

# KİMYA LABORATUVARLARINDA İKLİMLENDİRME SİSTEM ÖLÇÜTLERİ

Esma Sariaslan Divrikli<sup>1</sup>

## 1. GİRİŞ

Kimya laboratuvarlarında havalandırma sistemlerinin doğru tasarlanması, çalışan sağlığı ve iş güvenliği açısından son derece önemlidir. Bu nedenle, havalandırma tasarımlarında öncelikli olarak çalışan sağlığının en etkili yöntemlerle korunmasına yönelik önlemlerin alınması gerekmektedir.

Kimya laboratuvarlarında işlem yaparken kullanılan birçok kimyasal maddeden dolayı ortama yayılan aerosoller, kimyasal madde buharları ve kokular kaynağından yakalanmazsa laboratuvar havasına karışmakta, kimyasal kirleticilerin yayıldığı bu havanın solunması insan sağlığı açısından risk oluşturmaktadır.

## 2. KİMYA LABORATUVARLARINDA İKLİMLENDİRME SİSTEM ÖLÇÜTLERİ

ASHREA<sup>2</sup>, laboratuvar havalandırma tasarım düzeyini (LVDL-“Laboratory Ventilation Design Level”) LVDL0 dan

LVDL4 e kadar olmak üzere beş aşamada belgelendirerek tanımlamıştır [1].

LVDL0, bir ortaokul laboratuvarı gibi düşük risk tanımlıyorken, LVDL4 de, organik laboratuvar-kimyasal geliştirme laboratuvarları tanımı getirmiş ve en yüksek koruma seviyesi olarak tanımlanmıştır.

LVDL0’da, sadece seyreltme havalandırması yeterlidir. Bilgisayar laboratuvarları veya ortaokul düzeyindeki laboratuvarlar bu düzeydedir.

LVDL1’de seyreltme ve yerel egzoz noktaları oluşturulmalıdır. Kalite kontrol laboratuvarları gibi örneklendirilebilir.

LVDL2 laboratuvarlar için yerel egzoz havalandırması ve davlumbazlar uygulanmaktadır. Çeker ocak, kimyasal dolap bulunan sistemlerdir.

LVDL3 laboratuvar türlerinde, daha çok akademik araştırma laboratuvarları karşımıza çıkmaktadır.

İnşaat ve işletme maliyetleri yüksektir. Seyreltme, yerel

<sup>1</sup> Makina Mühendisi, ES SA Mühendislik, Genel Müdür - e.sariaslan@essamekanik.com

<sup>2</sup> ASHREA: “American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers”

egzoz hatları ve davlumbazlar uygulanmaktadır. Bu laboratuvarlar için ASHRAE, basınç farkını izlemeyi tavsiye etmektedir.

LVDL4 laboratuvarlarda, basınç izlemesi ve otomasyon sistemlerinin kurgulanması şarttır. Yedekli egzoz fanları kurgulanmalı ve sistem riske atılmamalıdır.

LVDL4 laboratuvarlarının türleri, kimyasal geliştirme laboratuvarları, polimer sentez laboratuvarları, organik / inorganik kimyasal sentez laboratuvarları ve özel yüksek tehlike araştırma laboratuvarları şeklindedir.

Aynı bina içerisindeki farklı kimya laboratuvarlarında yapılan işlemler esnasında çıkan kimyasal madde buharlarının egzoz edilirken bile birbirine karışması durumunda patlama riski oluşabileceği için, her laboratuvarın egzozlarının ayrı ayrı toplanması gerekebilir. Laboratuvar çalışma şekli ve risk tanımlamalarının en başta iklimlendirme tasarım ekibine verilmiş olması gerekmektedir.

Kimya laboratuvarlarında havalandırma sistemleri planlanırken iki önemli parametreye dikkat etmek gerekir:

1-Cihazların çalışma gereksinimleri doğrultusunda havalandırma sistemi kurulması.

2-Laboratuvarda çalışan insanların konforunun sağlanmasına yönelik havalandırma sistemlerinin kurulması.

## 2.1 Cihazların Çalışma Gereksinimleri Doğrultusunda Havalandırma Sistemi Kurulması

Cihazlar çalışırken ortam havasını kullandıkları için öncelikle laboratuvar tefrişinde bulunan cihazlar için gereksinimlerin neler olduğu belirlenmelidir. Laboratuvar tefrişlerini mutlaka kullanıcı istekleri ve görüşleri de dikkate alınarak mimar, kimya mühendisi, makina mühendisi ve elektrik mühendisi birlikte planlamalıdır.

LVDL3 ve LVDL4 kimya laboratuvarları içerisinde egzoz planlaması yapılması gereken cihazlar, genellikle çeker ocaklar, akrobatik kollar ve kimya dolaplarıdır. Çeker ocaklarda hızlı tepkimeli motorlu VAV damperler kullanılırken, akrobatik kollar ve kimyasal dolaplarda yine hızlı motorlu CAV (sabit hava debili) damperler kullanılmalıdır.

Özellikle LVDL4 laboratuvarlarda bu cihazların emiş hatlarına ayrı ayrı olmak üzere, hızlı tepkimeli motorlu VAV (değişken hava debili) veya CAV (sabit hava debili) damperler takılmalıdır.

Tüm egzoz kanallarında, VAV ve CAV cihazların gövde ve bağlantı noktalarında sızdırmazlık sağlanmış olmalıdır.

Laboratuvar cihazlarının çalışması ile birlikte devreye girecek olan egzoz sistemi ile birlikte ortamdan çekilen hava kadar temiz hava ortama yine hızlı tepkimeli motorlu VAV damperler ile gönderilecek şekilde temiz hava fan ve menfez sistemi dizayn edilmelidir.

Sistem talep kontrollü olarak planlanmalıdır. Egzozda kullanılan ve temiz havada kullanılan VAV cihazlarında basınç sensörleri olmalı ve ortam içerisinde sıcaklık, nem ve basınç değerlerinin mutlaka kontrol edildiği, laboratuvar otomasyon sistemi planlanmalıdır. VAV sistemin hareket kabiliyeti de, bu otomasyon sistemi ile ilişkilendirilerek çalıştırılmalıdır.

Cihazlar çalışmadığı zamanlarda da laboratuvar çalışmasının ve cihazların konforunu sağlamak üzere ortam havalandırması için ayrı ve ikinci bir egzoz aspiratörü planlanmalı ve taze hava cihazıyla birlikte çalıştırılarak ortam havalandırması sağlanmalıdır.

Laboratuvar ısıtma ve soğutma yükleri, merkezi sistemden karşılanabilir veya ortama gönderilen hava iklimlendirilerek kontrol edilebilir.

Ortam içerisinde kullanılan VAV cihazlarının hepsinde LON, BacNET veya MODBUS gibi protokolleri destekleyecek şekilde, çalışma modu seçimi, ortam çalışma debisi seçimi, sıcaklık veya basınç farkı kontrolü için, hava değişim miktarı, ortam fark basıncı, cihaz üzerinden geçen debi ve damper pozisyonu, ortam toplam üfleme ve emiş debileri (ayrı ayrı ve toplam) parametreleri bina otomasyon sistemi üzerinden izlenebilir ve kontrol edilebilir olmalıdır. Ortamda istenilen şartlar herhangi bir nedenle sağlanamadığında, sorunun ne olduğu anlaşılacak şekilde bina otomasyon sistemine alarm bilgisi aktarılmalıdır.

LVDL3 ve LVDL 4 gibi yüksek nitelikli laboratuvarlarda yapılan işleme bağlı olarak egzoz edilen havanın içerisindeki kimyasal madde buharı ve aerosollerin doğaya direkt atılmaması gerekir. Bu laboratuvarlarda yapılan işlemlere bağlı olarak ortaya çıkan gazların çevre etki değerlendirilmesi yapılmalı ve buna göre filtrasyon sistemleri seçilerek kurgulanmalıdır.

Tehlikeli atık gazların ve partiküllerin oluşması durumun-

da, KBRN filtre dediğimiz iki kademeli filtreler kullanılmaktadır. KBRN filtrelerde, egzoz edilen gazlar öncelikle HEPA filtreden daha sonra aktif karbon filtreden geçirilerek ve temizlenerek doğaya verilmesi sağlanır. NATO AEP54 standardına göre, partikül filtrasyonu için HEPA filtre ve gaz filtrasyonu için aktif karbon filtrelerden oluşan ve otomasyona entegre edilerek değişme zamanı takip edilebilen sistemlerin kurgulanması gereklidir.

İşletme açısından pahalı olan bu sistemlerin kurgulanması, tamamen yapılan çalışmada ortaya çıkacak gaz buharları ile ilgili olarak ve kimya mühendisinin önerisine bağlı olarak yapılmalıdır. Filtrelerin kullanım ömrüne bağlı olarak değiştirilme gerekliliklerinden dolayı bir maliyet söz konusu olduğu gibi, tıkanmaya bağlı olarak oluşturacağı dirençlerden dolayı fan elektrik tüketimini de arttıracaktır. Eğer bu sistem kurgulanacaksa, laboratuvar ile filtrasyon sistemi arasında kurgulanacak bir otomasyon sistemi ile, filtreler sürekli devrede olmadan ve gerek olduğunda çalıştırılacak şekilde laboratuvar çalışanına seçim yaptırılır ve hat üzerine konulacak zaman saati ile filtrelerin ne kadar zaman devrede kaldığı ve kullanım ömrü bilgisi otomasyon sistemi aracılığıyla haber verilerek takip yapılabilir.

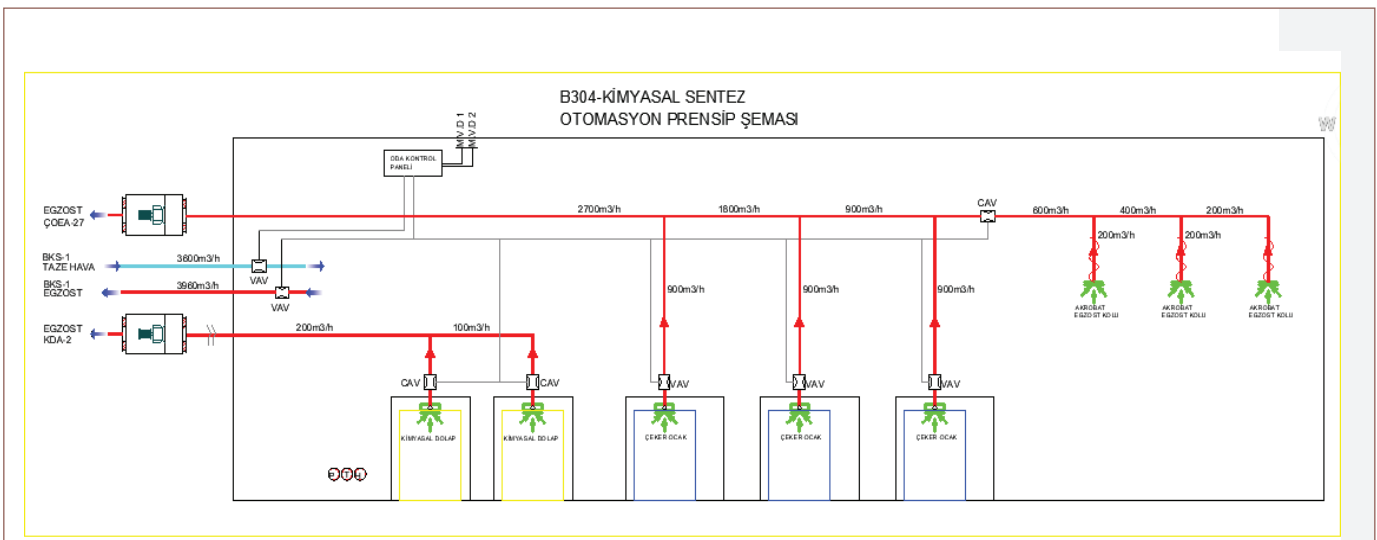
Laboratuvarlarda yer alan bazı cihazların elektronik parçalarında tozlanmalar nedeniyle zarar meydana gelebilir. Bu cihazların korunması açısından da iyi bir havalandırma ve filtreleme önemli olmaktadır.

## 2.2 Laboratuvarda Çalışan İnsanların Konforunun Sağlanmasına Yönelik Havalandırma Sistemlerinin Kurulması

Laboratuvar, laboratuvar havalandırma tasarım düzeyine bağlı olarak ayrıca bir konfor havalandırma sistemi tasarlanır. Bu, çalışanların ve laboratuvar malzemelerinin konforunu sağlamak üzere ortamda havalandırma ve iklimlendirme amaçlı sistem tasarımıdır. Bu sistemde de, talep kontrollü VAV sistemlerle tasarım yapılır. Hava değişim sayısı laboratuvar havalandırma tasarım düzeyine göre belirlenir ve laboratuvarlarda %10-15 negatif basınç uygulanır. Ortam için kurgulanacak sistemler, yaz ve kış için sıcaklık-bağılı nem değerlerinde aynı konfor şartlarının oluşmasını sağlayacak şekilde seçilmelidir.

Bütün bu sistemlerin doğru kurgulanması ve sistemin ekonomik ve düzgün olarak çalışabilmesi için iyi bir tasarımın çok önemli olduğu görülmektedir. Yanlış tasarlanmış havalandırma sistemlerinin tekrar düzeltilerek verimli hale getirilmesi için yapılacak çalışmalar, hem zaman kaybına neden olacak hem de ekonomik açıdan maliyeti yükseltecektir. En baştan doğru tasarımın yapılması için uygun ekiplerin bir araya gelerek sürece katkı koyması ve bütünlük tasarımının gerçekleşmesi sağlanmalıdır.

LVDL2'de dört değişim/h genel olarak yeterli olmakta iken, LVDL3'te -altı ya da sekiz değişim/h ve LVDL4'te sekiz ya da daha konformist sistemlerde on değişim/h esas alınarak ve %10-15 arasında negatif basınç olacak şekilde havalandırma debileri planlanabilir.



Şekil 1. Kimyasal Sentez Laboratuvarı Otomasyon Prensip Şeması [2]

### 3. KİMYA LABORATUVARLARINDA SİHHİ TESİSAT SİSTEMLERİ

#### 3.1 Sıvı Atıkların Yönetimi-Nötralizasyon Üniteleri

Kimya laboratuvarlarındaki atık yönetimi de, havalandırma sistemi kadar üzerinde hassasiyetle durulması gereken bir konudur. Laboratuvar yönetim sistemi içerisinde atık yönetimi önemli bir yer tutar. Ancak burada sadece laboratuvarlardaki sıvı atık sistemleri üzerinde durulacaktır. Laboratuvar eviyeleri, yıkama eviyesi ve kimyasal eviye olmak üzere ayrı ayrı planlanmalı ve kullanıcıyı uyaran yönlendirme levhaları mutlaka bulundurulmalıdır. Kimyasal eviyelerin aside dayanıklı malzemeden yapılması, atık borularının da aynı şekilde çelik boru olması önemlidir. Kimyasal eviyeden toplanan atıklar, mutlaka nötralizasyon ünitelerinde biriktirilmelidir.

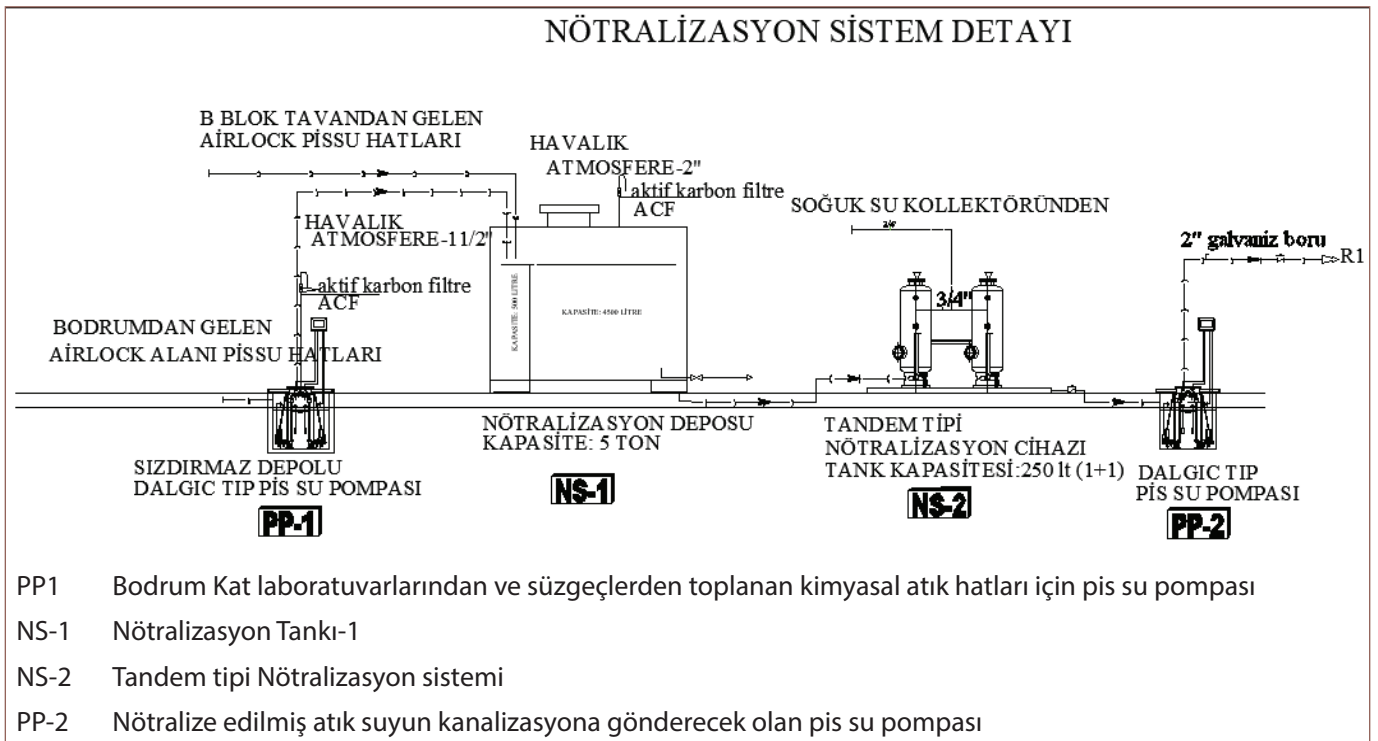
Günümüz teknolojisinde nötralizasyon üniteleri oldukça gelişmiştir. İçinde bulunabilecek beş farklı kimyasalı algılayabilen, uygun sıralama ile öngörülen limitler içinde nötralize ederek zararsız olarak atık sistemine sevkıyatı sağlayan üniteler bulunmaktadır. Tanklar ve borulama,

yüksek basınç ve kimyasal dayanımına sahip PVC, PP, U-PVC malzemelerden yapılmalı, metalik kullanımın zorunlu olduğu noktalarda ise en az 316 kalitede paslanmaz çelik kullanılmalıdır.

Otomatik olarak tüm işlemlerin bir ekran aracılığı ile izlenmesine olanak tanıyan ve gerektiğinde raporlayabilen otomasyon sistemleri olan modeller kurgulanabilir. Bu nötralizasyon sistemlerinde herhangi bir sorun olması durumunda, uyarı ve acil durum olarak iki farklı alarm seviyesi tanımlanabilmektedir.

#### 3.2 Acil Duş Sistemleri

Kimya laboratuvarlarında yapılacak çalışmalar esnasında saf su veya iyonize su ihtiyacı için gerekli cihaz ve tesisat sistemleri oluşturulmalıdır. Ayrıca mutlaka laboratuvar içinde şok duşlar ve göz duşları bulunmalıdır. Acil duş hatları gereksinim anında sistemden ani ve yüklü debide su çektikleri için, binadaki diğer su gereksinimleri ve basınç sistemini bozmaması için ayrı bir hatla çekilmesi ve basınç dengelemesinin kollektör çıkışında yapılması gerekir.



Şekil 2. Nötralizasyon Sistem Detayı [2]



Şekil 3. Acil Duş



Şekil 4. Göz Duşu



Şekil 5. Yangın Tüp Dolabı

#### 4. KİMYA LABORATUVARLARINDA ENDÜSTRİYEL GAZ SİSTEMLERİ

Laboratuvarda gereksinime uygun endüstriyel gaz tesisatları kurgulanmalıdır. Basıncılı hava, vakum, oksijen, argon, CO<sub>2</sub>, sıvı nitrojen, azot, kuru hava, vb. gazların gereksinime göre laboratuvar ortamında olması sağlanmalıdır.

Laboratuvar güvenliği açısından son derece önemli olan endüstriyel gaz sistemleri, çok önemli ve geniş bir başlıktır. Ayrı bir yazı konusu olarak değerlendirilmelidir. Burada çok kısa olarak bahsedilecektir.

Laboratuvarda yapılacak çalışmalar sırasında hangi gazlara ne kadar miktarda gereksinim olduğu belirlenmeli ve kullanılacak olan gazın cinsine uygun boru ve tesisat şekli seçilmelidir.

Laboratuvarlarda kullanılan boru ve birleştirme sistemleri,

- Medikal bakır boru tesisatı
- Paslanmaz boru tesisatı
- Yüksüklü birleştirme yöntemleri
- Orbital kaynak yöntemi

şeklinde dir.

Ortam içerisinde kullanılacak olan tüplerin mutlaka yangın yönetmeliğine uygun güvenli tüp dolapları içerisinde olması önemlidir.

Tüp dolapları, tüpler için montaj rayları, katlanma rampası, silindirlerin sabitlenmesi için tutma kayışları ve silindir tutucuları olan, boru çıkışları için üstte boru kesimine uygun giriş çıkış boşlukları olan dolaplardır. Mümkünse

tüm tüpler açık alanda tasarlanmalı, ihtiyaca uygun kapasiteler belirlenip bazı endüstriyel gazların merkezi olarak planlanması yapılmalıdır. Uygun vana kutuları ve gaz kaçaklarına karşı alarm sistemleri planlanmalıdır.

#### 5. SONUÇ

Kimya laboratuvarlarında yapılacak çalışmaların sağlıklı ve verimli yürütülebilmesi, gerekli teçhizatın kurulması ve korunabilmesi, çalışan sağlığının korunması, çevreye atılacak atıkların doğru yönetilmesi amacıyla, mekanik sistem gereksinimlerinin belirlenmesi ve uygun sistemlerin kurgulanması son derece önemlidir.

Bu makalede kimya laboratuvarlarındaki temel gereksinimlerden bahsedilmiştir. Her laboratuvarın yapılacak çalışmalara bağlı olarak standartlara göre laboratuvar seviyesi belirlenmeli ve uygun sistem tasarımları yapılmalıdır.

Gereksinimlerin belirlenebilmesi ve doğru kurgulanabilmesi için laboratuvarlarda çalışma yapacak ekibin, yapmak istedikleri çalışmaların anlatıldığı teknik şartnameler hazırlanmalı, gereksinimlerin doğru olarak sağlanabilmesi için kimya mühendisleri, mimar, makine mühendisi ve elektrik mühendisinden oluşan tasarım ekibinin proje sürecini birlikte yürütmesi gerekir.

#### KAYNAKÇA

1. Classification of Laboratory Ventilation Design Levels - ASHRAE Technical Committee 9.10, Laboratory Systems Laboratory Classification Subcommittee
2. ESSA Mühendislik tarafından yapılan Biyoloji Kimya Teknoloji Merkezi-Üniversiteler-İlaç Endüstrisi Kimya Laboratuvarları tasarım çalışmaları