin kullanmış laboratuvar tasarımı, başarılı bir laboratuvar olarak tanımlanabilir. Ancak dikkatli planlama ve doğru tasarım, bugün inşa ettiğimiz laboratuvarın yarın ihtiyacımız olan laboratuvara uyumunu sağlayabilir.

Kaynaklar

1. Roberson J, Wrenn A, Poole J, Jaeger A, El-toum IA. Constructing a modern cytology laboratory: A toolkit for planning and design. *Cytojournal*. 2013; 10:3.
2. Resmî Gazete. Tıbbi Laboratuvar Yönetmeliği. <https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=18933&MevzuatTur=7&MevzuatTertip=5>. Yayımlanma tarihi 10.10.2013, Erişim tarihi 11.05.2023
3. Liaqat, M., Turner, A., Anderson, P., Palmer, B., Taher, S. A., Koshy, Z., et al. Establishing an Anatomic Pathology Laboratory at Cleveland Clinic Abu Dhabi. *Arch Pathol Lab Med*. 2018;142(9):1036-1046.
4. Guidelines (iHFG). Health Facility Briefing & Design: Part B, Version 6.0. [İnternet]. 2022 [Alıntılama 10 Mayıs 2023] https://www.healthfacilityguidelines.com/ViewPDF/ViewIndexPDF/iHFG_part_b_laboratory_unit
5. Graban, Mark. *Lean Hospitals Improving Quality, Patient Safety, and Employee Engagement*. Boca Raton FL: CRC Press is an imprint of Taylor & Francis Group; 2011.
6. Department of Health and Social Care. NHS Estates: HBN 15 - 'Facilities for pathology services'. [İnternet]. 2005 [Alıntılama 1 Mayıs 2020] <https://www.gov.uk/government/publications/best-practice-guidance-for-the-planning-and-design-of-facilities-for-pathology-services>.
7. Sandy Mullay, Theodore R. Newell, Jeffrey Prichard, Sara Eastman. *Evolving Anatomic Workflow Drives Pathology Design*. December 2017, Cilt 6, 10. <https://www.medlabmag.com/authors/jeffrey-prichard>. Erişim tarihi 12.05. 2020.
8. Skolozdra, Robert B. *Lab Design And Furnishings*. Lab Manager. <https://www.labmanager.com/labdesign-and-furnishings/its-all-in-the-planning-how-smart-labdesign-and-layout-ensure-optimal-procedures-workflow-cooperation-and-productivity-15697#.W5l5a85KiM8>. Erişim tarihi 10.04.2020
9. Pažek K, *Lean Manufacturing*. IntechOpen, 2021.
10. Resmî Gazete. Tıbbi Laboratuvar Yönetmeliği. <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2013/10/20131009-11.htm>. Yayımlanma tarihi Ekim 2013, Erişim tarihi 10.04.2020.
11. International Health Facility Guidelines. Part B – Health Facility Briefing & Design 145: Laboratory Unit Version 5. [İnternet]. July 2017 [Alıntılama 10.04.2020] http://healthfacilityguidelines.com/ViewPDF/ViewIndexPDF/iHFG_part_b_laboratory_unit.
12. Louis J. DiBerardinis, Janet S. Baum, Melvin W. First, Gari T. Gatwood, Anand K. Seth. *Guidelines for laboratory design : health, safety, and environmental considerations*. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.; 2013.
13. Griffin B. *Laboratory Design Guide-Third edition*. Burlington: Architectural Press; 2005.
14. Resmî Gazete. Sayısı: 29314, ATIK YÖNETİMİ YÖNETMELİĞİ. <https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=20644&MevzuatTur=7&MevzuatTertip=5>. Yayımlanma tarihi Nisan 2015, Erişim tarihi 11.05.2023.
15. Resmî Gazete. Sayısı: 28733: Kimyasal Maddelerle Çalışmalarda Sağlık ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmelik. <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2013/08/20130812-1.htm>. Yayımlanma tarihi Ağustos 2013, Erişim tarihi 11.05.2023.
16. Lott R, Tunnicliffe J, Sheppard E, Santiago J, Santiago J, Hladik C, Nasim M, et al. *Practical Guide to Specimen Handling in Surgical Pathology*. [İnternet]. 2022 [Alıntılama 25.05.2023] <https://cap.objects.frb.io/documents/practical-guide-specimen-handling.pdf>.
17. Sağlık Hizmetleri Genel Müdürlüğü. Genelge 2014/5: Formaldehit ve Ksilen Ölçüm Standartları Hakkında. <https://dosyamerkez.saglik.gov.tr/Eklenti/38699/0/formaldehit-ve-ksilen-olcum-standartlari-hakkinda-genelgepdf.pdf>. Yayımlanma tarihi Şubat 2014, Erişim tarihi 11.05.2023.

18. Occupational Safety and Health Administration. Applicability of OSHA standards to formaldehyde exposures in laboratories. [İnternet]. 2017 [Alıntılama 11.05.2023] <https://www.osha.gov/laws-regs/standards-interpretations/2017-03-23-0>.
19. Centers for Disease Control and Prevention. Recognizing the Biosafety Levels <https://www.cdc.gov/training/Quick-Learns/biosafety/> Erişim tarihi 15.05.2020.
20. World Health Organization (WHO). Laboratory Biosafety Manual fourth edition. [İnternet]. 2020 [Alıntılama 11.05.2023] <https://www.who.int/publications/i/item/9789240011311>.
21. Salto-Tellez M, James JA, Hamilton Aydınlatma Portalı. <https://www.aydinlatma.org/dimmer-nedir-nasil-calisir.html>. Erişim tarihi 01.05.2023. PW. Molecular pathology - the value of an integrative approach. *Mol Oncol*. 2014;8(7):1163-1168.
22. Association of Molecular Pathology (AMP). Establishing a Molecular Laboratory - Best Practices Around the Globe. [İnternet]. 2020 [Alıntılama 17.05.2023] <https://www.amp.org/AMP/assets/File/education/MIMP/Setting-Up-Molecular-Lab.pdf?pass=22>.
23. Aysal A, Pehlivanoglu B, Ekmekci S, Gundogdu B. How to Set Up a Molecular Pathology Lab: A Guide for Pathologists. How to Set Up a Molecular Pathology Lab: A Guide for Pathologists. *Turk Patoloji Derg*. 2020;36(3):179-187.
24. College of American Pathologists (CAP). Molecular Pathology Checklist. [İnternet]. 2015 [Alıntılama 05.05.2023] <https://cite-seerx.ist.psu.edu/viewdoc/download;jsessionid=BAF04742CE945CDBA65F9BFBBFFAE4C?doi=10.1.1.700.6931&rep=rep1&type=pdf>.
25. Karen K, Anne C, Rodney S, Patrick J, Jonathan Y. Laboratory Design; Approved Guideline—Second Edition. Pennsylvania: Clinical and Laboratory Standards Institute; 2007. CLSI document GP18-A2 https://webstore.ansi.org/preview-pages/CLSI/preview_CLSI+GP18-A2.pdf. Erişim tarihi 15.05.2023
26. Yorukoglu K, Sayiner A, Akalin E. Occupational health hazards and safety guidelines in histopathology laboratory. *Aegean Pathology Journal*. 2005;2, 98–115.
27. Aydınlatma Portalı. <https://www.aydinlatma.org/dimmer-nedir-nasil-calisir.html>. Erişim tarihi 01.05.2023.
28. Şenel M. Üretimde İstatistik Metodlar Yardımıyla Spesifikasyon ve Toleransların Bulunması. *Eskişehir İktisadi ve Ticari İlimler Akademisi Dergisi*. 1973; 9(1): 227-240.