

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DOKTORA TEZİ

**İstanbul'daki Genetik Hastalık Tanı Merkezlerinin İş Sağlığı
ve Güvenliği Düzeylerinin Araştırılması**

Vedat CANER

İş Sağlığı ve Güvenliği Anabilim Dalı

Ekim, 2024

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DOKTORA TEZ ONAYI

İstanbul'daki Genetik Hastalık Tanı Merkezlerinin İş Sağlığı
ve Güvenliği Düzeylerinin Araştırılması

Vedat CANER

İş Sağlığı ve Güvenliği Anabilim Dalı

Bu Doktora Tezi 30/10/2024 Tarihinde Aşağıdaki Jüri Üyeleri Tarafından Değerlendirilmiş ve Oy Birliği ile Kabul Edilmiştir.

Jüri : Prof. Dr. Ferdi Tanır (Danışman)
: Prof. Dr. Ali BAYAT
: Prof. Dr. Ahmet Mahmut KILIÇ
: Prof. Dr. Başak DOĞRU MERT
: Doç. Dr. Cem BOĞA

Bu Tez Fen Bilimleri Enstitüsü, İş Sağlığı ve Güvenliği Anabilim Dalında Hazırlanmıştır.

Tez No:

Prof. Dr. Sadık DİNÇER
Enstitü Müdürü

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

İÇİNDEKİLER

ÖZ	I
ABSTRACT.....	II
ÇİZELGELER DİZİNİ	IV
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	V
GÖRSELLER DİZİNİ	VI
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	VII
1. GİRİŞ	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	7
3. MATERYAL VE METOT	21
3.1. Araştırmanın Modeli.....	22
3.1.1. PCA.....	23
3.1.2. K-NN.....	24
3.2. Araştırmanın Hipotezleri	26
3.3. Araştırma Yeri ve Evreni	26
3.4. Araştırma Verileri	27
3.5. Araştırma İzimleri.....	30
3.6. Araştırmanın Sınırlılıkları.....	30
3.7. Araştırmanın Güçlü Yanları.....	31
4. BULGULAR ve TARTIŞMA.....	33
4.1. Güvenilirlik Analizi.....	33
4.2. Lineer Regresyon Analizi.....	33
4.3. Korelasyon Analizi.....	45
4.4. Temel Bileşen Analizi.....	47
4.5. Kümeleme Analizi.....	49
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	55
KAYNAKLAR	61
ÖZGEÇMİŞ	71
EKLER.....	73
Ek. A. Araştırma Veri Formu.....	75
Ek. B. Bilgilendirilmiş Onam Formu	81
Ek. C. Bilimsel Araştırma Platformu İzni	83
Ek. D. Etik Kurul Onayı.....	84
Ek. E. İstanbul İlindeki Genetik Hastalık Tanı Merkezleri Listesi	85

İstanbul'daki Genetik Hastalık Tanı Merkezlerinin İş Sağlığı ve Güvenliği Düzeylerinin Araştırılması

Vedat CANER

Danışman: Prof. Dr. Ferdi TANIR

İş Sağlığı ve Güvenliği Anabilim Dalı

ÖZ

Genetik Hastalık Tanı Merkezi Laboratuvarları, insanların kalıtsal olarak taşıdıkları genetik materyali nesiller arasında aktarırken oluşabilecek anomalileri öngörmek ve mevcut mutasyonların kaynağını araştırmak için yapılan testlerin yürütüldüğü araştırma laboratuvarlarıdır. Bu laboratuvarların yalnızca laboratuvarlarda kullanılan biyolojik materyalin risk grubu gözetilerek biyogüvenlik seviyelerine göre sınıflandırılmaları, laboratuvarlarda yürütülecek çalışmalardan kaynaklanacak tüm riskleri karşılayamayacağından yetersiz kalmaktadır. Bu bağlamda bu tez çalışmasında, Genetik Hastalık Tanı Merkezlerinin iş sağlığı ve güvenliği düzeylerine göre sınıflandırılması amacıyla laboratuvarlarda karşılaşılabilecek tüm tehlike gruplarının birbirleri ile olan ilişkileri ve tehlike gruplarının risk yönetimi üzerindeki etkileri araştırılmıştır.

3 basamakta gerçekleştirilen çalışmanın birinci basamağında Genetik Hastalık Tanı Merkezi çalışanlarına 7'li Likert Ölçeği kullanılarak bir araştırma veri formu uygulanmıştır. İkinci basamakta ise araştırma veri formundan elde edilen verilere SPSS programında önce güvenilirlik analizi uygulanmış ve Cronbach Alpha değerinin 0,700'ün üstünde (0.825–0.983) olduğunun tespit edilmesinin ardından korelasyon ve regresyon analizleri uygulanmıştır. Üçüncü basamakta ise SPSS sonuçları çok boyutlu verileri anlamlı bir şekilde küçülten PCA (Principal Component Analysis) ile üç grupta boyutlandırılmıştır. k-NN algoritması ile de, Genetik Hastalık Tanı Merkezleri iş sağlığı ve güvenliği düzeylerine göre üç düzey olarak gruplandırılmalarının doğruluk oranı %93,33 olarak tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Genetik Hastalık Tanı Merkezi, İş Güvenliği, k-NN, PCA

Investigation of Occupational Health and Safety Levels in Genetic Disease Centers in Istanbul

Vedat CANER

Advisor: Prof. Dr. Vedat CANER

Department of Occupational Health and Safety

ABSTRACT

Genetic Disease Diagnostic Center Laboratories are research laboratories where tests are conducted to predict anomalies that may occur during the transmission of genetic material inherited by individuals across generations and to investigate the source of existing mutations. Classifying these laboratories solely based on biosafety levels according to the risk group of the biological material used is insufficient, as it does not encompass all the risks arising from the studies conducted within the laboratories. In this context, this thesis aims to classify Genetic Disease Diagnostic Centers according to their occupational health and safety levels by investigating the interrelationships between all hazard groups encountered in the laboratories and the impacts of these hazard groups on risk management.

The study, conducted in three stages, began with the first stage where a research data form was administered to employees of the Genetic Disease Diagnosis Centers using a 7-point Likert scale. In the second stage, the data obtained from the research form was analyzed using the SPSS program. Initially, a reliability analysis was performed, and after determining that the Cronbach's Alpha value was above 0.700 (ranging between 0.825 and 0.983), correlation and regression analyses were applied. In the third stage, the SPSS results were dimensionally reduced using PCA (Principal Component Analysis), which significantly reduced multidimensional data into three groups. The k-NN algorithm was then used to classify the Genetic Disease Diagnosis Centers into three levels based on their occupational health and safety standards, achieving an accuracy rate of 93.33%.

Keywords: Genetic Disease Diagnosis Center, Occupational Safety, k-NN, PCA

TEŞEKKÜR

Doktora eğitimim boyunca bilgilendirmeleriyle ufkumu açan, saha çalışmalarında yönlendirmeleriyle yolumu aydınlatan, tez yazım sürecinin her aşamasında tecrübelerini benimle paylaşan danışmanım Prof. Dr. Ferdi TANIR'a, tez izleme komitelerinde bana rehberlik eden Prof. Dr. Ali BAYAT ve Doç. Dr. Cem BOĞA'ya, akademik yolda ihtiyaç duyduğum her anda desteğini benden esirgemeyen Doç. Dr. Bora COŞAR'a, Dr. Öğr. Üyesi Ebru BAĞCI'ya, Öğr. Gör. Firdevs DURNAGÖL'e, bana öğretmeyi sevdiiren ilk öğretmenim babam Hazim CANER'e, hayatıma uğur getiren sevgili eşim Tuğba CANER'e ve tüm aileme

Teşekkür ederim.

Vedat CANER, EKİM 2024



ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 4.1. Ölçeklerin güvenilirlik analizi sonuçları.....	33
Çizelge 4.2. Risk yönetimine ait regresyon analizi sonuçları	35
Çizelge 4.3. Korelasyon analizi sonuçları.....	46
Çizelge 4.4. Araştırma sürecinde ileri sürülen hipotezler ve sonuçları.....	47
Çizelge 4.5. Risk yönetimine ilişkin görüşlerin unvan durumuna göre karşılaştırılması (Bağımsız örneklemeler için t testi – independent samples t test).....	47
Çizelge 4.6. Bileşen matrisi	48
Çizelge 4.7. Açıklanan toplam varyans.....	49
Çizelge 4.8. F1 skorları	53



ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1. Araştırmanın Modeli.....	23
Şekil 3.2. k-NN İle Veri Noktalarının Sınıflandırılması	24
Şekil 3.3. Araştırma Veri Şeması.....	27



GÖRSELLER DİZİNİ

Görsel 3.1. SPSS Verilerine Ait Ekran Görüntüsü.....	30
Görsel 4.1. k-NN Model Hipermetreleri Ekran Görüntüsü	50
Görsel 4.2. k-NN Doğruluk Yüzdesi Ekran Görüntüsü	51
Görsel 4.3. Karmaşıklık Matrisi Ekran Görüntüsü	52



SİMGELER VE KISALTMALAR

AB	: Avrupa Birliği
BD	: Biyogüvenlik Düzeyi
BSL	: Biyogüvenlik Seviye Laboratuvarı
ÇSGB	: Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı
D.W.	: Durbin-Watson
DSÖ	: Dünya Sağlık Örgütü
FMEA	: Failure Mode and Effect Analysis
GHTM	: Genetik Hastalık Tanı Merkezi
ISO	: International Organization for Standardization
İSG	: İş Sağlığı ve Güvenliği
İSGÇYS	: İş Sağlığı, Güvenliği ve Çevre Yönetim Sistemi
JCI	: Joint Commission International
KKD	: Kişisel Koruyucu Donanım
k-NN	: k-Nearest Neighbours Algorithm
MATLAB	: Matrix Laboratory
OSHA	: Occupational Safety and Health Administration
PUKÖ	: Planla-Uygula-Kontrol Et-Önlem Al
REACH	: Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals
RPN	: Risk Priority Number
SDS	: Safety Data Sheet
SPSS	: Statistical Package for the Social Sciences
THSK	: Türkiye Halk Sağlığı Kurumu
TSM	: Toplum Sağlığı Merkezi
WHO	: World Health Organization

1. GİRİŞ

Genetik hastalıklar, toplum sağlığı üzerinde derin etkileri olan ve bireylerin yaşam kalitesini doğrudan etkileyebilen hastalıklardır. Bu hastalıkların doğru ve erken tanısı, kalıtsal risklerin yönetimi ve tedavi stratejilerinin etkin şekilde uygulanması için hayati öneme sahiptir. İstanbul gibi büyük bir metropolde bulunan genetik hastalık tanı merkezleri, bu kritik görevi üstlenen önemli tesislerdir; fakat bu merkezlerin işleyişi, çalışanların karşılaştığı iş sağlığı ve güvenliği riskleri ile gölgelenmektedir. Bu merkezler, yüksek düzeyde teknoloji kullanılarak, DNA ve RNA analizleri gibi karmaşık işlemleri gerçekleştirir (National Human Genome Research Institute, 2021). Kimyasallar, biyolojik ajanlar ve fiziksel tehlikeler, laboratuvar ortamını potansiyel olarak tehlikeli bir çalışma alanı haline getirir (Occupational Safety and Health Administration [OSHA], 2019). Mevcut iş güvenliği protokolleri, çoğu zaman yalnızca laboratuvarda kullanılan biyolojik materyalin risk gruplarına göre sınıflandırılarak belirlenmekte, bu da geniş kapsamlı riskleri göz ardı etmektedir. Bu tez çalışması, Türkiye'nin en büyük şehri olarak, çok sayıda genetik hastalık tanı merkezine ev sahipliği yapmakta olan İstanbul'daki genetik hastalık tanı merkezlerinin iş sağlığı ve güvenliği düzeylerini detaylı bir şekilde incelemeyi ve bu alandaki güvenlik pratiklerini iyileştirmek için stratejik önerilerde bulunmayı amaçlamaktadır.

Genetik hastalıklar, kromozomlar üzerinde taşınan genetik materyallerdeki anomaliler sonucu oluşan olağan dışı durumlardır. Bu hastalıklar, bulaşıcılığı olmayan yani tespit edildiği bireyi etkileyen ve/veya tespit edilen bireyin gelecek kuşaklarına aktarılabilen özelliklerde olabilmektedir. Gen teknolojisinin gelişmesi ve sağlık alanında kullanımının artması ile birlikte, genetik hastalıkların tanılama çalışmaları da hız kazanmıştır (Durmaz ve ark, 2011). Kalıtsal bir hastalığın varlığının araştırılması ile başlayan genetik taramalar, günümüzde bireylerin hangi genetik hastalıklara hangi oranda yakalanabileceği ihtimallerini verebilen bir düzeye erişmiştir.

Tazebay'dan (2002) aktaran Sürmeli ve Şahin'in (2009) ifade ettiği üzere, genetik hastalık tanılama çalışmaları, insan yaşamına çeşitli faydalar sunmaktadır. Soyağacında kalıtsal bir hastalık bulunan bireyler gerek kendi sağlıkları gerekse de çocuklarının sağlıkları ile ilgili bilgilere genetik testler ile ulaşabilmektedir. Söz konusu test sonuçları, henüz meydana gelmemiş bir hastalığın önlenmesine yönelik tedavilerin uygulanmasına olanak sağlamaktadır. Kalıtsal hastalıkların ortaya çıkma olasılıklarının belirlenebilir olması, kişilere yaşam standartlarını değiştirebilme imkânı da sunmaktadır.

Genetik Hastalık Tanı Merkezleri (GHTM), Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) tarafından listelenen risk gruplarına göre, BSL-1, BSL-2, BSL-3 ve BSL-4 olarak dört başlıkta toplanan laboratuvarlardan BSL-3 (Biyogüvenlik Seviye Laboratuvarları) içerisinde yer almaktadır (WHO, 2020). Biyogüvenlik seviyeleri, laboratuvarlarda yapılan çalışmaların hem çevreyi hem de çalışanları

koruma amacı taşır. Ayrıca, bu seviyeler, mevcut riskleri en aza indirmek için alınması gereken önlemler konusunda standartlar belirler. ¹ (Ceyhan, 2005).

Modern tıp bilimi, genetik hastalıkların tanı ve tedavisinde devrim yaratmıştır. Bu devrim, özellikle genetik tanı laboratuvarlarında yürütülen çalışmalarla mümkün olmuştur. Ancak, bu laboratuvarlar yüksek düzeyde biyolojik, kimyasal ve fiziksel tehlikelere ortam oluşturmakta, bu da laboratuvar çalışanlarını ciddi risklerle karşı karşıya bırakmaktadır. İş sağlığı ve güvenliği yönetimi, bu tür bir çalışma ortamında kritik bir öneme sahiptir, çünkü laboratuvar ortamındaki herhangi bir güvenlik zafiyeti, ciddi sağlık sorunlarına veya kazalara yol açabilir.

Genetik tanı laboratuvarları, biyolojik tehlikeler, kimyasal maddeler, radyasyon ve ergonomik riskler gibi çeşitli iş sağlığı ve güvenliği riskleri barındırır. Bu riskler, laboratuvar çalışanlarının sağlığını doğrudan tehdit edebilir ve laboratuvarın genel güvenliğini azaltabilir. Dolayısıyla, bu risklerin doğru bir şekilde yönetilmesi, laboratuvar çalışmalarının güvenli ve etkin bir şekilde yürütülmesi için hayati önem taşır. Ancak, mevcut literatürde, genetik tanı merkezlerindeki iş güvenliği uygulamalarına dair az sayıda çalışma bulunmaktadır. Bu tez, bu boşluğu doldurarak, genetik hastalık tanı laboratuvarlarında iş güvenliği düzeylerini sistematik bir şekilde belirlemeyi ve bu alandaki iş sağlığı ve güvenliği pratiklerini iyileştirmek için stratejik önerilerde bulunmayı hedeflemektedir.

GHTM'lerin yalnızca biyogüvenlik seviyelerine göre sınıflandırılmalarının İş Sağlığı ve Güvenliği (İSG) yönünden eksik kalması bu çalışmaya duyulan ihtiyacın temel nedenidir. Laboratuvarların biyogüvenlik düzeyine göre sınıflandırılmalarında, laboratuvarda çalışılan enfeksiyöz ajanların oluşturacağı biyolojik tehditler temel alınmıştır. Laboratuvar güvenliğinin sağlanmasında 'fiziksel güvenlik', 'kimyasal güvenlik', 'biyogüvenlik', 'atık yönetimi', 'kişisel koruyucu donanım' ve 'risk yönetimi' süreçlerinin birlikte etkin olması, biyogüvenlik seviye sınıflandırılmasının yetersizliğini destekler niteliktedir (Sağlık Bakanlığı, 2019).

Genetik hastalık tanı merkezleri, biyolojik, kimyasal ve fiziksel tehlikelerin yoğun olduğu, yüksek riskli çalışma alanlarıdır. İSG uygulamalarındaki yetersizlikler, çalışanların güvenliğini tehlikeye atmakla birlikte verimliliklerini de olumsuz etkileyebilir. Genetik hastalık tanı merkezlerinde, biyolojik örnekler ve patojenlerle çalışılırken biyogüvenlik önlemleri büyük önem taşır; ancak bu merkezlerdeki biyogüvenlik seviyeleri her zaman gereken standardı karşılamayabilir. Çalışanların patojenlere maruz kalma riski, yetersiz sterilizasyon, uygun KKD kullanmama veya biyolojik örneklerin hatalı taşınmasıyla artar. Özellikle sterilizasyon protokollerine uyulmaması, biyolojik tehlikelere karşı önemli bir risk faktörüdür (Rutala, 2004). Genetik tanı süreçlerinde kullanılan kimyasallar, çalışanlar için ciddi tehlikeler oluşturabilir. Bu kimyasallar arasında solventler ve reaktifler yer alır. Laboratuvarlarda kimyasal tehlikelerin kontrol altına alınabilmesi

¹ Bu kısımda ele alınan Biyogüvenlik Seviye Laboratuvarlarına dair bilgiler Ceyhan'ın 2005 yılında yayınlamış olduğu makalesinden alınmıştır. Makalede, *Risk gruplarına karşılık biyogüvenlik seviyeleri* isimli Tablo 2 de yer alan bilgilerden faydalanılmıştır.

için uygun havalandırma sistemleri, güvenlik dolapları ve tehlikeli maddelerin depolanmasına yönelik prosedürler gereklidir; ancak bazı merkezlerde bu tedbirler tam anlamıyla uygulanmadığı için çalışanların kimyasal maddelere maruziyeti önlenememektedir (Kshash, 2019). Genetik tanı merkezlerinde çalışanların uzun süreli mikroskop, bilgisayar ve diğer laboratuvar ekipmanlarıyla çalışmaları ergonomik sorunları artırmaktadır. Uygun ergonomik düzenlemeler yapılmadığında çalışanlar kas-iskelet sistemi rahatsızlıkları yaşayabilirler. Çalışma ortamlarının uygun ergonomik standartlara getirilmemesi, özellikle uzun süreli tekrarlayan hareketlerin neden olduğu fiziksel sorunların başlıca nedenidir (Chander ve Cavatorta, 2017). Yoğun çalışma temposu ve stres, genetik tanı merkezlerinde çalışanların ruh sağlığını olumsuz etkileyebilir. Stres yönetimi programlarının eksikliği ve psikososyal destek sistemlerinin yetersiz olması, çalışanların iş tatminini azaltarak tükenmişlik sendromuna yol açabilir. İSG açısından psikososyal risklerin ihmal edilmesi, bu alandaki önemli boşluklardan biridir (Chirico ve ark., 2019). Biyolojik ve kimyasal atıkların uygun şekilde yönetilmemesi, çevresel ve çalışan sağlığı açısından büyük riskler doğurur. Genetik tanı merkezlerinde, atık yönetimi konusunda sıkı prosedürlerin bulunmaması hem çalışanların güvenliğini tehlikeye atmakta hem de çevre sağlığını olumsuz etkilemektedir. Yanlış atık sınıflandırması veya bertaraf yöntemlerinin eksikliği bu merkezlerde sıkça karşılaşılan bir sorundur (Amariglio ve Depaoli, 2021). Kimyasal dökülme, biyolojik tehlikelerle temas veya yangın gibi durumlar için hazırlıklı olmak hayati öneme sahiptir; ancak genetik tanı merkezlerinde acil durum müdahale planlarının eksikliği, bu tür olaylarda hızlı ve etkili bir tepki verilmesini engelleyebilir. Acil durum yönetimi prosedürlerinin eksikliği, merkezlerde önemli bir güvenlik boşluğu oluşturmaktadır (Andersson ve ark., 2011). İSG uygulamalarının etkinliği, çalışanların yeterli bilgiye sahip olmasına bağlıdır; fakat bazı merkezlerde çalışanlara yeterli iş güvenliği eğitimi verilmemesi, bu alandaki önemli eksikliklerden biridir. Özellikle yeni çalışanların İSG eğitimlerinin yetersizliği ve mevcut personelin periyodik eğitimlere katılmaması, merkezlerde risklerin artmasına neden olmaktadır (Robson ve ark., 2012).

İSG'nin temelinde tehlike risk kavramları yer almaktadır. Tehlike, henüz meydana gelmemiş fakat meydana gelmesi halinde işe, işletmeye veya çalışana hasar verme potansiyeli olan bir olay olarak tanımlanırken; risk, tehlikeden kaynaklanan zararın ifadesidir. Risklerin derecelendirilmesinde de potansiyel bir olay olan tehlikenin meydana gelme olasılığı ve vereceği zararın bileşkesi alınarak hesaplamalar yapılmaktadır. Tehlikeleri tespit etmek ve tehlikeden kaynaklanabilecek riskleri önlemek; önlenemeyen risklerden ise korunmak için yürütülen çalışmalar risk yönetimi olarak isimlendirilmektedir. İlk olarak planlama, ikinci olarak risk kontrol tedbirlerinin kararlaştırılması, üçüncü olarak risk kontrol tedbirlerinin uygulanması ve son olarak da uygulamaların izlenmesi de risk kontrol adımlarını oluşturmaktadır (Emhan, 2009).

İş sağlığı ve güvenliği disiplini içerisinde yürütülecek tüm çalışmalar belirli standartlar takip edilerek yerine getirilmektedir. W. Edwards Deming'in geliştirdiği bir döngü olan PUKÖ (Planla-Uygula-Kontrol Et-Önlem Al), mevcut standartların temelini oluşturmaktadır. Planlama

basamağında, tespit edilen tehlikelerin riske dönüşmemesi için alınması gereken önleyici yaklaşımlar belirlenmekte; bir sonraki uygulama basamağında ise belirlenen önleyici yaklaşımlar hayata geçirilmektedir. Kontrol basamağında, hayata geçirilen uygulamaların tespit edilen tehlikeden kaynaklanacak riski önlemedeki yeterliliği değerlendirilmektedir. Riski önlemede beklenen iyileştirme seviyesinin altında kalan uygulamalar; kontrol basamağının sonucuna göre gerekli önlemler alınarak, uygulama basamağından tekrar PUKÖ döngüsüne dâhil edilmektedir. Bu döngü, sistematik bir şekilde bilgi birikimi sağlayan bilimsel bir yöntemdir (Akpınar ve Ögütoğulları, 2016).

ISO 45001 İş Sağlığı ve Güvenliği Standardı, reaktif yaklaşım yerine proaktif (koruyucu-önleyici) yaklaşımı benimsemesiyle İSG'ye yeni bir bakış açısı kazandırmıştır. Risk yönetimi süreci üzerinde yoğunlaşan bu standardın, sürekli izleme ve iyileştirme politikası ile daha sağlıklı ve güvenli çalışma alanlarının oluşmasına katkı sağlaması beklenmektedir (Sevim ve Gürcanlı, 2018). ISO 45001 İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetim Sistemi, işletmelerin yasal düzenlemelerle belirtilen şartları yerine getirmelerinde destek sağladığından; iş, işçi ve çevre arasındaki uyumu artırdığından dolayı kuruluşlar tarafından uygulanmaktadır. Ek olarak, ISO 14001 Çevre Yönetim Sistemi, ISO 9001 Kalite Yönetim Sistemi ve ISO 27001 Bilgi Güvenliği Yönetim Sistemi gibi farklı yönetim sistemleri ile birlikte kullanılabilme özelliğinin olması da ISO 45001 standardının tercih edilmesindeki sebeplerdendir (Ergün, 2021).

Bu araştırma, genetik hastalık tanı merkezlerinde iş güvenliği uygulamalarını ve protokollerini geliştirmeyi amaçlamaktadır ve bu süreçte elde edilen bulguların, hem güvenlik standartlarını yükseltmek hem de risk yönetimi stratejilerini iyileştirmek açısından önemli katkılar sağlayacağı öngörülmektedir. Araştırmadan elde edilecek sonuçlarla laboratuvar çalışanlarının sağlık ve güvenliğini artırmak, genetik tanı merkezlerindeki çalışma koşullarını iyileştirmek, kural koyucular, sağlık yöneticileri ve alan profesyonelleri için stratejik ve pratik bilgiler sunmak hedeflenmektedir.

Bu çalışmanın ortaya koyduğu bulgular, genetik hastalık tanı merkezlerindeki mevcut iş güvenliği protokollerinin ve uygulamalarının sınırlarını belirlerken, bu alanlarda yapılması gereken iyileştirmeler için net yönler ve öneriler sağlayacaktır. Araştırma, iş güvenliği pratiklerinin ve yönetim stratejilerinin etkinliğini artırmak için kapsamlı bir çerçeve sunarken, laboratuvar güvenliği bilincini artırmak için kritik öneme sahip olacaktır. Bu, laboratuvar çalışanlarının günlük iş akışlarında karşılaştıkları riskleri azaltacak ve daha güvenli bir çalışma ortamı yaratılmasına yardımcı olacaktır.

Bu tez çalışması, İstanbul'daki genetik hastalık tanı merkezlerinde iş sağlığı ve güvenliği uygulamalarını sistematik bir şekilde analiz ederek, bu merkezlerde karşılaşılan tehlike gruplarını belirlemeyi ve bu tehlikelerin risk yönetimi üzerindeki etkilerini incelemeyi amaçlamaktadır. Çalışma, iş güvenliği protokollerinin yetersiz olduğu alanları tespit ederek, bu merkezlerde güvenli çalışma koşullarını artıracak stratejik öneriler geliştirmektedir. Ayrıca, elde edilen bulguların, benzer

sağlık laboratuvarlarına referans oluşturması ve genel iř sağlığı ve güvenliği standartlarının iyileştirilmesine katkıda bulunması hedeflenmektedir.





2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

İş Sağlığı ve Güvenliği, bir halk sağlığı sorunudur. İSG alanında yapılan herhangi bir çalışma doğrudan çalışanları etkilemektedir. Üretkenliğe katkıda bulunan en önemli değer olan çalışanı önceliklendirmek, bu alanda yapılan çalışmalara olumlu katkı sağlamaktadır. Bu çalışmaların başarısı, halk sağlığına yönelik çok sektörlü ve çok disiplinli bir yaklaşımı gerektirir. Türkiye’de, sağlık hizmetlerinin geliştirilmesine yönelik sağlıkta dönüşüm programı 2002 yılında başlatılmış ve birinci basamak sağlık hizmetleri önceliklendirilmiştir. Ayrıca, bu kapsamda Türkiye Halk Sağlığı Kurumu’nun (THSK) İSG Dairesi, 2011 yılından beri iş sağlığı alanında aktif olarak faaliyet göstermektedir. Ek olarak, 2012 yılında yürürlüğe giren yasa sonrasında, THSK’ya bağlı Toplum Sağlığı Merkezleri (TSM) sektöre İSG hizmeti vermeye başlamıştır. Küçük işletmeler, İSG hizmetlerini özel bir kuruluştan veya bir TSM’den almaktadır (şu anda 900 TSM’den 84’ü İSG hizmeti vermektedir) (Ozlu, 2018).

İşletmeler tarafından alınan İSG hizmetinin sürekliliği ile çalışanlarda bir İSG bilincinin oluşması beklenmektedir. Şenol Yavuz (2021), İstanbul’un Avrupa yakasında bulunan farklı sağlık kurumlarında çalışan sağlık profesyonellerinin iş sağlığı ve güvenliği algı düzeylerini incelemek amacıyla yaptığı çalışmanın neticesinde, çalışanların İSG algı düzeylerinin iş sağlığı ve güvenliği eğitimi, yaş, meslek, hizmet yılı, çalıştıkları birim, medeni durum, aylık gelir, eğitim düzeyi, cinsiyet ve çalıştıkları kurum gibi farklı demografik değişkenlere bağlı olarak değiştiğini belirtmiştir. Yıllık hizmet süresinin artmasıyla birlikte çalışanların iş sağlığı ve güvenliği önlemlerine daha fazla önem verdikleri tespit edilmiştir.

Çalışanların İSG’ye bakış açılarını üzerine, İstanbul’da bir özel hastanede, 221 katılımcı ile sağlık profesyonellerinin fatalist algılarının iş sağlığı ve güvenliği uygulamalarına olan algılarını etkileyip etkilemediğini belirlemeyi amaçlanan bir çalışma gerçekleştirilmiştir. Veri toplama aracı olarak üç bölümden oluşan bir anket formu kullanılmıştır. Anketin ilk bölümü demografik bilgileri, ikinci bölümü Fatalizm Ölçeğini ve son bölümü İş Sağlığı ve Güvenliği Uygulamaları Ölçeğini içermektedir. Veri analizi için tanımlayıcı istatistiksel analizler ve Yapısal Eşitlik Modellemesi analizi kullanılmıştır. Analizlerin %95 güven aralığında gerçekleştirildiği çalışmanın neticesinde, fatalizm ile iş sağlığı ve güvenliği uygulamaları arasında negatif bir ilişki bulunmuştur. Ayrıca, çalışanların fatalist algılarının, iş sağlığı ve güvenliği uygulamalarını olumsuz yönde etkilediği de ortaya konmuştur (Akbolat ve ark., 2022).

İş sağlığı ve güvenliği disiplininin kazanılması, yalnızca işletmelerde İSG hizmeti alımıyla değil; üniversitelerde İSG derslerinin verilmesiyle de sağlatılmaya çalışılmaktadır. İstanbul Aydın Üniversitesi’nde zorunlu ders olarak verilen iş sağlığı ve güvenliği dersinin, dönem başında ve dönem sonunda alınmadan önceki ve sonraki iş güvenliği bilgi düzeyi ile iş güvenliği kültürü algısı arasındaki farkın belirlenmesi amaçlanan bir çalışma yürütülmüştür. Toplamda 281 katılımcıdan elde edilen verilerin geçerli kabul edildiği araştırma için, iki farklı ölçek kullanılarak ölçüm yapılmıştır.

Sonuçlar dikkate alındığında, öğrencilerin İSG dersini almadan önce ve sonra bilgi düzeylerinde olumlu farklar olduğu görülmüştür. Güvenlik kültürünün demografik bilgilere göre değişmediği belirlenmiştir (Olçay ve ark., 2021).

Bu bağlamda, Türkiye’de bir hemşirelik okulunda okuyan 140 öğrenci ile yapılan, hemşirelik öğrencilerinin klinik ortamlardaki iş sağlığı ve güvenliği izlenimlerini ve deneyimlerini değerlendirmeyi amaçlayan bir çalışma, öğrencilerin neredeyse tamamının İSG bilgisi ve farkındalık düzeyinin düşük olduğunu, kan ve vücut sıvıları ile temasın en tehlikeli durumlar olarak değerlendirildiğini, öğrencilerin kişisel koruyucu donanım (KKD) temininde zorluklar yaşadıklarını, sözlü saldırıya maruz kaldıklarını ve anksiyete ile sinirlilik yaşadıklarını ortaya koymuştur. Öğrenciler, klinikte tedavi uygularken, ilaç hazırlarken, vital bulguları takip ederken, genel bakım verirken ve acil serviste müdahale sırasında tehlikeli durumlarla karşılaşmış ve sırt ağrısı, baş ağrısı, artan uyku eğilimi, yorgunluk, önkol, bilek, el ve parmak yaralanmaları yaşamışlardır. El antiseptiği/lateks ile temas nedeniyle cilt tahrişi ve göz, burun ve boğazda yanma, alerji belirtileri tespit edilmiştir (Eyi ve Eyi, 2020).

Ürdün'deki Alman Ürdün Üniversitesi'nde Biyomedikal Mühendisliği ve Eczacılık ve Kimya Mühendisliği bölümlerinde öğrenim gören lisans öğrencilerinin laboratuvarlarda kimyasal güvenlik algılarının durumunu araştıran bir çalışmada da, 174 öğrenciden rastgele seçilen anonim bir örneklemle kesitsel bir anket gerçekleştirilmiştir. Çalışma için, demografik veriler, kimyasal tehlike işaretlerine aşinalık, kimyasal laboratuvar güvenliğine yönelik tutum, güvenlik uygulamaları ve acil durum ekipmanları ve prosedürlerine aşinalık olmak üzere beş bölümden oluşan 32 soruluk bir ölçek formu tasarlanmıştır. Betimsel istatistikler, öğrencilerin kimyasal tehlike uyarı işaretlerine orta düzeyde aşinalık ve anlayış gösterdiğini ortaya koymuştur. Çoğu öğrenci, kimyasal laboratuvar güvenliğine yönelik zayıf ila orta düzeyde tutumlara sahipken; öğrencilerin kimyasal laboratuvar güvenliği uygulamalarının değerlendirilmesi, orta ila iyi uygulamalar ortaya koymuştur. Bu üniversitedeki öğrencilerin güvenlik farkındalığının ve uygulamalarının kabul edilebilir düzeyde olduğu gösterilmiş olsa da güvenlik prosedürlerinin daha profesyonel bir güvenlik eğitimi ve tutarlı bir risk ve güvenlik iklimi yönetimi içinde uygulanması gerektiği öngörülmüştür (Al-Zyoud ve ark., 2019).

İş sağlığı ve güvenliği farkındalığının araştırıldığı çalışmalarla birlikte, iş kazası ve meslek hastalıklarına sebebiyet veren risk faktörlerini içeren çalışmalar da yapılmıştır. Üniversitelerdeki laboratuvar faaliyetlerine ilişkin risklerin tanımlanmasının, sağlık, güvenlik ve çevre yönetimini geliştirebileceği; iş kazası ve meslek hastalıklarını azaltabileceği öngörüsüyle Fatemi ve ark. (2022) akademik laboratuvarlarda bir çalışma yürütmüşlerdir. Bu çalışmada, tehlikeli kimyasalların belirlenmesi ve önceliklendirilmesi için kimyasal bir risk değerlendirmesi yöntemi geliştirmiş ve uygulamışlardır. 2021 yılında İran’da bir tıp fakültesinde fakültesinin 5 farklı laboratuvarında yapılan çalışmada potansiyel tehlikeleri ve bu tehlikeden kaynaklanacak riskleri belirlemek için üç aşamalı bir risk değerlendirmesi metodolojisi geliştirmişlerdir. Genel olarak; sağlık tehlikeleri

(%9.3), çevresel tehlikeler (%35.2) ve güvenlik tehlikeleri (%20.4) için “orta”dan “çok yüksek” seviyeye kadar risklerin sıklığı belirlenmiştir. Laboratuvarlarda kullanılan kimyasalların işyeri ve çevre için tehlikeler oluşturduğu; bu tehlikelerin değerlendirilmesi, yönetilmesi ve tehlikeden kaynaklanacak risklerin azaltılması gerektiği sonucuna ulaşıldığına yer verilen çalışmada; laboratuvar kimyasalları ile ilgili sağlık, güvenlik ve çevresel riskleri derecelendirme yöntemi geliştirilmesinin potansiyel tehlikelerin tanımlanmasına ve anlaşılmasına yardımcı olacağı öngörülmüştür. Yapılan bu çalışma, kimyasallarla çalışan bireylerin risk algısının geliştirilmesi gerektiğini ve böylece işyeri görevlerinden kaynaklanan maruziyeti ve çevresel kirlilik tehlikelerini önlemenin önemli olduğunu göstermiştir.

Qom Tıp Bilimleri Üniversitesi'nin eğitim laboratuvarlarındaki riskleri değerlendirmek amacıyla 13 tıbbi ve paramedikal eğitim laboratuvarında kitlesel bir çalışma gerçekleştirilmiştir. Laboratuvarlardaki güvenlik koşullarını değerlendirmek için kapsamlı bir güvenlik kontrol listesi geliştirilmiş ve laboratuvarların risklerini değerlendirmek için FMEA (Failure Modes and Effects Analysis) adı verilen bir yöntem kullanılmıştır. İki eğitimli iş güvenliği uzmanı, laboratuvarları değerlendirerek tehlikeleri tanımlamış, ilgili kontrol listelerini doldurmuş ve ardından bu tehlikeleri şiddet, meydana gelme ve tespit edilme durumlarına göre sıralamıştır. Son olarak, her tehlike için hesaplanan Risk Öncelik Numarası (Risk Priority Number-RPN) temel alınarak bir karşılaştırma yapılmıştır. Genel olarak, laboratuvarların %54'ünün yangın ve elektrik tehlikeleri normal risk ($RPN < 70$) ile ilişkilendirilmiş ve laboratuvarların yaklaşık %8'inde kritik yangın ve elektrik riskleri (kimya ve immünoloji laboratuvarları dâhil) bulunmuştur. Ekipman tehlikeleri söz konusu olduğunda, laboratuvarların yaklaşık %60'ının kritik veya yarı kritik risk seviyelerinde olduğu belirlenmiştir. Sağlık maruziyeti tehlikelerinin, diğer tehlikelerle karşılaştırıldığında en önemli tehlikeler olduğu belirtilmiştir. Laboratuvarların %61,5'i kritik risk kategorisinde ve %15,3'ü yarı kritik risk kategorisinde değerlendirilmiştir. En yüksek RPN, biyokimya ve kimya laboratuvarlarına tahsis edilmiştir ($RPN > 250$). Bu çalışmanın sonuçları, genel olarak sağlık tehlikeleri, ekipman ve malzeme depolama gibi üç tür tehlikeye öncelik verilmesi gerektiğini göstermiştir (Soltanzadeh ve ark., 2021).

Gharibi ve ark. (2019) 2016-2017 yılları arasında Şehroud Tıp Bilimleri Üniversitesi'ndeki sağlık merkezlerinin laboratuvarlarında kullanılan kimyasal maddelerden kaynaklanan mesleki maruziyet risk değerlendirmek amacıyla bir çalışma yapmışlardır. Yöntem olarak mesleki olaylar ile bağımsız değişkenler arasındaki ilişkiyi incelemek için tanımlayıcı istatistikler ve ki-kare istatistik testleri kullanılmıştır. İncelenen laboratuvarların yaklaşık %19.81'inin önemli bir maruziyet riskine sahip olduğu; laboratuvarların %6.6'sının çok yüksek risk seviyesine ve %13.21'inin yüksek risk seviyesine sahip olduğu sonucuna ulaşılmıştır. En tehlikeli maddenin, %10'luk Formalin çözeltisi (Formaldehit çözeltisi) olduğu tespit edilmiştir. En düşük risklerin ise endokrinoloji ve seroloji laboratuvarlarına ait olduğu ifade edilmiştir. Çalışmanın neticesinde, tehlikeli kimyasalların (risk derecesi = 4 veya 5) spesifikasyonlarının belirli bir formda belirlenmesi önerilmiştir. Bu formun,

kimyasal adı, kimyasal bileşimi, belirli kimyasal maddeyi kullanabilecek testin adı, eşik sınır değerleri, kimyasalların kullanım talimatları ve kimyasalların depolandığı ve saklandığı yerleri içerebileceği ifade edilmiştir. Son olarak, çalışan risk yönetimi konusunda gerekli eğitimlerin verilmesi, havalandırma başlığı altında çalışılması ve uygun KKD kullanılması önerilmiştir.

Laboratuvar çalışanları, iş yerinde çeşitli mesleki sağlık tehlikeleriyle karşı karşıya kalmaktadır. Laboratuvar tehlikeleri, zarar veya yaralanmaya neden olabilir. Laboratuvar teknisyenliği öğrencilerinin mesleki güvenlik önlemleri ve mesleki tehlikeler hakkındaki bilgi seviyelerini ve bilgilerini ve güvenlik uygulamalarını etkileyen faktörleri değerlendirmek amacıyla bir çalışma yapılmıştır. Bu çalışma, Mısır'ın Mansura kentindeki Teknik Sağlık Enstitüsü'nde 178 lisansüstü laboratuvar teknisyenliği öğrencisi arasında yapılan tanımlayıcı kesitsel bir çalışmadır. Veriler, önceki çalışmalara dayanan kendi kendine uygulanan geçerli, yapılandırılmış bir ölçek ile toplanmıştır. Çalışma neticesinde; incelenen teknisyenlerin %50'sinden azının (%47,2) genel idari önlemler, kişisel koruma, standart prosedürler ve laboratuvar çalışma alanı gibi güvenlik önlemleri hakkında iyi bilgiye sahip olduğuna ulaşılmıştır. (%77, %71.3, %59, %72.5; sırasıyla). En sık bildirilen mesleki tehlikelerin kimyasal tehlikeler (%55.6) olduğu, bunu ergonomik tehlikelerin (%19.7) ve biyolojik tehlikelerin (%14) izlediği ifade edilmiştir. Laboratuvar teknisyenleri arasında mesleki sağlık tehlikeleri ve güvenlik önlemleri bilgisinin yeterli olmadığı da tespit edilmiş ve bu durumun düzenli laboratuvar güvenliği eğitimlerinin düzenlenmesi yoluyla geliştirileceği öngörülmüştür. Mesleki laboratuvar sağlığı ve güvenliği için ulusal düzenlemeler geliştirmek gerektiği de ifade edilmiştir (Denewar ve ark., 2023).

Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi'nde gerçekleştirilen bir çalışmada, laboratuvar çalışanlarının kan ve vücut sıvısına maruz kalma risk faktörü araştırılmıştır. 500 hemşire (%51), 212 asistan doktor (%21), 152 hemşire yardımcısı (%15) ve diğer sağlık personeli (%13) olmak üzere toplam 988 katılımcının yer aldığı çalışmanın neticesinde; sağlık çalışanlarının 634'ünün (%64) meslek hayatlarında en az bir kez kan ve vücut sıvılarına maruz kaldığı tespit edilmiştir. Kesici alet yaralanmalarında en önemli etkenin iğne kapatma işlemi (%45) olduğu ortaya konmuştur. Yaralanan sağlık çalışanlarının 60'ının (%28), hiçbir kişisel koruyucu donanım kullanmadığı ve 144'ünün (%67) yaralanma dolayısıyla herhangi bir tıbbi yardım almadığı sonuçlarına ulaşılmıştır (Azap ve ark., 2005).

Massachusetts Institute of Technology laboratuvarlarında araştırma faaliyetlerinde bulunan personelin, İş Sağlığı ve Güvenliği İdaresi (Occupational Safety and Health Administration-OSHA) tarafından düzenlenen beş kimyasal maddeye (benzen, formaldehit, kloroform, metilen klorür ve arsenik bileşikleri) maruz kalma seviyesini belirlemek amacıyla bir çalışma yapılmıştır. Tehlikeli atık bildirimleri, bu kimyasalları kullanan 2200 laboratuvarından 88 laboratuvarı tanımlamak için kullanılmıştır. Bu 88 laboratuvarından 27'si için kimyasalların miktarına ve laboratuvar türüne dayalı olarak kullanım hakkında ayrıntılı bilgi toplanmıştır. Anket bulgularına dayanarak, kimyasalların kullanım sıklığı nedeniyle sekiz laboratuvar izleme için seçilmiştir; hem kişisel hem de alan örnekleri

alınmıştır. Bir istisna dışında, sonuçlar, maruz kalma seviyelerinin OSHA'nın izin verilen maruz kalma seviyelerinin ve Amerikan Hükümet Endüstriyel Hijyenistler Konferansı'nın önerilen eşik limit değerlerinin oldukça altında olduğunu göstermiştir. Bu nedenle, tipik laboratuvar faaliyetleri için, mühendislik kontrolleri düzgün çalışıyorsa ve uygun prosedürler izleniyorsa, maruz kalma seviyelerinin ilgili eşik limit değerlerinin oldukça altında olması gerektiği sonucuna varılmıştır (Julien ve ark., 2001).

İş yerlerindeki risk faktörleri iyi yönetilemezse, ramak kala olayların ve iş kazası olaylarının yaşanması kaçınılmaz olmaktadır. İstanbul'daki bir üniversite hastanesinin dâhiliye biriminde 'İş Kazası ve Ramak Kala Formu' kullanılarak 83 kadın (%70.94) ve 34 erkek (%29.06) olmak üzere toplam 177 katılımcı ile bir çalışma gerçekleştirilmiştir. Katılımcıların 59'u hemşire (%50,43) ve 58'i doktor (%49,57) olarak görev yapmaktadır. Yürütülen çalışma neticesinde yaş ile iş kazası arasında anlamlı derecede pozitif bir korelasyon ($r = 0.305$) tespit edilmiştir ($p = 0.039$). Hemşirelerin yaşadığı ortalama iş kazası sayısı (1.31 ± 0.74), doktorlarınkinden (2.80 ± 2.53) daha düşük bulunmuştur ($p = 0.006$). Doktorların yaşadığı ramak kala olay sayısı (2.79 ± 4.30), hemşirelerin yaşadığı ramak kala olay sayısından (1.29 ± 83.00) daha yüksek bulunmuştur ($p = 0.032$) (Uymaz ve Ozpınar, 2021).

Bu bağlamda, sağlık enstitülerine stajyer öğrenci olarak kayıtlı sağlık disiplini öğrencilerinin iş sağlığı ve güvenliği konusundaki eğitim durumlarını ve iş kazalarına maruz kalma risklerini belirlemek amacıyla, 23.11.2016 - 23.02.2017 tarihleri arasında İstanbul ilinde Kamu Hastaneleri Birliği Genel Sekreterliği'ne bağlı 12 sağlık tesisinde klinik eğitimine devam eden 3426 sağlık disiplini lise ve üniversite öğrencisi arasından 18 yaş ve üzeri 452 gönüllü öğrenci dâhil edilerek kitlesel tanımlayıcı bir çalışma yapılmıştır. Yürütülen çalışmada, öğrencilerin %90.5'inin ($n=409$) klinik uygulama öncesinde okulda veya eğitim görecekleleri kurumda "İş Sağlığı ve Güvenliği" konusunda eğitim aldıkları tespit edilmiştir. Öğrencilerin %80.9'u ($n=51$) iş kazalarına maruz kalmış olup, bunların %76.1'i ($n=48$) hemşirelik öğrencisidir. Stajyerler arasında ($n=409$) %12.4'ü ($n=51$) iş kazalarına maruz kalmışken, eğitim almamış öğrencilerin %27.9'u ($n=43$) yaralanmıştır. Çalışmanın sonucunda, iş sağlığı ve güvenliği eğitimi alan öğrencilerin iş kazalarına maruz kalma oranının daha düşük olduğu bulunmuştur (Savcı ve ark., 2018).

Laboratuvarlar, iş yerleri olarak tehlikeli olarak sınıflandırılan ve iş kazalarına neden olabilecek çeşitli risk faktörlerini içeren ortamlardır. Bu nedenle, ilgili mevzuatlarda belirtilen düzeltici ve önleyici faaliyetlere uyularak laboratuvarlarda tehlikeleri azaltmaya yönelik çalışmalar yapılmalıdır. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı'nın laboratuvarlar için oluşturduğu check-list kullanılarak üç farklı şehirdeki üç laboratuvar için bir anket yapılmıştır. Anket verileri ELMERİ gözlem yöntemi ile değerlendirilmiş ve laboratuvarların güvenlik indeksleri oluşturulmuştur. ELMERİ yöntemi işyerinin mevcut iş güvenliği standardını göstererek bir güvenlik endeksi oluşturur. Güvenlik endeksi % 0 ila 100 arasında değişebilir. Örneğin; %60'lık bir endeks gözlenen her 100 unsurdan 60'ı iş güvenliği standartları ve iyi işyeri uygulamalarıyla uyum içinde demektir.

ELMERİ endeksi olumlu geribildirim verir ve gelecekte iş güvenliğiyle ilgili atılacak adımları teşvik eder (Civil ve Acar, 2022). ELMERİ güvenlik indeksinden elde edilen verilere göre laboratuvarlarda alınması gereken önlemler belirlenmiş ve önerilerde bulunulmuştur. Araştırma sonuçlarına göre, laboratuvarların kategorilere göre ortalama indeks değerleri şu şekildedir:

- Eğitim ve bilgi: %96
- Hastalıklar ve kazalar: %94
- Biyolojik faktörler: %86
- Fiziksel faktörler: %82
- Ergonomi: %81
- Makineler ve el aletleri: %78
- Kişisel koruyucu donanım: %75
- Atık yönetimi: %72
- Elektrik: %71
- Kimyasal faktörler: %69
- Yangın, patlama ve acil durumlar: %67
- Psikososyal faktörler: %67
- Depolama: %64
- Genel işyeri düzeni: %62

Literatürde, ilgili bakanlık tarafından yayımlanan kontrol listeleri kullanılarak yapılan iş sağlığı ve güvenliği değerlendirme çalışmaları bulunmasına rağmen, ELMERİ gözlem yöntemi ile ilgili listeleri birleştirerek işyerleri için güvenlik indeksleri oluşturma çalışmaları oldukça sınırlıdır. Bu çalışmanın, laboratuvar güvenliği ve ELMERİ gözlem yöntemi üzerine gelecekte yapılacak çalışmalara ışık tutacağı ve kaynak oluşturacağı öngörülmektedir (Dalyan ve ark., 2021).

İspanya'daki hastanelerdeki klinik mikobakteriyoloji laboratuvarlarının iş sağlığı ve güvenliği yönergelerine uyup uymadığını ve laboratuvar çalışanlarının iş yerinde biyolojik ajanlara maruz kalma riskine karşı korunup korunmadığını değerlendirmek amacıyla bir çalışma yürütülmüştür. Ekim-Aralık 2000 tarihleri arasında, mikobakteri laboratuvarlarındaki çalışanları, iş yükünü, eğitim ve bilgilendirme uygulamalarını ve güvenlik uygulamalarını değerlendirildiği bu çalışma, standart bir anket formu kullanılarak 26 hastanede kesitsel bir epidemiyolojik çalışma olarak gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmanın neticesinde, çalışanların yarısından azının, işlerinde yer alan sağlık tehlikeleri hakkında periyodik bilgi aldığı tespit edilmiştir. Bununla birlikte, mikobakteriyoloji laboratuvarlarındaki çalışanların üçte birinden fazlası, laboratuvarlarda etkili hava filtreleme sistemlerinin olmadığını ve çalışanların yarısından fazlası, çalışma alanında negatif basınçlandırmanın sağlanmadığını belirtmiştir. Araştırmaya katılan laboratuvarlarda, biyogüvenlik

maskelerinin çalışanlarının yarısından biraz fazlası tarafından kullanıldığı ifade edilmiş ve en sık kullanılan Biyolojik Güvenlik Kabinlerinin Class IIB olduğu belirtilmiştir. Çalışmadan elde edilen bulgular, İspanya'daki hastanelerdeki klinik mikrobiyoloji laboratuvarlarının geçerli yönerge ve düzenlemelerde belirtilen önleme tedbirlerine zayıf bir şekilde uyduğunu göstermiştir (Vaquero ve ark., 2003).

Laboratuvar araştırmacılarının ve öğrencilerin, tehlikeli ve zehirli kimyasallara maruz kalabileceğini ifade eden Lestari ve ark. (2019), İş Sağlığı, Güvenliği ve Çevre Yönetim Sistemi'nin (İSGÇYS) uygulanmasının, yükseköğretimde kritik bir unsur haline geldiğini ifade etmiştir. Bu ifadeyi değerlendirmek için yaptıkları çalışma, yükseköğretim laboratuvarlarında İSGÇYS uygulamalarının değerlendirilmesine genel bir bakış sunmaktadır. İSGÇYS uygulamalarının amacı, laboratuvarlarda iş kazalarını önlemektir. Çalışma tasarımı, yarı nicel tanımlayıcı bir çalışmadır. Çalışmanın amacı, yükseköğretim kurumu laboratuvarlarında İSGÇYS uygulamalarının değerlendirilmesi ve yükseköğretim laboratuvarlarında İSGÇYS uyum yüzdelerinin değerlendirilmesidir. Bu çalışmada beş farklı unsur değerlendirilmiştir: iş sağlığı, güvenliği ve çevre politikası ve taahhüdü, planlama, uygulama, değerlendirme ve yönetim gözden geçirmesi. Çalışmadan elde edilen sonuçlar, iş sağlığı, güvenliği ve çevre politikası ve taahhüdü unsurunun ortalama uyum yüzdesinin %59,4 olduğunu göstermektedir. Planlama, uygulama, değerlendirme ve yönetim gözden geçirmesi için ise ortalama uyum yüzdelerinin sırasıyla %33.0, %65.3, %26.0 ve %0.0 olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

İSG uygulamaları, laboratuvar birimlerinde uygulanması gereken önemli bir unsurdur. Laboratuvarlar, sınıfta öğretilen teorilerin uygulandığı ve akademik etkinliklerin incelendiği birimlerdir. Hem doğrudan hem de dolaylı olarak potansiyel tehlikelere sahip olan laboratuvarlar, yaralanmalara (kazalar) veya meslek hastalıklarına neden olabilecek tüm kaynaklar, durumlar veya faaliyetler olarak tanımlanan potansiyel tehlikeler içermektedir. Potansiyel tehlikeler sadece iş sırasında yaralanma veya meslek hastalıklarına neden olmakla kalmaz, aynı zamanda laboratuvar faaliyetleri nedeniyle yangın, patlama veya çevre kirliliği gibi çevredeki topluluklar için maddi ve çevresel kayıplara da yol açabilir. Laboratuvardaki tehlikeler genellikle laboratuvarlarda bulunanlar tarafından fark edilmez. Bu durum, değerlendirme standartlarının olmaması ve potansiyel tehlikeler hakkında yetersiz sosyalizasyon veya öğrenim nedeniyle ortaya çıkar ve üniversite laboratuvarlarında tehlike seviyesinin belirlenmesini gerekli kılar. Bu bağlamda, Airlangga Üniversitesi Halk Sağlığı Fakültesi İş Sağlığı ve Güvenliği Bölümü laboratuvarında tehlikelerin değerlendirilmesi amacıyla sadece gözlem yaparak ve herhangi bir müdahale olmaksızın gerçekleştirilen gözlemsel bir çalışmada; araştırma tasarımı, belirli bir zamanda gerçekleştirilen kesitsel bir çalışma olarak belirlenmiştir. Tehlike analizi için kullanılan araç, "Tehlike Tanımlama Risk Değerlendirme ve Kontrol Belirleme" metodolojisidir. Laboratuvarda on tehlike tespit edilmiştir. Tehlikelerin kaynakları; iş sırasında sergilenen tutumlar, malzemeler ve ekipman, çevre ve çalışma yöntemlerinden kaynaklanmaktadır. Araştırma sonuçlarına göre, Airlangga Üniversitesi

İş Sağlığı ve Güvenliği Bölümü laboratuvarında risk seviyesi %60 (düşük) olarak belirlenmiştir. Kontrol önlemlerinin, mühendislik kontrolleri, idari kontroller ve kişisel koruyucu ekipman kullanımı yoluyla gerçekleştirileceği ileri sürülmüştür (Yusuf ve ark., 2019).

Sudiana (2022), kimya laboratuvarlarında birçok iş kazası meydana geldiğini ve iş kazalarına neden olan iki faktörün, güvensiz davranışlar ve güvensiz koşullar olduğunu belirtmiştir. Laboratuvarlarda iş sağlığı ve güvenliği disiplinine uyulmasının, rahat ve güvenli bir çalışma ortamı yaratmak ve iş kazalarını önlemek veya en aza indirmek için çok önemli olduğunu vurguladığı çalışmada, kimya laboratuvarlarında iş sağlığı ve güvenliği disiplini oluşturmak amacıyla kimya pratiklerine rehberlik eden bir iş sağlığı ve güvenliği el kitabı hazırlamıştır. Bu çalışma, 4 aşamadan oluşan 4-D geliştirme modeline sahip bir araştırma ve geliştirme (Ar-Ge) çalışmasıdır: tanımlama (define), tasarım (design), geliştirme (develop) ve yayma (disseminate). Araştırma, bir pratiklik testi ile sona eren geliştirme aşamasıyla sınırlıdır. Uzman değerlendirmelerine göre, kimya laboratuvarında iş sağlığı ve güvenliği el kitabı maksimum 4 puan değerlendirme kriteriyle; içerik (3.9), dil (4.0) ve medya (4.0) açısından çok geçerli bulunmuştur. Okunabilirlik testine göre, tüm katılımcı öğrenciler, kimya laboratuvarındaki iş sağlığı ve güvenliği el kitabında sunulan içerik veya bilgileri anlamıştır. Ayrıca, pratiklik testi ile öğretim üyeleri, laboratuvar asistanları ve öğrenciler, kimya laboratuvarında iş sağlığı ve güvenliği el kitabına sırasıyla 4.0 ve 3.9 puan vererek, çok pratik olduğunu belirtmişlerdir.

Her laboratuvarın İSG ile ilgili bazı kuralları ve düzenlemeleri bulunmaktadır. İSG, çalışanların güvenliği, sağlığı ve refahına odaklanan çok disiplinli bir kavramdır ve işyerinde çalışan kişilerin sağlık ve güvenlik ile ilgili hak ve sorumluluklarının farkında olmasını sağlamayı amaçlar. Çalışanlar genellikle kendi güvenliklerini ihmal ederler ve bu durum laboratuvarlarda sıkça görülür. Kimya mühendisliği laboratuvarlarının yangın, toksisite ve çevre için tehlike oluşturabilecek diğer faktörler gibi kazaları azaltmak amacıyla iş sağlığı ve güvenliği İSG uygulamalarını benimsemeleri gerekmektedir. Politeknik Negeri Lhokseumawe'deki kimya mühendisliği laboratuvarlarında iş sağlığı ve güvenliğinin çalışanlar üzerindeki etkisini ve bu iki kavram arasındaki ilişkiyi incelemeyi amaçlayan çalışmada, kimya mühendisliği laboratuvarlarında İSG uygulamalarının etkin bir şekilde uygulanmasının, yangın, toksisite ve diğer çevresel tehlikeleri azaltmada önemli bir rol oynadığı ve çalışanların güvenliği üzerindeki olumlu etkileri ortaya konmuştur (Fitriah ve Mardani., 2019).

Karahan ve Aydoğmuş (2023), iş sağlığı ve güvenliği kapsamında belirlenen laboratuvarlarda 5X5 L Tipi Matris Yöntemi kullanılarak bir risk analizi çalışması yürütmüşlerdir. Risk analizinde 50 risk tespit edilmiş; bunlardan 30'unun (%60) yüksek risk seviyesine, 18'inin (%36) orta risk seviyesine ve 2'sinin (%4) düşük risk seviyesine sahip olduğu ifade edilmiştir. Laboratuvar araştırmalarında bu riskleri kontrol altına almak ve etkilerini en aza indirmek için iş sağlığı ve güvenliği kurallarının uygulanması gerektiği belirtilmiştir. Bu bağlamda, laboratuvar çalışmalarında yapılması gerekenler aşağıdaki gibi sıralanmıştır:

- Laboratuvarda meydana gelebilecek bir acil durumda, acil durum ekiplerinin gerekli bilgileri laboratuvarda görünür olmalıdır.
- Çalışanlar, laboratuvarda meydana gelebilecek acil durumlar için bu acil durum tatbikatlarını yapmalıdır.
- Yangın durumunda, çalışanlar yangının türüne göre hangi yangın söndürme ekipmanının kullanılacağını bilmelidir. Yangın söndürücü gibi ekipmanların yerleri belirgin ve yüksek bir yerde olmalı, yıllık periyodik kontroller belirlenen mevzuata göre yapılmalıdır.
- Laboratuvardaki ekipmanların yerleri işaretlenmeli, bu ekipmanları kullanan kullanıcılar belirlenmeli ve bu ekipmanların periyodik bakımları yapılmalıdır.
- Laboratuvardaki ekipmanların kimlik kartları ve son kullanıcının kayıtları düzenli olarak tutulmalıdır.
- Kimyasal maddeler, miktarları göz önünde bulundurularak saklanmalıdır.
- Kimyasal maddeler, yetkili kişilerin kontrolünde kullanılmalıdır.
- Acil durum duşlarının ve göz duşlarının periyodik bakımları yapılmalıdır.
- Acil durum planları, laboratuvarda görünür bir yere asılmalı ve düzenli olarak güncellenmelidir.
- Laboratuvar personelinin niteliklerine göre düzenli olarak kaydedilmesi sağlanmalıdır.
- Laboratuvarda çalışanların işleri için uygun kişisel koruyucu ekipman sağlanmalı ve kullanımı sağlanmalıdır.
- Yanma ve patlama olasılığı olan tüpler, mevzuata uygun olarak sabitlenmeli, kullanılmalı ve saklanmalıdır.

Wahab ve ark. (2021), akademik laboratuvarların risk değerlendirmesine genel bir bakış sunarak; risk değerlendirme yöntemi, tehlike türü ve tehlikeyi ortadan kaldırmak için uygulanan kontrol önlemlerine odaklandıkları bir çalışma için Scopus, IEEE Explore ve manuel arama ile toplamda 61 yayın tespit edilmişlerdir. Çalışma, PRISMA tarafından yönlendirilmiş ve tarama ve uygunluk sürecinin ardından 13 yayın seçilmiş ve incelenmiştir. Yayınlarda 15 risk değerlendirme yöntemi tanımlanmış olup, %53.3'ü yarı-nicel yöntemi, %26.7'si nitel yöntemi ve %20'si nicel yöntemi uygulamıştır. Tehlike tanımlamada, %54'ü belirli tehlikeleri, %46'sı ise belirli olmayan tehlikeleri tartışmıştır. Tartışılan tehlikelerin çoğunun, kimyasalların tehlikeli doğası, laboratuvarda deneyler yapmak için kimyasal kullanım ve değerlendirilen laboratuvar türünün genellikle kimya laboratuvarı olması nedeniyle kimyasal tehlikeler olduğu tespit edilmiştir. Yayınların çoğu, riski önlemek için en az birden fazla kontrol önlemi kullanmıştır. En yaygın uygulanan kontrol önlemi, mühendislik kontrolü, idari kontrol ve kişisel koruyucu ekipman kombinasyonu olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Gelecek çalışmalarda, akademik laboratuvarların laboratuvar risk yönetimini daha da

iyileştirmelerine yardımcı olacak basit, hızlı, düşük maliyetli ve verimli bir risk değerlendirmesine ihtiyaç duyacağı öngörülmüştür. Nitel ve nicel risk değerlendirme yöntemlerinin kombinasyonunun, her iki yaklaşımın olumlu yönlerinden yararlanarak risk değerlendirme sürecini geliştirmek için gerekebileceği ve akademik laboratuvarlarda kaza vakalarını ortadan kaldırmak veya azaltmak için riskin laboratuvar kullanıcılarına etkili bir şekilde iletilmesi amacıyla çevrimiçi bir risk değerlendirmesine ihtiyaç duyulabileceği belirtilmiştir.

Amerika Birleşik Devletleri laboratuvarlarında yaralanmaların ve mesleki enfeksiyonların önlenmesi uzun yıllardır önemli bir endişe kaynağı olmuştur. 2008 yılında, çeşitli ajanslar, laboratuvar organizasyonları ve tesislerden laboratuvar temsilcilerinin yer aldığı bir Mavi Kurdele Paneli'nde, tanısall laboratuvarlarda laboratuvar biyogüvenliğini gözden geçirmek üzere panel düzenlenmiştir. Bu panelin üyeleri, tanısall laboratuvar topluluğunun benzersiz operasyonel ihtiyaçlarını ele almak için biyogüvenlik kılavuzlarının geliştirilmesini ve bu kılavuzların bilim temelli olup geniş çapta erişilebilir olmasını tavsiye etmiştir. Bu öneriler zorunlu olmamakla birlikte, mevcut bilimi ve sağduyulu yaklaşımları temsil eden ve tüm laboratuvar çalışanları için güvenli bir çalışma ortamı oluşturmaya katkıda bulunabilecek tavsiyelerdir. Bu yönergelerde, kaliteli laboratuvar bilimi, günlük faaliyetlerde biyogüvenliğe yönelik sağduyulu bir yaklaşımla pekiştirilmektedir (Miller ve ark., 2012). Tüm laboratuvarlar için öneriler arasında şunlar bulunmaktadır:

- Yıllık olarak denetlenen Class IIA2 biyolojik güvenlik kabinlerinin kullanımı,
- Sık el yıkama,
- 1:10 oranında ev tipi çamaşır suyu dâhil uygun dezenfektanların kullanımı,
- Birçok faaliyet için risk değerlendirmelerine dayalı bağımlılık,
- Laboratuvardaki kimyasalların risklerini ele alan yazılı güvenlik protokollerinin geliştirilmesi,
- Laboratuvara negatif hava akışının sağlanması,
- Eldiven kullanımının isteğe bağlı veya önerildiği laboratuvar alanlarının belirlenmesi,
- Laboratuvar olayları/maruz kalma, yaralanma ve enfeksiyonların gözetimi ve cezalandırıcı olmayan bir şekilde raporlanması için ulusal bir merkezin kurulması ihtiyacı.

Biyoteknolojideki ilerlemeler ve araştırmalar, mikrobiyoloji, tıp, gıda endüstrisi, tarım, genetiği değiştirilmiş organizmalar ve nanoteknoloji gibi geniş bir yelpazede uygulamalara sahiptir; ancak virüsler, parazitler, mantarlar, riketsiya, bakteriyel mikroorganizmalar veya genetiği değiştirilmiş organizmalar gibi patojen ajanlarla yapılan araştırmalar, hem insanlar hem de çevre için potansiyel biyolojik riskleri nedeniyle endişe yaratmıştır. Bu organizmaların öngörülemeyen

davranışları bu endişeyi artırmaktadır. Ayrıca, biyogüvenlik endişesi, kontrol altına alınmış hastalıkların yeniden ortaya çıkması veya yeni hastalıkların ortaya çıkması ile ilişkilidir. Biyoteknoloji laboratuvarları, personeli, halkı ve tehlikeli organizmalara ve materyallere maruz kalabilecek çevreyi korumak için tasarlanmış biyogüvenlik önlemleri gerektirir. Laboratuvar personelinin eğitimi, sadece tehlikeli biyolojik ajanların doğrudan kullanımı hakkında iyi bir anlayış kazanmak için değil, aynı zamanda araştırmalarda kullanılan biyolojik materyallerin epidemiyolojisi, patojenitesi ve insan duyarlılığı hakkında bilgi edinmek için de gereklidir. Biyolojik risk, uluslararası olarak tanınan prosedürlerin doğru uygulanmasıyla azaltılabilir ve kontrol edilebilir; bu prosedürler arasında uygun mikrobiyolojik teknikler, uygun koruma donanımları, yeterli tesisler, koruyucu bariyerler ve laboratuvar çalışanlarının özel eğitimi yer alır. Mesleki enfeksiyonları önlemek için standart mikrobiyolojik prosedürler ve teknikler, koruma cihazlarının, tesislerin ve koruyucu bariyerlerin kullanımı hakkında bilgi sahibi olmak gereklidir. Mikroorganizmaların epidemiyolojisi, patojenitesi ve biyolojik tehlikeleri hakkında eğitim ve öğretim, riski önleyebilir veya azaltabilir. Bu şekilde bilim camiası geçmişteki derslerden yararlanarak, gelecekteki sorunları öngörebilir (Coelho ve Diez, 2015).

Çalışma ortamını sağlıklı ve güvenli bir hale getirmeyi amaçlayan, iş kazası ve meslek hastalıklarını en aza indirmeyi hedefleyen iş sağlığı ve güvenliği hizmeti hem kamu kuruluşlarında hem de özel kuruluşlarda yasal mevzuat gereğince zorunlu tutulmuştur. JCI (Joint Commission International) tarafından akredite edilmiş bir özel hastane ile bir üniversite hastanesinin iş sağlığı ve güvenliği uygulamalarını ve iş sağlığı problemlerini karşılaştırmak ve değerlendirmek amacıyla gerçekleştirilen bir araştırmada, Türkiye'deki bir özel hastane ile bir üniversite hastanesinde çalışan hemşirelerin iş sağlığı ve güvenliği uygulamalarını karşılaştırmak ve değerlendirmek hedeflenmiştir. Araştırma, İstanbul'da bulunan bir üniversite hastanesinde 162 hemşire ve bir özel hastanede 150 hemşire ile gerçekleştirilmiştir. Veriler, Mart ve Temmuz 2007 tarihleri arasında, sağlık personelinin sosyo-demografik özelliklerini belirlemek için 7 soru ve iş sağlığı ve güvenliği önlemleri ile ilgili 17 sorudan oluşan bir anket kullanılarak toplanmıştır. Hemşirelere göre, özel hastanenin güvenlik uygulamaları ve önlemleri üniversite hastanesine göre daha iyi olarak değerlendirilmiştir. Üniversite hastanesinin ergonomik çalışma ortamı sağlama konusunda yetersiz olduğu, özel hastanenin ise hemşirelerin çalışma programlarını planlama konusunda yetersiz olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, her iki hastanede de kesici veya delici aletler, kan/kan sıvıları ve enfekte materyallerin meslek hastalıklarına ve diğer sorunlara neden olduğu belirlenmiştir. JCI tarafından akredite edilmiş özel hastanede iş sağlığı ve güvenliği ile ilgili önlemlerin ve uygulamaların, üniversite hastanesine göre daha iyi durumda olduğu sonucuna varılan araştırmadan elde edilen bulgular, hastanelerde iş sağlığı ve güvenliği uygulamalarının iyileştirilmesi gerektiğini göstermektedir.

İSG uygulamalarının iyileştirilmesi için, günümüzde yapay zekâ destekli sistemlerin kullanımı artmaktadır. Hesaplamalı zekâ ve örüntü tanıma teknikleri aracılığıyla meslek hastalığı risklerinin tahmin edilmesi sorununun ele alındığı bir çalışmada, özellikle üç farklı makine öğrenimi

yaklaşımı karşılaştırılmıştır. İlk yaklaşım, anlamlı etiketli kümeler setini nihai model olarak belirlemekten sorumlu olan k-means algoritmasına dayanmaktadır. Diğer iki yaklaşım ise tamamen denetimli tekniklere dayanmaktadır; bunlar Destek Vektör Makineleri (SVM) ve k-En Yakın Komşu (k-NN) algoritmalarıdır. Hem işçi hem de işyeri ile ilgili gerçek veriler, sayısal ve kategorik öznitelikleri birleştirerek test için kullanılmıştır. Hesaplamalı sonuçlar, üç yaklaşımın performans açısından oldukça karşılaştırılabilir olduğunu göstermiştir. Ancak, kümelenmeye dayalı bir yaklaşım, daha ileri risk değerlendirmesi ve tahmin için yararlı olan daha derin bir bilgi keşfi aşamasına olanak tanımaktadır (Noia ve ark., 2019).

Kümelemeye dayalı bir yaklaşım olan, basitliği ve yüksek verimliliği nedeniyle yaygın olarak kullanılan k-en yakın komşu (KNN) tekniğinin, iş ile ilgili kas-iskelet sistemi rahatsızlıklarını tahmin etmek için başarıyla uygulandığı bir çalışma yürütülmüştür. Genel çalışma popülasyonu arasında, algoritma son on iki ay içinde iş ile ilgili kas-iskelet şikâyetleri bildiren çalışanları tanımlayabilmiştir. Geliştirilen modele göre, zayıf aydınlatma koşulları, titreşimlere maruz kalma, rahatsız bir sandalye ve yüksek zihinsel talep, bu tür sağlık problemlerinin gelişiminde en güçlü etkiye sahip olan faktörler olarak belirlenmiştir. Model, bu tür rahatsızlıkları doğruluk ve etkinlikle tahmin etmek için diğer geleneksel istatistiksel öğrenme tekniklerinin sınırlamalarını aşabilmektedir ve modelin ergonomik müdahale programlarına ayrılan kaynakların önceliklendirilmesi için bir karar destek aracı olarak kullanılabileceği öngörülmüştür (Sánchez ve ark., 2016).

Bu bağlamda, Türkiye'deki kamu hastanelerinde teknik verimlilikleri incelemek için k-means kümeleme ile veri zarflama analizini entegre etmeyi amaçlayan bir çalışmada, iller ve kamu hastanelerini içeren iki aşamalı bir analiz prosedürü uygulanmıştır. İlk adım, k-means kümeleme ve siluet (Sil) küme geçerliliği indeks ölçümleri kullanılarak refah devleti göstergeleri açısından benzer illeri incelemektedir. Ardından, farklı il gruplarındaki kamu hastanelerinin verimlilikleri belirlenecektir. Veriler, 81 il ve 688 kamu hastanesi için Türkiye İstatistik Kurumu'nun 2017 Kamu Hastaneleri İstatistik Yıllığı'ndan alınmıştır. Çalışma sonuçları, refah devleti göstergelerinin benzerliklerine göre beş il grubu olduğunu göstermiştir (Sil = .58). Teknik olarak verimsiz kamu hastanelerinin sayısı, tüm gruplarda teknik olarak verimli kamu hastanelerinin sayısından fazla olarak tespit edilmiştir. Çalışma sonuçları, k-means kümeleme ile veri zarflama analizinin birleştirilmiş metodolojisinin, benzer refah durumuna sahip illerde bulunan kamu hastanelerinin verimliliklerini belirlemek için yararlı olduğunu vurgulamaktadır (Cinaroglu, 2019).

Kümeleme yöntemi, İSG uygulamalarının iyileştirilmesi çalışmalarında büyük verilerin analizinde önemli bir fayda sağlamaktadır. İş kazalarına ilişkin veriler genellikle işçi tazminat yetkilileri ve şirketlerin güvenlik ve önleme ekipleri tarafından büyük veritabanlarında saklanır. Bu veritabanlarının analizi, kazaların önlenmesinde ve risklerin azaltılmasında önemli bir rol oynayabilir, ancak bu tür veritabanlarının boyutları ve karmaşıklığı nedeniyle analizler sağlıklı yürütülemeyebilir. İki seviyeli bir kümeleme sistemi olan SKM (SOM K-Means) yöntemi, SOM (Self Organizing Map) ve K-Means kümelemelerinden oluşan ve ahşap endüstrisinde meydana gelen

1200 iş kazasının veritabanına atıfta bulunarak kritik kazaların dinamiklerini belirlemede olumlu sonuçlar elde etmiştir. Bu araştırma, 2006 ve 2013 yılları arasında Piyemonte (İtalya)'da meydana gelen 4000'den fazla iş kazasının analiz edilmesi yoluyla yeni sunulan SKM metodolojisini doğrulamak amacıyla gerçekleştirilmiştir. Bu çalışma, kazaları farklı kaza dinamikleri ailelerine ayırmış ve bu kazaların şiddetini ve meydana gelme sıklığını ölçmüştür. Elde edilen bilgilerin, şirket yöneticileri ve ulusal yetkililere, risk tabanlı karar verme çerçevesi içinde en kritik olarak tanımlanan kümelerle ilişkin önleyici tedbirler ve politikaları daha iyi yönlendirmede yardımcı olabileceği öngörülmüştür (Comberti ve ark., 2018).

Literatürdeki çalışmalar incelendiğinde, çalışmaların İSG üzerinde etkisi olan etkenler arasından herhangi birinin tek başına seçilerek değerlendirilmesi sebebiyle sınırlı kaldığı görülmektedir. Bu tez çalışması, birden fazla risk faktörünü bir arada değerlendirerek İSG alanındaki diğer çalışmalardan farklılaşmaktadır. Örneğin Al-Zyoud ve ark. 2019 yılında yaptıkları çalışma; yalnızca kimyasal güvenlik boyutu üzerine kurgulanmıştır. Yapılan araştırmanın neticesinde kimyasal güvenlik eğitimlerinin verilmesinin güvenlik farkındalığının oluşumunda tek etkenmiş gibi gösterilmesi yeterli değildir. Nitekim bu tez çalışmasında kimyasal güvenlik ve laboratuvar güvenliği boyutlarının bir düzey olarak ifade edilmesi sonucu, Al-Zyoud ve ark. 2019 yılında yaptıkları çalışmanın neticesinde belirttikleri kimyasal güvenlik eğitiminin güvenlik farkındalığının oluşumunda tek etken olarak belirtilmesinin yeterli olmadığını göstermekte ve güvenlik farkındalığının tesis edilmesi için kimyasal güvenlik ile laboratuvar güvenliğinin birlikte değerlendirilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır.

Yusuf ve ark. 2019 yılında yaptıkları çalışma, araştırma alanının fiziksel güvenlik boyutu ile sınırlı kalmıştır. Laboratuvarlarda yaşanan iş kazalarını önlemek ve güvenlik politikalarının oluşumuna katkı sağlamak için fiziksel güvenliğin tek başına ele alınması yetersizdir. Kişisel koruyucu donanım, atık yönetimi ve fiziksel güvenlik bu tez çalışmasında birleşik tek bir düzey olarak temsil edilmiştir. Bu temsil düzeyi, laboratuvarlarda güvenlik politikalarının oluşturulmasında, uygulanmasında ve uygulamaların izlenmesinde kişisel koruyucu donanım, atık yönetimi ve fiziksel güvenliğin birlikte değerlendirilmesini gerekli kılmaktadır.

Bu tez çalışması, özellikle birden fazla risk faktörünün birlikte rol aldığı laboratuvar çalışmalarında, bu faktörlerin bileşkelerinden doğabilecek zararları önleme noktasında bir rehber olarak literatürde önemli bir boşluğu dolduracaktır. Kimyasal güvenlik ve laboratuvar güvenliğinin bir düzey; kişisel koruyucu donanım, atık yönetimi ve fiziksel güvenliğin bir düzey ve biyogüvenliğin bir düzey olarak temsil edildiği bu tez çalışması; mevcut literatüre, farklı risk faktörlerinin bir arada iş güvenliği düzeyine olan etkisini ortaya koymakla katkı sağlayacaktır.



3. MATERYAL VE METOT

Tezin bu bölümünde; saha araştırmasına dair bilgiler aktarılmış olup alan araştırmasında nicel araştırma yaklaşımı kullanılmıştır. Araştırmada, laboratuvar sayısının fazla olması ve metropol olma özellikleri ile İstanbul ili araştırma alanı olarak seçilmiş ve İstanbul'daki GHTM'ler ile ilgili özellikler açıklanmıştır. Tezle ilgili literatür taraması yapılmış ve konu ile ilgili birincil ve ikincil kaynaklara ulaşılmıştır. Öncelikle teze katkısı olacak ve alanda çalışma yapılmış birincil kaynak olan kitap ve makalelere ulaşılmıştır. Kaynaklara ulaşabilmek için çeşitli veri tabanları, internet kaynakları, gazete haberleri ve kütüphaneler incelenmiştir. Edinilen kitap ve makaleler GHTM'lerde yürütülen tanılama çalışmaları ve laboratuvar güvenliği ekseninde yapılan tartışmaları içermektedir. Yine aynı konular ekseninde hazırlanmış olan yurtiçi ve yurtdışı Türkçe ve İngilizce tezler taranmıştır. Ulaşılan kaynaklar ve araştırma verileri ile İSG ve genetik laboratuvarları üzerine yapılan çalışmada, genetik hastalık tanı merkezlerinin iş sağlığı ve güvenliği düzeylerine göre sınıflandırılması hedeflenmiştir.

Veri toplama yöntemi olarak veri formu kullanılmış olup; saha araştırmasının ardından, elde edilen veriler SPSS (v.25) programına aktarılmış ve güvenilirlik analizi yapılmıştır. Güvenilirlik analizinin sonuçlarının uygunluğunun tespit edilmesi ile birlikte 'korelasyon' ve 'regresyon' analizleri yapılarak değişkenler arasındaki etkileşim ve ilişkiler tüm detaylarıyla incelenmiştir. Etki ve ilişki incelemelerinin ardından PCA ile veri seti küçültülüp; ardından Matrix Laboratory (MATLAB) programının güvenilirliğini en yüksek oranda verdiği k-NN algoritması kullanılarak laboratuvarların iş sağlığı ve güvenliği düzeylerine sınıflandırılmaları yapılmıştır.

Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı'nın 'Laboratuvarlar İçin Kontrol Listesi'nde kullanılan ölçek temel alınarak bu araştırmada 7'li Likert ölçeği kullanılmıştır (Arıkan, 2018). Glass, Peckham ve Sanders (1972:237), 5-7 seçenekli Likert ölçeğinden elde edilen verilerin analizinde t testinin kullanımının uygun olduğunu, bu test kullanılarak aralı (interval) veri önkoşullarının ihlal edildiği durumlarda dahi (varyansların eşitliği önkoşulu hariç) son derece kararlı ve güvenilir sonuçlar elde edilebileceğini ortaya koymuşlardır. Preston ve Colman'dan aktaran İbrahim Turan ve ark. (2015), 7-10 seçenekten oluşan ölçeklerin güvenilirlik ve geçerlilik değerlerinin en yüksek düzeyde olduğunu belirtmiştir. Araştırma için uyarlanan ölçek farklı denekler üzerinde uygulandığı için, güvenilirlik analizi yapılmıştır. Güvenilirliğin oluşabilmesi için uygulanan anketin tekrarlanabilir olması gerekmektedir. Likert ölçeği ile oluşturulan anketlerde güvenilirliği belirlemek için Cronbach Alpha (α) değeri kullanılmaktadır (Çakmur, 2012). 0.700'den büyük Cronbach Alpha (α) sayısına sahip değişkenlerin güvenilir olduğu kabul edilmektedir (Dinç ve Abdioğlu, 2019).

Araştırma 7 boyut üzerinde kurgulanmıştır ve boyutlar arasındaki ilişkiyi incelemek için korelasyon analizi yapılmıştır. Boyutlar arasındaki ilişkiyi ortaya koyan korelasyon analizi, (-1) ile (+1) arasında katsayılarından oluşmaktadır. Pozitif değerler direkt yönlü doğrusal ilişkiyi, negatif

değerler ise ters yönlü bir doğrusal ilişkiyi ifade etmektedir. Değişkenler arasında doğrusal bir ilişkinin bulunmaması durumu ise 0 katsayısı ile ifade edilmektedir (Deniz Başar ve Yılmaz, 2011).

Araştırma verilerine uygulanan bir diğer yöntem olan regresyon analizi, bağımsız değişken ile bağımlı değişkenler arasındaki etkileşimleri ortaya çıkarmak için kullanılan bir analiz yöntemidir. Bağımlı ve bağımsız değişkenlerin birbirlerine olan etkilerinde lineer regresyon analizi kullanılmaktadır (Kılıç ve Ural, 2015).

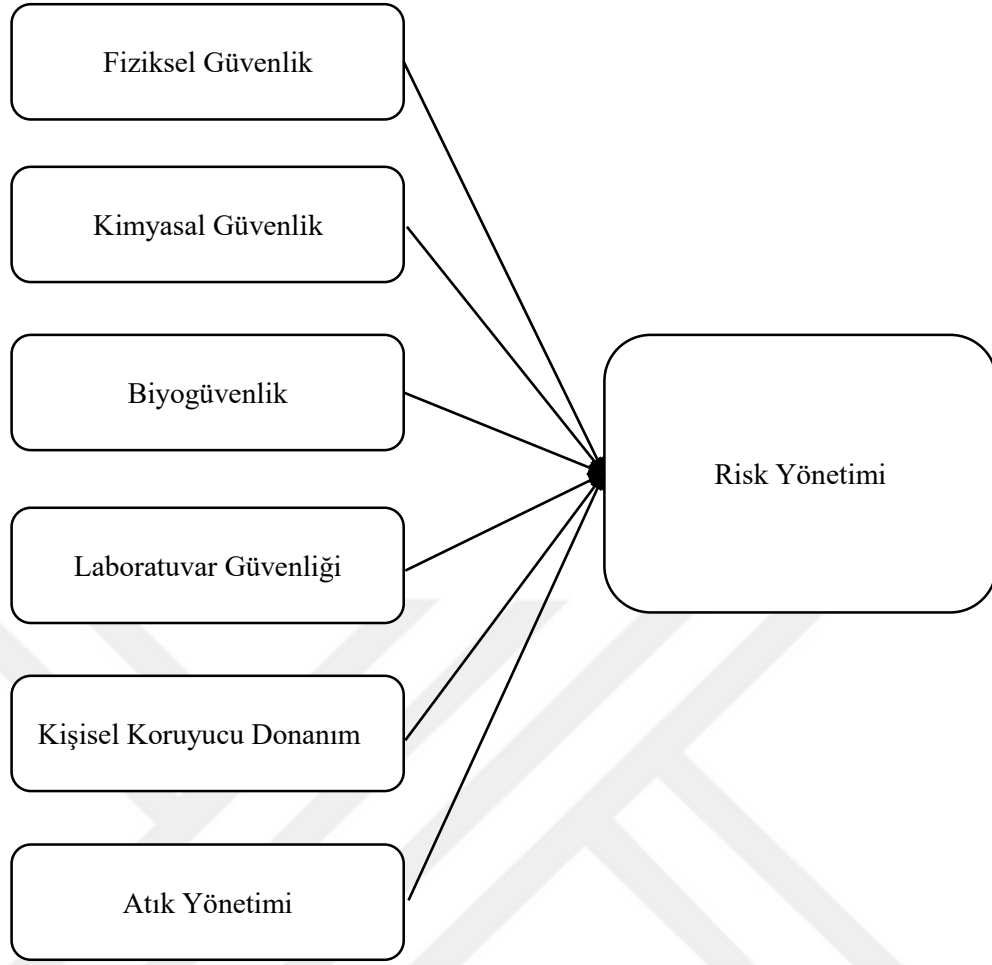
Regresyon analizinde dikkat edilmesi gereken hususlar şunlardır (Coşar, 2013):

- *Değişkenler arasında anlamlılık 0.05'ten küçük olmalıdır*
- *T değeri yaklaşık olarak -2000 ya da +2000 den fazla olmalıdır*
- *B katsayısı yaklaşık olarak (+) ve (-) 200 ve üzeri olmalıdır.*

Saha araştırmasından elde edilen veriler, SPSS programına aktarılmış ve ilk olarak 7 başlıkta yöneltilen ifadelerin yer aldığı tehlike gruplarının her birinin ayrı ayrı güvenilirlik analizi yapılmıştır. Güvenilirlik analizlerinde başarılı sonuçlar elde edilmesinin ardından, araştırma verilerine korelasyon ve regresyon analizleri uygulanmıştır. Tehlike grupları arasındaki 'kuvvetli etkileşim' ve 'çok kuvvetli etkileşim' olan grupları belirlemek için korelasyon analizi, tehlike gruplarının birbirleri üzerindeki etkilerini, kuvvetli etkiden zayıf etkiye doğru tespit etmek için ise regresyon analizi kullanılmıştır.

3.1. Araştırmanın Modeli

Araştırma bağlamında İstanbul'daki GHTM'lerin iş sağlığı ve güvenliği düzeylerinin belirlenmesi amaçlanmaktadır. Araştırma, İstanbul ilinde bulunan genetik hastalık tanılama faaliyetlerinde bulunan 15 laboratuvarı yürütülmüştür. Buna bağlı olarak araştırmanın modeli şu şekilde ortaya konmaktadır:



Şekil 3.1. Araştırmanın Modeli

3.1.1. PCA

Temel Bileşen Analizi (PCA), çeşitli alanlarda boyut indirgeme ve veri analizi için yaygın olarak kullanılan bir istatistiksel yöntemdir (Baytas ve ark., 2016). PCA uygulayarak, yüksek boyutlu veriler, Temel Bileşenler (PC'ler) olarak bilinen küçük sayıda ortogonal temel vektörler tarafından temsil edilen düşük boyutlu bir alt uzaya yansıtılır (Liu ve ark., 2021). PCA'nın ana amacı, değişken kümelerini tanımlamak ve orijinal değişkenlerin lineer kombinasyonlarını bularak en yüksek varyansı yakalamak ve bilgi kaybını en aza indirmektir (Qi ve Luo, 2014).

PCA, orijinal verileri temel bileşenler tarafından temsil edilen yeni bir koordinat sistemine dönüştürerek çalışır. Bu bileşenler, veride açıkladıkları varyans miktarına göre sıralanır; birinci bileşen en fazla varyansı açıklar ve sonraki bileşenler azalan miktarlarda varyans açıklar (Chin ve ark., 2014). Bu dönüşüm sayesinde PCA, veriyi basitleştirirken orijinal veri setindeki en kritik bilgiyi korur (Siirtola ve ark., 2017).

PCA, değişkenlerin ölçüm birimlerinden bağımsız olarak çalışmasını sağlamak için verilerin standardize edilmesini gerektirir. Bu, her bir değişkenin ortalamasının çıkarılması ve ardından standart sapmaya bölünmesiyle yapılır (Abdi ve Williams, 2010).

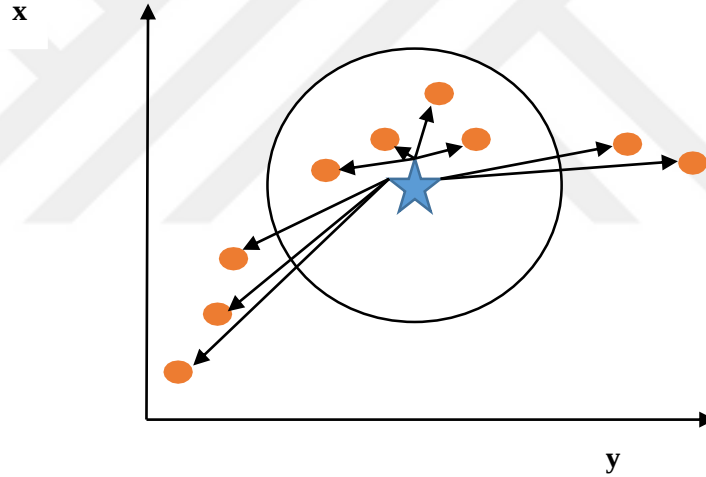
$$z = \frac{x-\mu}{\sigma} \quad (3.1)$$

Burada x bir veri noktası, μ değişkenin ortalaması ve σ değişkenin standart sapmasıdır.

Temel bileşenlerin seçiminde de Özdeğerler büyüklüklerine göre sıralanır ve en büyük özdeğerlere karşılık gelen özvektörler temel bileşenleri oluşturur. İlk birkaç bileşen genellikle toplam varyansın büyük bir kısmını açıklayabilir, bu nedenle boyut indirgeme amacıyla sadece bu bileşenler kullanılır (Lever ve ark., 2017).

3.1.2. K-NN

K-Nearest Neighbor (K-NN) algoritması, makine öğrenmesinde sıkça kullanılan bir sınıflandırma algoritmasıdır. Bu algoritma, bir veri noktasını sınıflandırmak için etrafındaki en yakın 'k' komşularına bakar ve çoğunluk sınıfına ait olarak sınıflandırır. Bu yöntem, basit, açıklayıcı ve uygulaması kolay olmasıyla dikkat çeker (Vikri ve Rohmah, 2022).



Şekil 3.2. k-NN İle Veri Noktalarının Sınıflandırılması

k-NN algoritması, benzerlik ölçüsü veya mesafe ölçüsü kullanılarak belirlenen k en yakın komşusunu kullanarak yeni bir örneğin sınıfını belirler. k-NN algoritması, özellik vektörlerinin azaltılmasından sonra sınıflandırma için kullanılan bir algoritmadır. Örneğin, özellik vektörlerinin Principal Component Analysis (PCA) ve Linear Discriminant Analysis (LDA) gibi yöntemlerle azaltılmasının ardından k-NN algoritması sınıflandırma işlemlerinde kullanılabilir (Çalık ve ark., 2015). Ayrıca, k-NN algoritması, sınıflandırılmamış bir örneği önceden sınıflandırılmış veri noktalarından herhangi birisine olan uzaklığına göre ilgili sınıfa atama işlemini yapar (Güvenç ve ark., 2022).

Sınıflandırma sürecinde farklı mesafe ölçüm yöntemleri kullanılmaktadır. Mesafe ölçümü için en sık kullanılan ölçümler Öklid, Manhattan ve Minkowski mesafeleridir.

Öklid mesafesi, iki nokta arasındaki en yakın mesafeyi ifade eder ve vektörünün uzunluğu iki nokta arasındaki farka eşittir. $P=(x_1,x_2,x_3,\dots,x_n)$ noktası ve $Q=(y_1,y_2,y_3,\dots,y_n)$ noktası arasındaki Öklid mesafesi aşağıda denkleme göre hesaplanmaktadır (Prasatha ve ark., 2017).

$$\text{Öklid Mesafesi} = \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - y_i)^2} \quad (3.2)$$

Denklemdaki x ve y vektörleri, n -boyutlu öznitelik vektörlerini ifade etmektedir. Burada n , öznitelik sayısını göstermektedir.

Manhattan uzaklığı, iki nokta arasındaki farkın mutlak değerlerinin toplamını şeklinde ifade edilmektedir. P ve Q noktaları arasındaki Manhattan uzaklığı aşağıdaki denkleme göre hesaplanmaktadır (Prasatha ve ark., 2017).

$$\text{Manhattan Mesafesi} = \sum_{i=1}^n |x_i - y_i| \quad (3.3)$$

Minkowski mesafesi ise Manhattan ve Öklid mesafelerinin genelleştirilmiş bir biçimidir. Yine P ve Q noktaları arasındaki mesafenin Minkowski ölçümüne ait matematiksel ifade aşağıdaki gibidir (Prasatha ve ark., 2017).

$$\text{Minkowski Mesafesi} = \left(\sum_{i=1}^n |x_i - y_i|^p \right)^{1/p} \quad (3.4)$$

Denklemdaki p 'nin alacağı farklı değerlerde, mesafe değeri de buna bağlı olarak değişmektedir. p 'nin 2'ye eşit olduğu denklem Öklid mesafesini, p 'nin 1'e eşit olduğu denklem ise Manhattan mesafesini vermektedir (Özbilgin, 2023).

Joseph L. Hodges Jr. ve Evelyn Fix tarafından geliştirilen k -NN algoritması, ilk olarak Peter E. Hart ve Thomas M. Cover tarafından istatistiksel analizlerde kullanılmıştır. k -NN algoritmasının hem regresyon analizlerinde hem de kümeleme analizlerinde kullanılabilir olması, bu algoritmanın bilimsel çalışmalarda tercih edilmesini sağlamaktadır. Veri olarak girilen her bir değer en yakın komşu değeri ile kümelenebilir, k -NN algoritmasını diğer sınıflandırıcı algoritmalarından ayıran en önemli özelliktir (Amagata ve ark., 2022).

k -NN algoritması, iş sağlığı ve güvenliği alanında da kullanılabilecek bir sınıflandırma algoritmasıdır. Özellikle k -NN algoritması, iş kazalarını ve sağlık risklerini analiz etmek, önlemek ve yönetmek için değerli bir araç olabilir. Ayrıca, k -NN algoritmasının, veri analizinde derin öğrenme algoritmalarıyla birlikte kullanılarak daha iyi sonuçlar elde edilebileceği öngörülmektedir (Kaya, 2019).

Sağlık izleme alanında, k -NN işçilerin tehlikeli maddelere maruziyetine dayalı olarak meslek hastalıklarını tahmin etmek için kullanılabilmektedir. Örneğin, algoritma, semptomları ve maruziyet seviyelerini analiz ederek işçilerin sağlık durumunu sınıflandırabilir ve kömür, silika ve asbest gibi

maddelere maruz kalmanın neden olduğu akciğer hastalıklarının erken tespitine ve müdahalesine yardımcı olur (Uddin ve ark., 2022).

k-NN algoritması, iş sağlığı ve güvenliği alanında risk değerlendirmesi ve tehlike tanımlama için de kullanılmaktadır. Geçmiş iş kazaları ve güvenlik ihlalleri verilerini analiz ederek, algoritma potansiyel tehlikeleri daha doğru bir şekilde tahmin etmeye ve riskleri değerlendirmeye yardımcı olur. Bu öngörücü yetenek, önleyici tedbirlerin uygulanması ve işyeri güvenliğinin artırılması için kritik öneme sahiptir (Shah ve Mishra, 2023).

İş sağlığı ve güvenliği standartlarına uyumu izlemek ve sağlamak için de k-NN algoritması kullanım alanına sahiptir. İşyeri güvenlik denetimlerinden ve uyum kayıtlarından elde edilen verileri analiz ederek, algoritma uyumsuzluk kalıplarını belirleyebilir ve gelecekteki güvenlik sorunlarını tahmin edebilir. Bu, organizasyonların güvenlik endişelerini proaktif (koruyucu-önleyici) olarak ele almasına ve daha güvenli bir çalışma ortamı sağlamasına yardımcı olur (Shah ve Mishra, 2023; Uddin, 2022).

Gerçek veri kümeleri üzerinde uygulama sonuçlarının verimliliği ve etkinliği göz önünde bulundurularak bu tez çalışmasında laboratuvarların sınıflandırılmasında k-NN algoritması kullanılarak kümeleme analizi yöntemi kullanılmıştır.

3.2. Araştırmanın Hipotezleri

Araştırmanın hipotezleri, aşağıda belirtildiği şekilde oluşturulmuştur:

H₁: Fiziksel güvenliğin risk yönetimi üzerinde doğrudan ve pozitif yönde etkisi bulunmaktadır.

H₂: Kimyasal güvenliğin risk yönetimi üzerinde doğrudan ve pozitif yönde etkisi bulunmaktadır.

H₃: Biyogüvenliğin risk yönetimi üzerinde doğrudan ve pozitif yönde etkisi bulunmaktadır.

H₄: Laboratuvar güvenliğinin risk yönetimi üzerinde doğrudan ve pozitif yönde etkisi bulunmaktadır.

H₅: Kişisel koruyucu ve donanımların risk yönetimi üzerinde doğrudan ve pozitif yönde etkisi bulunmaktadır.

H₆: Atık yönetiminin risk yönetimi üzerinde doğrudan ve pozitif yönde etkisi bulunmaktadır.

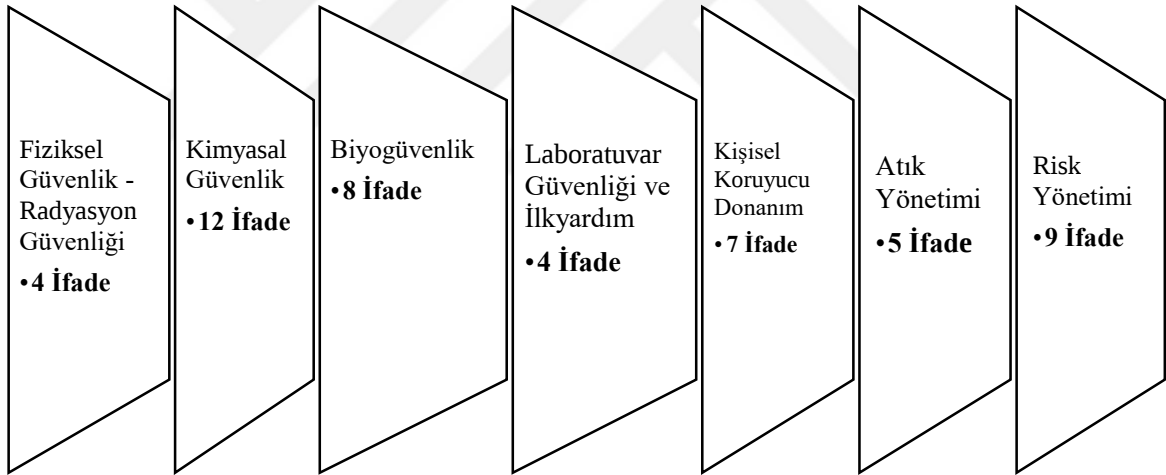
3.3. Araştırma Yeri ve Evreni

Bu çalışma, İstanbul'daki GHTM'lerde gerçekleştirilmiştir. Araştırmada, laboratuvar sayısının fazla olması ve metropol olma özellikleri ile İstanbul ili araştırma alanı olarak seçilmiştir. İstanbul İl Sağlık Müdürlüğü'nden edinilen GHTM listesinde, altı adet kamu hastanesi laboratuvarı ve 24 adet özel laboratuvar olmak üzere toplamda 30 adet laboratuvar olduğu bilgisine erişilmiştir. (Laboratuvarlara ait bilgiler Ek. E.'de verilmiştir). Laboratuvar ziyaretleri için yapılan ön

görüşmelerde, 4 laboratuvarda fiili çalışma yapılmadığı tespit edilirken; 4 laboratuvar ise ziyaret talebine olumlu veya olumsuz bir dönüş sağlamamıştır. Tanılama çalışması yürütülmeyen ve ziyaret talebine dönüş sağlamayan laboratuvarlar araştırma alanından çıkarıldıktan sonra kalan 22 laboratuvara fiziki ziyarette bulunulmuştur. Ziyarette bulunulan laboratuvarlardan 15’inde araştırma gerçekleştirilmiş olup 7 laboratuvar ise bu araştırmaya katılmayı reddetmiştir.

3.4. Araştırma Verileri

Araştırma verileri, araştırma veri formu kullanılarak elde edilmiştir. (Araştırmada kullanılan form Ek. A.’da verilmiştir). Araştırma; ‘Fiziksel Güvenlik–Radyasyon Güvenliği’ başlığında 4 ifade, ‘Kimyasal Güvenlik’ başlığında 12 ifade, ‘Biyogüvenlik’ başlığında 8 ifade, ‘Laboratuvar Kazaları ve İlk Yardım’ başlığında 4 ifade, ‘Kişisel Koruyucu Donanım’ başlığında 7 ifade, ‘Atık Yönetimi’ başlığında 5 ifade ve ‘Risk Yönetimi’ başlığında 9 ifade olacak şekilde toplamda 7 başlık altında 49 ifade katılımcılara yöneltilip, 7’li Likert Ölçeği kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Araştırmaya katılan toplam 75 laboratuvar personeline, ölçek uygulanmasından önce ‘Bilgilendirilmiş Onam Formu’ imzalatılmıştır. (Bilgilendirilmiş onam formu Ek. B’de verilmiştir).



Şekil 3.3. Araştırma Veri Şeması

Araştırmada kullanılan ölçek, T.C. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı (ÇSGB) tarafından yayınlanan “Laboratuvarlar İçin Kontrol Listesi” temel alınarak oluşturulmuştur. ÇSGB tarafından hazırlanan ankette ‘Evet-Hayır’ cevaplarını alabilecek şekilde yöneltilen ölçek ifadeleri, bu tez çalışmasının araştırma veri formunda 7’li Likert ölçeğine uygun olabilecek ifadelere uyarlanarak laboratuvar çalışanlarına yöneltilmiştir (Gökdemir ve Yılmaz, 2023). Ölçek uyarlamasında, alanında uzman kişilerin görüşleri alınmıştır. ‘Kesinlikle Yapılıyor – Yapılıyor – Kararsızım / Emin Değilim – Bazen / Ara Sıra Yapılıyor – Nadiren Yapılıyor – Yapılmıyor – Kesinlikle Yapılmıyor’ ölçeği ile oluşturulan araştırma veri formunda, çalışanlardan alınan yanıtı uygun olan ölçü işaretlenerek çalışma yürütülmüştür.

Araştırmada kullanılacak veri formu öncelikle 19 kişilik örneklem grubu üzerinde test edilmiştir. Örneklem sayısı ' $n = \frac{t^2 \sigma^2}{d^2}$ ', formülü kullanılarak belirlenmiştir. %95 güven aralığında çalışılan örneklem grubundan elde edilen verilerin güvenilirlik ve geçerliliği test edildikten sonra; araştırma veri formu kullanıma alınarak, ziyaret edilen laboratuvarlardaki çalışanlara uygulanmıştır.

Verilerin toplandığı laboratuvarların ortak özellikleri şöyledir:

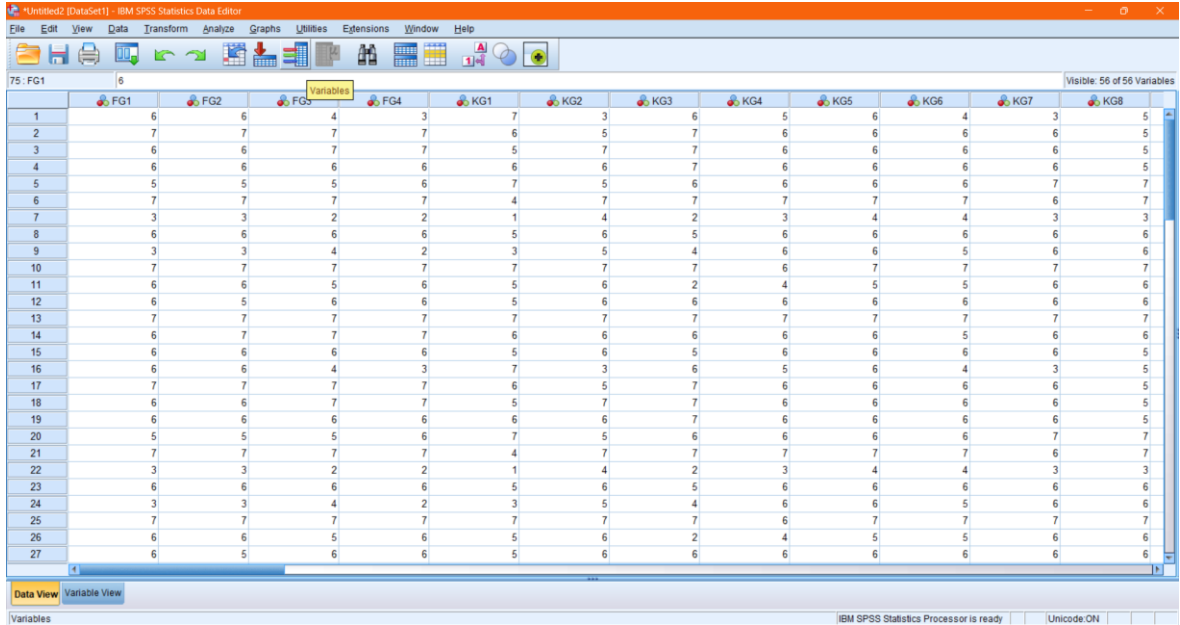
- Tüm laboratuvarlarda 'Mesul Müdür' görev yapmaktadır.
- Laboratuvarların 'Genetik Sorumluları' belirlenmiştir.
- GHTM'lerde 'Depo Sorumlusu' belirlenmiştir.
- Genetik hastalık tanılama çalışmalarında kullanılan yöntemler, tüm laboratuvarlarda ortak süreçler takip edilerek yürütülmektedir.
- Laboratuvarlarda kullanılan tüm malzemelerin elektronik ortamda envanter kaydı yapılmaktadır.
- Laboratuvarların biyogüvenlik seviyelerine göre ruhsatlandırmaları yapılmıştır.
- Tüm laboratuvarlarda biyogüvenlik kabinleri amacına uygun olarak seçilmiş ve doğru konumlandırılmıştır.
- Laboratuvarların faaliyet izinleri güncelliğini sürdürmektedir.
- Tüm laboratuvarlar, 6331 Sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu gereğince iş sağlığı ve güvenliği hizmeti almaktadır.

Verilerin toplandığı laboratuvarları birbirinden ayıran özellikler ise şöyledir:

- Laboratuvarlar, yasal zorunluluk olan iş sağlığı ve güvenliği hizmetini birbirinden farklı Ortak Sağlık Güvenlik Birimlerinden (OSGB) almaktadır. 14 laboratuvar OSGB hizmeti alırken, 1 laboratuvar kendi İşyeri Sağlık Güvenlik Birimini (İSGB) kurarak İSG faaliyetlerini yürütmektedir.
- Fiziksel risk etmenlerine ait ortam ölçümlerinin periyodik olarak yaptırılıp raporlandığı 6 laboratuvara karşın, 9 laboratuvar ortam ölçümü raporlarının yasal ölçüm periyoduna uymadığı tespit edilmiştir. Periyodik ölçümü gerçekleştiren firmaların akreditasyon belgeleri de periyodik kontrol raporlarıyla beraber sunulmuştur.
- Laboratuvarlarda kullanılan kimyasallara ait Safety Data Sheet (SDS) olarak isimlendirilen 'Güvenlik Bilgi Formları' 10 laboratuvarda aktif olarak kullanılıp dosyalanırken, 5 laboratuvar SDS'lerin çalışma sahasında kullanımı ile ilgili zafiyetler tespit edilmiştir.

- Kullanılan kimyasalların depolanmasında 10 laboratuvarında SDS'lerde belirtilen özelliklere uygun depolama koşulları sağlatılmışken, 5 laboratuvarında depolama koşulları gözetilmeden malzemeler depolanmıştır.
- Tehlikeli atıkların maksimum 5 L'lik kimyasal kimyasal maddeye dayanıklı atık bidonlarına ayrıştırılarak uygun etiketleme yapılması süreci 3 laboratuvarında aktif olarak yürütülürken, 12 laboratuvarında ayrıştırma ve etiketleme işlemlerinin mevzuata uygun yapılmadığı görülmüştür.
- Kimyasal madde dökülme kiti kullanımı 5 laboratuvarında aktif olarak kullanılırken, 10 laboratuvarında kimyasal dökülmelerine karşı kit kullanılmamaktadır.
- Biyolojik etken dökülme kiti kullanımında ise 11 laboratuvarında biyolojik etken dökülme kiti mevcut iken, 4 laboratuvarında kit kullanımı olmadığı tespit edilmiştir.
- Laboratuvarların Atık Yönetimi prosesleri birbirinden farklılık göstermektedir. 12 laboratuvar atık yöneti sürecini bağlı bulundukları ilçe belediyeleri ile yürütürken, 3 laboratuvar ise atıkların bertarafını anlaşılmalı oldukları özel şirketler aracılığıyla gerçekleştirmektedir.
- Laboratuvarlar personellerinin kullandıkları KKD'ler, 11 laboratuvarında çalışanlara zimmet formu ile teslim edilmişken; 4 laboratuvarında ise KKD zimmet formu çalışanlara imzalatılmamıştır.
- Laboratuvarlara ait Acil Durum Eylem Planları (ADEP) incelendiğinde, 12 laboratuvarın eylem planında belirlenen ekiplere atanan üyelerin ekip eğitimlerinin verildiği görülürken, 3 laboratuvarın eylem planında yer alan ekip listelerindeki kişilerin ise acil durum eğitimlerinin tamamlanmadığı görülmüştür.
- GHTM'lerin risk değerlendirme planları karşılaştırıldığında, 13 laboratuvarında 'Çalışan Temsilcisi' atamasının yapıldığı ve çalışan temsilcisinin aktif olarak çalıştığı gözlemlenirken, 2 laboratuvarında risk değerlendirme planının çalışan temsilcisi tarafından imzalanmadığı gözlemlenmiştir.
- İlk yardım yönetmeliğinde belirlenen tehlike sınıfına uygun ilkyardımcı sayısının GHTM'lerdeki uygulaması incelendiğinde, 10 laboratuvarında çalışan kişi sayısına uygun ilkyardımcı sertifikalı personel bulunurken, 5 laboratuvar ise çalışan sayısına uygun ilkyardımcı sertifikalı personel sayısını karşılamamaktadır.
- Laboratuvarlarda yıl boyunca yürütülen iş sağlığı ve güvenliği hizmetine dayalı yıl sonu değerlendirme raporları incelendiğinde yalnızca 4 firmada İSG yılsonu değerlendirme raporunun var olduğu, 11 laboratuvarında İSG yıl sonu değerlendirme raporunun mevcut olmadığı görülmüştür.

Araştırmadan elde edilen verilerin SPSS programına aktarıldığı ekran görüntüsü Görsel 3.1.'de verilmiştir.



	FG1	FG2	FG3	FG4	KG1	KG2	KG3	KG4	KG5	KG6	KG7	KG8
1	6	6	4	3	7	3	6	5	6	4	3	5
2	7	7	7	7	6	5	7	6	6	6	6	5
3	6	6	7	7	5	7	7	6	6	6	6	5
4	6	6	6	6	6	6	7	6	6	6	6	5
5	5	5	5	6	7	5	6	6	6	6	7	7
6	7	7	7	7	4	7	7	7	7	7	6	7
7	3	3	2	2	1	4	2	3	4	4	3	3
8	6	6	6	6	5	6	5	6	6	6	6	6
9	3	3	4	2	3	5	4	6	6	5	6	6
10	7	7	7	7	7	7	7	6	7	7	7	7
11	6	6	5	6	5	6	2	4	5	5	6	6
12	6	5	6	6	5	6	6	6	6	6	6	6
13	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
14	6	7	7	7	6	6	6	6	6	5	6	6
15	6	6	6	6	5	6	5	6	6	6	6	5
16	6	6	4	3	7	3	6	5	6	4	3	5
17	7	7	7	7	6	5	7	6	6	6	6	5
18	6	6	7	7	5	7	7	6	6	6	6	5
19	6	6	6	6	6	6	7	6	6	6	6	5
20	5	5	5	6	7	5	6	6	6	6	7	7
21	7	7	7	7	4	7	7	7	7	7	6	7
22	3	3	2	2	1	4	2	3	4	4	3	3
23	6	6	6	6	5	6	5	6	6	6	6	6
24	3	3	4	2	3	5	4	6	6	5	6	6
25	7	7	7	7	7	7	7	6	7	7	7	7
26	6	6	5	6	5	6	2	4	5	5	6	6
27	6	5	6	6	5	6	6	6	6	6	6	6

Görsel 3.1. SPSS Verilerine Ait Ekran Görüntüsü

3.5. Araştırma İzinleri

Araştırma için ilk olarak Sağlık Bakanlığı Bilimsel Araştırma Değerlendirme Komisyonu'ndan 7 Ocak 2022 tarihinde yürütülecek çalışmanın izni alınmıştır (Bilimsel araştırma platformu izin belgesi Ek. C.'de verilmiştir). Bilimsel araştırma izninin alınmasının ardından Çukurova Üniversitesi Tıp Fakültesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'ndan 4 Şubat 2022 tarihinde 47 numaralı karar ile araştırma etiği yönünden yürütülecek çalışmaya onay alınmıştır (Etik kurul onay belgesi Ek. D.'de verilmiştir).

3.6. Araştırmanın Sınırlılıkları

Araştırmada bazı sınırlılıklar bulunmaktadır. Bunlar:

- İstanbul'daki GHTM listesine ulaşmak, tahmin edilenden daha uzun bir zaman aldı. Sağlık Bakanlığı'na yapılan başvuru İstanbul İl Sağlık Müdürlüğü'ne yönlendirildi. İl Sağlık Müdürlüğü'ne ıslak imzalı dilekçe sunulurken GHTM listesi talep edildi. Kuruma, dilekçe ekinde Bilimsel Araştırma İzni ve Etik Kurul Onayı sunuldu.
- Laboratuvarların fiziki ziyaretleri için önce telefon ile iletişim kurulmaya çalışıldı. Telefonda ulaşmanın verdiği güven problemi sebebi ile birçok laboratuvar fiziki ziyaret talebine olumlu yanıt vermedi.

- İl Sağlık Müdürlüğü'nden alınan GHTM listesinde güncel olmayan veriler ile karşılaştırıldı. Laboratuvarların adres değişiklikleri internetteki arama motorları vasıtasıyla tespit edilerek laboratuvar ziyareti listesine eklendi.
- Sağlık Bakanlığı Bilimsel Araştırma İzni, Etik Kurul Onayı ve Aydınlatılmış Onam Formu laboratuvar ziyaretlerinde fiziki olarak sunulmasına rağmen, birçok laboratuvar bu çalışmaya katılmayı reddetti.
- Gönüllülük esasına bağlı olarak yürütülen bu çalışmada, ziyaret edilen laboratuvarlarda çalışmaya katılmayı reddeden katılımcılar olması sebebiyle veri alınan laboratuvarlarda sınırlılık söz konusudur.
- Araştırma yapılmak üzere ziyaret edilen laboratuvarlarda çalışma izinleri ibraz edilmesine rağmen GHTM mesul müdürlerinin araştırma veri formuna kurum bilgilerinin yazılmasından endişe duymaları araştırmanın sınırlılıklarından bir diğeridir.
- Araştırmanın sadece bir il merkezinde yapılması çalışma evrenini ve dolayısı ile verileri sınırlı kılmaktadır.
- Araştırmanın sadece İstanbul ilinde yapılması ve İstanbul ilinde faaliyet gösteren laboratuvarların %58'inde çalışma yürütülmesi, çalışmanın genellenebilirliği açısından bir diğer sınırlılıktır.

3.7. Araştırmanın Güçlü Yanları

- Araştırma için seçilen İstanbul ili GHTM sayısı en fazla olan il olduğu için araştırmaya katılmayan laboratuvarlar olmasına rağmen çalışmaya katılan laboratuvar sayısının yeterli olduğu düşünülmektedir.
- Yürütülen çalışmanın yüz yüze yapılması, elde edilen verilerin doğruluk seviyesini yukarı çekmektedir.
- Araştırmada hem kamuya bağlı GHTM'lerin hem de özel kuruluşlara ait olan GHTM'lerin yer alıyor olması, kapsayıcı bir GHTM iş sağlığı ve güvenliği düzeylerinin belirlenmesi çalışması için önemlidir.
- Hazırlanan araştırma veri formunda T.C. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı tarafından laboratuvar güvenliği ile ilgili bilgilerin yer aldığı kaynakların kullanılması değerlidir.



4. BULGULAR ve TARTIŞMA

Tezin bu bölümünde, ilk olarak uyarlanmış ölçeğin her bir boyutunun kendi içinde tutarlı olup olmadığını tespit etmek için yapılan güvenilirlik analizi bulguları paylaşılmıştır. Ardından, bağımsız değişkenlerin bağımlı değişken üzerindeki etkilerini incelemek için yapılan Lineer Regresyon testinden elde edilen bulgular paylaşılmıştır. Etkileşim incelemesinin ardından değişkenler arasındaki ilişkileri belirlemek için yapılan Korelasyon Analizine ait bulgulara da tezin bu bölümünde yer verilmiştir. Tezin amacını oluşturan GHTM'lerin sınıflandırılması için uygulanan PCA ve k-NN den elde edilen bulgular da burada ifade edilerek, elde edilen tüm bulguların değerlendirilmesine yer verilmiştir.

4.1. Güvenilirlik Analizi

Güvenilirlik analizi, araştırma ve veri toplama süreçlerinin temel bileşenlerinden biridir. Güvenilirlik, ölçümlerin tutarlılığını ve tekrarlanabilirliğini ifade eder. Bu analiz, veri toplama araçlarının ve yöntemlerinin ne kadar güvenilir olduğunu değerlendirmek için kullanılır. Güvenilirlik analizi, özellikle psikometri, eğitim, sağlık araştırmaları ve sosyal bilimler gibi alanlarda kritik öneme sahiptir (Taber, 2017).

Tüm tehlike gruplarına uygulanan güvenilirlik analizi sonuçları çizelge halinde verilmiştir. Referans değeri 0.700'ün üzerindeki Cronbach's Alpha değerinin 'anlamlı' olduğu analiz yönteminde, tehlike gruplarının güvenilirliklerinin 0.825–0.983 aralığında olduğu tespit edilmiştir. Bu değerler ile yürütülen ölçek uygulamasının her bir boyutunun kendi içinde tutarlı olduğu gösterilmiş olup; çalışmaya katılanların yöneltilen ifadelerle verdikleri cevapların güvenilir olduğu ortaya koyulmuştur. Güvenilirlik analizlerinin sonuçları çizelge 4.1.'de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Ölçeklerin güvenilirlik analizi sonuçları

Değişkenler	Soru Sayısı	Cronbach Alpha (α) Değerleri
Fiziksel Güvenlik	4	0.983
Kimyasal Güvenlik	12	0.933
Biyogüvenlik	8	0.825
Laboratuvar Güvenliği	4	0.962
Kişisel Koruyucu Donanım	7	0.835
Atık Yönetimi	5	0.877
Risk Yönetimi	9	0.966

4.2. Lineer Regresyon Analizi

Lineer regresyon analizi, iki veya daha fazla değişken arasındaki ilişkiyi incelemek için kullanılan yaygın bir istatistiksel tekniktir. Bağımlı değişkenin bir veya daha fazla bağımsız değişken tarafından nasıl etkilendiğini anlamak amacıyla kullanılır. Bu analiz, sosyal bilimler, ekonomi, biyoloji ve mühendislik gibi çeşitli disiplinlerde yaygın olarak kullanılır. Lineer regresyonun basit

ve çoklu türleri bulunur. Basit lineer regresyon, tek bir bağımsız değişkenin etkisini değerlendirirken, çoklu lineer regresyon birden fazla bağımsız değişkenin etkisini inceler (Olive, 2003).

Lineer regresyon, bağımlı değişken (Y) ve bağımsız değişken (X) arasındaki doğrusal ilişkiyi modellemek için kullanılır (Kılıç, 2013). Bu ilişki genellikle aşağıdaki gibi ifade edilir:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X + \epsilon \quad (4.1)$$

Burada, Y: Bağımlı değişken, X: Bağımsız değişken, β_0 : Y kesişimi, β_1 X'in katsayısı ve ϵ : Hata terimi olarak ifade edilmektedir.

Çoklu lineer regresyonda, model birden fazla bağımsız değişken içerir ve formülü şu şekildedir:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_n X_n + \epsilon \quad (4.2)$$

Boyutlar arasında etkileşimleri belirlemek için regresyon analizi uygulanmıştır. Bağımlı değişken olarak 'Risk Yönetimi' boyutu seçilmiş ve diğer boyutlar ile arasındaki etki düzeyleri Çizelge 4.2.'de verilmiştir. R^2 (R square) olarak belirtilen değer, bağımlı değişken üzerinde bağımsız değişkenin ne kadar etkili olduğunu göstermektedir. Significance (Sig.) değeri ise ilişkilerin 'anlamlı' düzeyde olup olmadığını göstermektedir. Sig. değeri 0.05'in altındaki ilişkiler 'anlamlı' olarak ifade edilmektedir. Yapılan analizlerde, %95 güven aralığında çalışılmıştır.

Çizelge 4.2. Risk yönetimine ait regresyon analizi sonuçları

Faktörler			p	t	β	R²	
Fiziksel Güvenlik			0.021	2.634	0.590	0.348	
Kimyasal Güvenlik			0.002	3.941	0.738	0.544	
Biyogüvenlik			0.002	3.741	0.720	0.518	
Laboratuvar Güvenliği			0.020	2.654	0.593	0.351	
Kişisel Koruyucu Donanım			0.001	4.093	0.750	0.563	
Atık Yönetimi			0.002	3.963	0.740	0.547	
Çoklu Doğrusal Bağlantı İlişkileri							
	Sabit	Kimyasal Güvenlik	Biyogüvenlik	Laboratuvar Güvenliği	Kişisel Koruyucu Donanım	Atık Yönetimi	Fiziksel Güvenlik
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.37	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	0.16	0.01	0.02	0.00	0.01	0.22	0.00
4	0.23	0.19	0.18	0.00	0.00	0.17	0.00
5	0.21	0.01	0.14	0.00	0.81	0.11	0.00
6	0.03	0.80	0.64	0.00	0.10	0.48	0.00
7	0.00	0.00	0.02	1.00	0.80	0.04	1.00

Bağımsız değişkenler arasındaki çoklu doğrusal bağlantı ilişkilerine bakıldığında, genel olarak anlamlılık düzeyinin yüksek olduğu görülmektedir ($p < 0.05$). Bu bağlamda, bağımsız değişkenlerin arasında herhangi bir çoklu doğrusal bağlantı problemi bulunmamaktadır.

Çizelge 4.2.'de görüldüğü üzere; fiziksel güvenliğin, risk yönetimi üzerindeki etkisi 34.8 oranında açıklanmaktadır. *Aydınlatma, havalandırma, basınç, termal konfor, titreşim, gürültü ve radyasyondan* oluşan fiziksel risk etmenleri, yürütülen anket çalışmasında 4 ifade olarak çalışanlara yöneltilmiştir. İş güvenliği mevzuatına göre periyodik olarak ölçülmesi ve rapor edilmesi gereken bu etkenlerin, laboratuvar personelleri ve yöneticileri tarafından yeterli ölçüde göz önünde bulundurulmadığı gözlemlenmiştir. Periyodik ortam ölçümlerinin düzenli olarak yapılmaması veya hiç yapılmamış olması, devletin denetim mekanizmasında da aksaklıklar olduğunu ortaya koymaktadır. Temel iş sağlığı ve güvenliği eğitiminde eğitim konularından biri olan fiziksel risk etmenlerine verilmesi gereken önemde tespit edilen bu zafiyet, verilen İSG eğitimlerin efektif olmadığını göstermektedir. İlgili eğitimlerin sağlanması ve denetimlerin eksiksiz yapılması ile fiziksel risk etmenlerine bağlı yaşanacak iş kazası ve meslek hastalıklarının azalacağı düşünülmektedir. Periyodik ölçümler ile mevcut durum tespit edilebilecek ve tehlikeler riske dönüşmeden önlenilebilecektir. Tüm bu iyileştirmelerin yapılmasında yasal mevzuatın yerine getirilmesi hukuki açıdan da önem arz etmektedir. Bu bağlamda çalışma ortamındaki fiziksel koşulların iş verimliliği üzerine etkisini belirlemek için yapılan çalışmalarda, fiziksel risk etmenlerinin iş verimliliği üzerinde önemli bir etkisinin olduğu belirtilmiştir (Caner, 2021).

Laboratuvarlarda radyasyon tehlikesini sınırlayan önlemlerin alınıp alınmadığı ile ilgili araştırmaya katılanlara yöneltilen soruda hem laboratuvar yöneticilerinin hem de laboratuvar çalışanlarının radyasyon ile ilgili yeterli bilgiye sahip olmadıkları dikkat çekmiştir. Fiziksel

güvenlik-radyasyon güvenliği boyutunda katılımcılara hem iyonlaştırıcı olan radyasyon hem de iyonlaştırıcı olmayan radyasyon hakkında dikkat etmesi gereken hususları bilmeleri ile ilgili yöneltilen soruya yanıt olarak 75 katılımcıdan 65'i 'Kararsızım/Emin Değilim' ifadesini kullanmıştır. 15 laboratuvar yöneticisinin yalnızca 3'ünün laboratuvarda radyasyon tehlikesini sınırlayan önlemlerle ilgili 'Kesinlikle Yapılıyor' olarak araştırma veri formunu işaretlemeleri, risk yönetimi bağımlı değişkeni üzerinde radyasyon güvenliğinin etkisinin 34.8 oranında açıklandığı sonucuyla örtüşmektedir.

Radyasyon güvenliği, özellikle DNA analizleri gibi hassas çalışmaların yapıldığı genetik hastalık tanı merkezlerinde büyük önem taşımaktadır. Bu bulgu, İSG alanında yapılan diğer çalışmalarla uyumludur. Örneğin, Chambers ve Miller (2015) tarafından yapılan bir araştırma, radyasyon güvenliğinin laboratuvar ortamlarında kritik bir öneme sahip olduğunu ve çalışanların bu konuda yeterince bilgilendirilmesi gerektiğini vurgulamaktadır. Radyasyonun, laboratuvar çalışanlarının sağlığını tehdit eden ciddi bir risk faktörü olduğu bilinmektedir. Dolayısıyla, bu riskin yönetimi ve kontrolü, iş sağlığı ve güvenliği uygulamalarının bir parçası olarak ele alınmalıdır.

Radyasyon güvenliği, genetik hastalık tanı merkezleri gibi ortamlarda özel bir önem taşır. Bu tür merkezlerde kullanılan cihazlar, özellikle iyonize radyasyon yayan cihazlar, hem çalışanlar hem de hastalar için potansiyel riskler oluşturur. İyonize radyasyonun uzun süreli maruziyeti, kanser ve genetik mutasyonlar gibi ciddi sağlık sorunlarına yol açabilir (Karam ve Barlow, 2001). Bu nedenle, radyasyon güvenliği protokollerinin sıkı bir şekilde uygulanması ve çalışanların düzenli olarak radyasyon güvenliği eğitimleri alması kritik öneme sahiptir. Ayrıca, radyasyon kaynaklarının düzenli bakımı ve kalibrasyonu, radyasyon sızıntılarını önlemek için gereklidir.

Fiziksel güvenlik sadece radyasyonla sınırlı değildir. Aynı zamanda, laboratuvar ortamındaki aydınlatma, havalandırma, basınç, termal konfor, titreşim ve gürültü gibi faktörleri de içerir. Bu faktörlerin her biri, laboratuvar çalışanlarının çalışma koşullarını doğrudan etkiler. Örneğin, yetersiz aydınlatma, çalışanların görsel yorgunluğunu artırabilir ve dikkatlerini dağıtabilir, bu da iş kazalarına yol açabilir. Benzer şekilde, uygun olmayan havalandırma sistemleri, kimyasal maddelerin buharlarının ve tozlarının birikmesine neden olabilir, bu da solunum problemlerine yol açabilir (Kuespert, 2016). Tüm bu fiziksel tehlikeler, laboratuvar ortamında çalışanların güvenliğini ve sağlığını tehdit eden unsurlar olarak dikkate alınmalıdır.

Laboratuvarlarda çalışanların maruz kaldığı fiziksel tehlikeler arasında gürültü de önemli bir yer tutar. Gürültü, iş yerinde dikkati dağıtabilir ve uzun süreli maruziyet sonucunda işitme kaybına neden olabilir. Gürültüye maruziyet, aynı zamanda stres ve yorgunluk seviyelerini artırabilir, bu da iş kazası riskini artırır. İş yerinde gürültü seviyelerinin düzenli olarak ölçülmesi ve gerektiğinde koruyucu önlemler alınması gerekmektedir (Kocsis, 2018). Ayrıca, laboratuvar ortamında titreşimlerin kontrol edilmesi de önemlidir. Titreşimler, çalışanların konforunu bozabilir ve uzun süreli maruziyet sonucunda kas-iskelet sistemi rahatsızlıklarına yol açabilir. Titreşimlerin kontrolü,

özellikle hassas ölçüm cihazları ve mikroskoplar gibi ekipmanların kullanıldığı laboratuvarlarda kritik öneme sahiptir (Tirabasso ve ark., 2023).

Laboratuvarların fiziksel güvenlik açısından değerlendirilmesinde termal konforun da göz önünde bulundurulması gerekmektedir. Termal konfor, çalışanların performansını ve genel sağlık durumunu etkileyebilir (Hussin ve ark., 2013). Çalışma ortamındaki sıcaklık ve nem seviyelerinin düzenli olarak izlenmesi ve uygun koşulların sağlanması, çalışanların verimliliğini artırabilir ve sağlık risklerini azaltabilir. Bu bağlamda, laboratuvarların HVAC (ısıtma, havalandırma ve iklimlendirme) sistemlerinin etkinliği, iş sağlığı ve güvenliği açısından kritik öneme sahiptir. HVAC sistemlerinin düzenli bakımı ve filtre değişimleri, hava kalitesinin yüksek tutulmasını sağlar ve çalışanların solunum yolu hastalıklarına yakalanma riskini azaltır (Sun ve ark., 2011).

Termal konfor, laboratuvar çalışanlarının çalışma performansını doğrudan etkileyen bir faktördür. Çalışma ortamındaki aşırı sıcaklıklar veya soğukluklar, çalışanların konsantrasyonunu bozabilir ve iş kazalarına yol açabilir. Ayrıca, uygun olmayan termal koşullar, çalışanların fiziksel sağlıklarını olumsuz yönde etkileyebilir, bu da uzun vadeli sağlık sorunlarına yol açabilir. Bu nedenle, laboratuvar ortamlarının termal konfor açısından düzenli olarak izlenmesi ve gerekli ayarlamaların yapılması gerekmektedir (Yeganeh ve ark., 2018).

Yine Çizelge 4.2.'de verilen regresyon analizi sonuçlarında, kimyasal güvenliğin risk yönetimi bağımlı değişkeni üzerindeki etkisinin 54.4 oranında açıklandığı görülmektedir. Bu, GHTM'lerde kimyasal maddelerin kullanımının ve depolanmasının ne kadar önemli olduğunu göstermektedir. Araştırma yapılan GHTM'lerde kimyasal güvenlik ile ilgi katılımcılara yöneltilen ifadelerden ilki SDS (Safety Data Sheet) olarak isimlendirilen "Güvenlik Bilgi Formları"nın kimyasal maddelerin kullanımından önce okunup okunmadığı olmuştur. Alınan yanıtlar ve yapılan gözlemler neticesinde SDS'lerin her çalışmadan önce okunmadığı, Türkçeleştirilmediği ve her kimyasal malzeme için temin edilmediği laboratuvarların olduğu gözlemlenmiştir. Bu bağlamda, tehlikeli kimyasal maddelerin kullanımında Avrupa Birliği (AB) üyesi ülkelerde uygulanan Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals (REACH) direktifi ile Türkiye'de uygulanan iş sağlığı ve güvenliği yöntemlerini incelediği yüksek lisans tezinde Sinem Demir (2010), Türkiye'de tehlikeli kimyasalların kullanımı ile ilgili yeterli bir altyapının olmadığını belirtmiştir. Kimyasal malzemenin kimliği olan güvenlik bilgi formları ile ilgili süreçlerin tam anlamıyla yerine getirilmemesi, risk yönetimi üzerindeki etkisi 54.4 olarak açıklanan kimyasal güvenlik kaynaklı iş kazası ve meslek hastalıklarının en önemli etkeni olarak değerlendirilebilir. SDS'lerde kullanılan kimyasal ile ilgili ilkyardım bilgileri, çevre bilgileri ve depolama bilgileri gibi önemli talimatların yer alması, kimyasal malzemenin her kullanımından önce SDS'inin okunmasını zorunlu hale getirmektedir.

Kimyasal güvenlik, özellikle laboratuvarlarda kullanılan çeşitli kimyasal maddelerin potansiyel tehlikelerini içerir. Bu maddeler arasında reaktif kimyasallar, toksik maddeler, kanserojenler ve biyolojik ajanlar bulunabilir. Her bir kimyasalın kendine özgü riskleri ve tehlikeleri

vardır ve bu risklerin yönetimi, doğru depolama, etiketleme ve kullanım prosedürlerine bağlıdır. Kimyasal maddelerin güvenli depolanması, laboratuvar ortamında meydana gelebilecek kazaların önlenmesi açısından kritik öneme sahiptir. Ayrıca, kimyasal maddelerin kullanımında uygun kişisel koruyucu donanımın (KKD) kullanılması da önemlidir. Bu, çalışanların doğrudan temas veya inhalasyon yoluyla kimyasal maddelere maruz kalmasını önler (Al-Zyoud ve ark., 2019).

Kimyasal maddelerle çalışırken, laboratuvar çalışanlarının maruz kalabileceği sağlık riskleri arasında akut ve kronik etkiler bulunmaktadır. Akut etkiler, kimyasal maddelerin anlık maruziyeti sonucunda ortaya çıkabilir ve derhal müdahale gerektirebilir. Örneğin, ciltle temas eden kimyasal maddeler yanıklara veya dermatite yol açabilir. Kronik etkiler ise uzun süreli maruziyet sonucunda ortaya çıkar ve ciddi sağlık sorunlarına neden olabilir. Örneğin, bazı kimyasallar kansere, solunum yolu hastalıklarına veya nörolojik bozukluklara yol açabilir (Fatemi ve ark., 2022).

Kimyasal maddelerin güvenli kullanımı için laboratuvar çalışanlarının eğitimi büyük önem taşımaktadır. Çalışanların, kullandıkları kimyasalların tehlikeleri ve güvenli kullanım yöntemleri hakkında bilgi sahibi olmaları gerekmektedir. Bu amaçla, düzenli eğitim programları düzenlenmeli ve çalışanların kimyasal güvenlik konusunda bilgi düzeyleri sürekli olarak güncellenmelidir. Ayrıca, laboratuvarlarda kimyasal güvenlik posterleri ve bilgilendirme broşürleri bulundurulmalı, çalışanların kolayca erişebileceği bilgilere sahip olmaları sağlanmalıdır (Konishita ve ark., 2015).

Kimyasal maddelerin taşınması ve bertaraf edilmesi de kimyasal güvenliğin önemli bir parçasıdır. Kimyasal maddelerin taşınması sırasında uygun ambalajlama ve etiketleme yapılmalıdır. Ayrıca, kimyasal atıkların güvenli bir şekilde bertaraf edilmesi, çevre ve insan sağlığı risklerini azaltmak için kritik öneme sahiptir. Kimyasal atıkların yönetimi, laboratuvarların çevresel etkilerini minimize ederken, aynı zamanda iş sağlığı ve güvenliği performansını da artırır (Li ve ark., 2022).

Laboratuvarlarda kullanılan kimyasal maddelerin çeşitliliği ve miktarı göz önüne alındığında, kimyasal güvenlik protokollerinin etkin bir şekilde uygulanması gerekmektedir. Bu protokoller, kimyasal maddelerin doğru bir şekilde etiketlenmesini, depolanmasını ve kullanılmasını içerir. Ayrıca, kimyasal maddelerin taşınması sırasında uygun ambalajlama ve etiketleme yapılmalıdır. Kimyasal güvenlik protokollerinin etkinliğini değerlendirmek için düzenli denetimler yapılmalı ve eksiklikler tespit edilmelidir (Abbas ve ark., 2016).

Risk Yönetimi üzerinde etkisi Çizelge 4.2.'de 51.8 oranında açıklan biyogüvenlik, GHTM'lerde yürütülen çalışmalarda biyolojik tehlikelerin ne denli önem arz ettiğini göstermektedir. Yusuf Gül ve ark. (2013), araştırma laboratuvarında yürütülen deney çalışmalarda karşılaşılabilecek biyolojik tehlikelere karşı alınabilecek önlemleri belirlemeye yönelik yaptıkları çalışmada, biyogüvenliğin sağlanmasının, biyolojik riskleri önlemede en etkili yöntem olduğunu ifade etmişlerdir. Araştırmaya katılan laboratuvarların biyogüvenlik düzeylerinin belirlendiği tespit edilmekle birlikte; laboratuvar personelleri tarafından biyogüvenlik düzeyinin hangi seviye olduğunun bilinmediği sonucu da dikkat çekmiştir. Biyogüvenlik kabinlerinin dekontaminasyon-dezenfeksiyon-sterilizasyon kontrollerinin sürekli olarak yapıldığının ifade edildiği fakat yapılan

kontrollerin kayıt altına alınmasında eksiklikler olduğu gözlemlenmiştir. Araştırma yapılan laboratuvarların 4'ünde 'biyolojik etken dökülme kiti' kullanılmadığı saptanmıştır. Kit kullanımı yönünden katılımcıların bilinç sahibi olmadığı ve laboratuvar yöneticilerinin kit kullanımı konusunda bilgi eksikliğinin olduğu gözlemlenmiştir. Laboratuvarları biyogüvenlik yönünden uygun hale getirebilmek için biyogüvenlik sistemik yaklaşımı benimsenmeli ve biyogüvenlik programının yürütülmesi için biyogüvenlik sorumlusu tayin edilmelidir. İş güvenliği düzeylerinin belirlenmesi amacıyla araştırma evrenini oluşturan 15 laboratuvardan yalnızca 4'ünde biyogüvenlik sorumlusunun tayin edildiği tespit edilmiştir. Biyogüvenlik sorumlularının her laboratuvarda atanması ve atanan sorumluların görevlerini layıkıyla yerine getirmeleri ile biyogüvenlik ile ilgili ortaya çıkabilecek problemlerin önemli ölçüde azalacağı öngörülmektedir.

Laboratuvarlarda biyolojik tehlikelerle ilgili yeterli önlemlerin alınmaması, ciddi sağlık risklerine yol açabilir. Miller ve arkadaşları (2012) tarafından yapılan bir araştırma, biyogüvenlik önlemlerinin eksikliğinin laboratuvar çalışanlarının sağlığını doğrudan tehdit ettiğini ve biyogüvenlik seviyelerinin sürekli olarak değerlendirilmesi gerektiğini belirtmektedir. Biyogüvenlik, laboratuvar ortamında biyolojik ajanların neden olabileceği enfeksiyonları ve hastalıkları önlemek için alınan tüm önlemleri kapsar. Bu, biyolojik tehlikelerin tanımlanmasını, değerlendirilmesini ve kontrol altına alınmasını içerir.

Biyogüvenlik seviyeleri, laboratuvarlarda kullanılan biyolojik ajanların tehlike düzeylerine göre sınıflandırılmasını içerir. Biyogüvenlik seviye laboratuvarları (BSL), bu sınıflandırmayı temel alarak, çalışanların biyolojik tehlikelere karşı korunmasını sağlar. BSL-1'den BSL-4'e kadar farklı seviyelerde biyogüvenlik önlemleri uygulanır. BSL-4, en yüksek biyogüvenlik seviyesi olup, ölümcül ve tedavisi olmayan patojenlerle çalışmayı içerir. Bu nedenle, biyogüvenlik önlemlerinin doğru bir şekilde uygulanması, laboratuvar çalışanlarının sağlığını korumak için hayati öneme sahiptir (Munson ve ark., 2017).

Laboratuvarlarda biyolojik ajanlarla çalışırken, çalışanların maruz kalabileceği riskler arasında enfeksiyonlar, alerjik reaksiyonlar ve toksik etkiler bulunur. Enfeksiyonlar, laboratuvarda kullanılan patojenlerin ciltle temas, inhalasyon veya inokülasyon yoluyla çalışanlara bulaşması sonucunda meydana gelebilir (Zubareva ve ark., 2022). Alerjik reaksiyonlar, biyolojik ajanlara maruz kalma sonucunda ortaya çıkabilir ve ciltte kızarıklık, kaşıntı veya solunum yolu semptomları şeklinde kendini gösterebilir. Toksik etkiler ise, bazı biyolojik ajanların toksin üretmesi sonucunda oluşabilir ve ciddi sağlık sorunlarına yol açabilir (Pichler, 2006).

Biyogüvenlik önlemlerinin etkin bir şekilde uygulanması için laboratuvar çalışanlarının düzenli olarak eğitilmesi gerekmektedir. Bu eğitimler, biyolojik ajanların güvenli kullanımı, biyogüvenlik kabinlerinin doğru kullanımı ve acil durum prosedürlerini içermelidir. Ayrıca, laboratuvarlarda biyogüvenlik denetimleri düzenli olarak yapılmalı ve biyogüvenlik protokollerinin uygunluğu sürekli olarak kontrol edilmelidir. Biyogüvenlik eğitimleri, çalışanların biyolojik

tehlikeler hakkında bilgi sahibi olmalarını ve bu tehlikelere karşı nasıl korunacaklarını bilmelerini sağlar (Peng, 2018).

Biyogüvenlik protokollerinin doğru bir şekilde uygulanması, laboratuvar çalışanlarının güvenliğini sağlamak için kritik öneme sahiptir. Biyogüvenlik kabinlerinin doğru kullanımı, biyolojik ajanların laboratuvar ortamına yayılmasını önler. Ayrıca, biyolojik atıkların uygun şekilde yönetilmesi, enfeksiyon riskini azaltır (Kojima ve ark., 2018). Biyogüvenlik protokollerinin etkinliğini değerlendirmek için düzenli denetimler yapılmalı ve eksiklikler tespit edilmelidir. Bu denetimler, biyogüvenlik protokollerinin sürekli olarak iyileştirilmesine ve güncellenmesine katkıda bulunur (Janosko ve ark., 2016).

Çizelge 4.2.'e göre risk yönetimi bağımlı değişkeni üzerinde etkisi bulunan bir diğer bir boyut olan laboratuvar güvenliğinin, risk yönetimi üzerindeki etkisinin 35.1 oranında açıklandığı yapılan regresyon analiziyle ortaya çıkarılmıştır. Bu bulgu, laboratuvar ortamlarının genel güvenlik düzeyinin iyileştirilmesi gerektiğini göstermektedir. Alansari (2023) tarafından yapılan bir çalışma, laboratuvar güvenliğinin, laboratuvar içindeki tüm faaliyetlerin güvenli bir şekilde yürütülmesi için kritik olduğunu ve düzenli denetimlerin yapılmasının önemini vurgulamaktadır. Laboratuvar güvenliği, fiziksel ve kimyasal tehlikelerden biyolojik tehlikelere kadar geniş bir yelpazede riskleri kapsar.

Sabancı Üniversitesi “Fen Laboratuvarları Güvenlik Ekibi” tarafından yayınlanan kitapta laboratuvar güvenliğinin sağlanmasında en önemli etkenin ‘eğitim’ olduğu ifade edilmiştir. Temel iş sağlığı ve güvenliği eğitimlerinin dışında laboratuvarlarda karşılaşılabilecek tehlike ve risklere karşı özellikli eğitimlerin alınmasının önemi vurgulanmıştır. Laboratuvarlarda yürütülecek çalışmalarda kullanılması gereken kişisel koruyucu donanımlar belirtilmiş; laboratuvarlarda alınacak mühendislik önlemleri ve laboratuvar ekipmanlarının güvenli kullanımı hakkında bilgiler verilmiştir. Laboratuvarların giriş kapısında laboratuvar içindeki tehlikeleri, genel laboratuvar kurallarını ve gerekli kişisel koruyucu donanımları belirten bir güvenlik panosunun olması gerektiği aktarılmıştır. Ayrıca, tüm laboratuvar ekipmanlarının üzerinde, kullanıcıların belirtilen kurala uymakla yükümlü oldukları uyarı levhaları ve etiketlerin bulundurulması gerektiği belirtilmiştir. Araştırmaya katılan laboratuvarların 9’uda her hangi bir güvenlik bilgilerini içeren pano görülmemiştir. Çalışma alanlarına uyarı işaretleri mevzuata uygun olarak yerleştirilmiş olsa da uyarılara uyma noktasında çalışanların zaafiyet gösterdikleri laboratuvar yöneticileri tarafından ifade edilmiştir. Etiketsiz kimyasalların laboratuvarlarda kullanımına izin verilmediğini belirten laboratuvar yöneticileri, yine bu noktada da çalışma yürüten personellerin; kullanılan kimyasalların etiketinde yer alan direktiflere uygun çalışma yürütme noktasında aksaklıklar yaşadıklarını dile getirmiştir. Tüm bu durumlar, laboratuvar güvenliğinin risk yönetimi üzerindeki etkisinin 35.1 oranında açıklandığı sonucuyla örtüşmektedir.

GHTM’lerde laboratuvar güvenliğinin risk yönetimi üzerinde etkisini incelerken ilkyardım konusu da uyarılanan ölçekteki tehlike gruplarına dâhil edilmiştir. 5 laboratuvarda yasal mevzuattaki

değeri karşılayan ilkyardımcı personelin olmadığı tespit edilmiştir. Laboratuvar çalışanlarına yeterli sayıda ilkyardımcı sertifikasının aldırılması ile oluşabilecek kaza hallerinde daha hızlı ve bilinçli müdahalelerle laboratuvar güvenliğinin geliştirilebileceği öngörülmektedir.

Laboratuvar güvenliği, genetik hastalık tanı merkezleri gibi karmaşık ve ileri teknolojilerin kullanıldığı ortamlarda oldukça önemlidir. DNA analizleri, genetik testler ve diğer moleküler biyoloji işlemleri, laboratuvar güvenliğinin sağlanmasını zorunlu kılar. Bu tür işlemler sırasında kullanılan ekipmanların ve malzemelerin güvenli bir şekilde yönetilmesi, olası kazaların ve tehlikelerin önlenmesi için kritik öneme sahiptir (Mojtabaei ve Jalili, 2014). Ayrıca, laboratuvar güvenliği protokollerinin düzenli olarak gözden geçirilmesi ve güncellenmesi, sürekli bir güvenlik kültürü oluşturulmasına yardımcı olur. Laboratuvar güvenliği denetimleri, laboratuvar ortamının genel güvenlik düzeyini değerlendirmek ve iyileştirme alanlarını belirlemek için düzenli olarak yapılmalıdır. Bu denetimler sırasında, laboratuvar güvenliği protokollerinin uygunluğu kontrol edilmeli ve eksiklikler tespit edilmelidir. Ayrıca, laboratuvar çalışanlarının güvenlik konusundaki bilgi ve becerileri değerlendirilerek, gerektiğinde ek eğitimler düzenlenmelidir.

Laboratuvar güvenliğinin sağlanmasında, uygun ekipman ve malzemelerin kullanımı önemli bir yer tutar. Laboratuvarlarda kullanılan kimyasalların, biyolojik ajanların ve diğer tehlikeli maddelerin güvenli bir şekilde depolanması ve kullanılması gerekmektedir. Ayrıca, laboratuvar çalışanlarının KKD kullanmaları, güvenlik açısından kritik öneme sahiptir. KKD kullanımı, çalışanların tehlikeli maddelere maruz kalmasını önler ve iş kazalarını azaltır (Rose ve Rae, 2018).

Laboratuvar güvenliğinin sağlanmasında, iş sağlığı ve güvenliği ekipmanlarının düzenli bakımı ve kontrolü de önemlidir. Ekipmanların düzgün çalışması ve güvenlik standartlarına uygun olması, iş kazalarını önlemek için kritik öneme sahiptir. Ayrıca, laboratuvarlarda güvenlik prosedürlerinin ve acil durum planlarının hazır bulunması, olası kazalara hızlı ve etkili müdahale edilmesini sağlar (Costella ve ark., 2020).

Laboratuvar güvenliğinin bir kültüre dönüştürülmesi ve süreklilik arz etmesi, güvenli bir çalışma ortamının sağlanması için kritik öneme sahiptir. Bu kültür, tüm çalışanların güvenlik protokollerine uyum göstermesini ve güvenlik konusundaki farkındalıklarını artırmalarını sağlar. Laboratuvar yöneticileri, güvenlik kültürünü desteklemek ve teşvik etmek için düzenli toplantılar ve eğitimler düzenlemelidir. Ayrıca, çalışanların güvenlik konusundaki geri bildirimleri dikkate alınmalı ve güvenlik protokollerinin sürekli olarak iyileştirilmesine yönelik çalışmalar yapılmalıdır (Alansari, 2023).

Araştırmada, risk yönetimi üzerindeki etkisi 56.3 oranında açıklanan kişisel koruyucu donanımın, Çizelge 4.2.'deki verilere göre risk yönetimi üzerinde en yüksek etkiye sahip olan boyut olduğu saptanmıştır. Kişisel koruyucu donanım, laboratuvar çalışanlarını fiziksel, kimyasal ve biyolojik tehlikelere karşı koruyan temel bir unsurdur. Laboratuvar ortamında kullanılan KKD'ler arasında eldivenler, laboratuvar önlükleri, koruyucu gözlükler, yüz maskeleri ve solunum cihazları bulunur. Bu donanımlar, çalışanların doğrudan temas veya inhalasyon yoluyla tehlikeli maddelere

maruz kalmasını önler. Ryan Olson ve ark. (2009), toplu davranışın kişisel koruyucu donanım kullanımı üzerindeki etkisini belirlemek için yaptıkları çalışmada; güvenli davranışın yaygınlığının, yeni çalışanlar için kişisel koruyucu donanım kullanımında önemli bir belirleyici olabileceğini göstermiştir. Bununla birlikte, kişisel koruyucu donanım kullanımına teşvik edecek eğitimlerin verilmesinin de iş kazası ve meslek hastalıklarından korunmada faydalı olacağı tahmin edilmiştir.

Baş ve gövde koruyucular, kol ve bacak koruyucular, yüz ve göz koruyucular, solunum sistemi koruyucular ve tüm vücut koruyucular gibi gruplara ayrılan kişisel koruyucu donanımların, araştırma alanı içerisindeki laboratuvarlardan 4'ünde çalışanlara zimmet formu ile teslimlerinin yapılmadığı dikkat çekmiştir. Laboratuvar mesul müdürlerinin kişisel koruyucu donanımları zimmet formu ile teslim etmeleri gerektiği bilgilerindeki eksiklik, yaşanabilecek iş kazası veya meslek hastalığı sonrasında hukuki olarak problemler doğuracaktır. Bu nedenle, hem laboratuvar çalışanları hem de laboratuvar yöneticileri kişisel koruyucu donanım mevzuatı hakkında eğitilmelidir.

KKD kullanımı, iş sağlığı ve güvenliği açısından vazgeçilmez bir unsur olarak kabul edilmektedir. Laboratuvarlarda çalışanların karşılaştığı çeşitli tehlikeler, KKD kullanımı ile minimize edilebilir. Örneğin, kimyasal maddelerle çalışırken uygun eldivenlerin kullanılması, cilt ile temas riskini azaltır. Aynı şekilde, biyolojik ajanlarla çalışırken koruyucu gözlükler ve yüz maskeleri kullanılması, enfeksiyon riskini azaltabilir (Exposto ve ark., 2020). Bununla birlikte, laboratuvarlarda kullanılacak kişisel koruyucu donanımların seçimi risk değerlendirmesi neticesine göre belirlenmelidir. Laboratuvar personelleri, laboratuvar önlüğünün kullanımı sırasında nelere dikkat etmesi gerektiği ile laboratuvar eldiven seçiminde ve kullanımında dikkat edilecek hususları bilmeli ve gözetmelidir. Araştırmaya katılan laboratuvarlarda, laboratuvar personellerinin özellikle laboratuvar eldiveni seçiminde, kişisel koruyucu donanımların standartları ile ilgili yeterli bilgiye sahip olmadıkları gözlemlenmiştir. Tek tip eldiven kullanımının tehlike ve riskleri ile ilgili laboratuvar personellerine gerekli eğitimler yeterli ölçüde verilmemiştir. Önlük ve eldiven donanımlarının yanı sıra, biyolojik, kimyasal, mekanik ve radyasyon kaynaklı tehlikelerin bulunduğu laboratuvarlarda yüz ve göz koruyucu donanımların sürekli kullanımında da zafiyetler olduğu tespit edilmiştir.

Laboratuvarlarda yürütülen tüm süreçlerde kişisel koruyucu donanımlar amacına uygun olarak seçilmeli, kullanılmalı ve kullanımı süreklilik arz etmelidir. Laboratuvarlarda KKD kullanımının etkinliğini artırmak için düzenli eğitim programları düzenlenmelidir. Çalışanların, hangi tehlikelere karşı hangi KKD'yi kullanacaklarını ve bu donanımları nasıl doğru bir şekilde kullanacaklarını bilmeleri gerekmektedir. Ayrıca, KKD'lerin düzenli olarak kontrol edilmesi ve gerektiğinde değiştirilmesi, donanımın etkinliğini ve güvenilirliğini artırır (Verbeek ve ark., 2019). Laboratuvar personelleri ayrıca kişisel koruyucu donanımı giyme, çıkarma ve muhafaza etme konusunda da dikkat etmesi gerekenleri bilmelidir. Kişisel koruyucu donanım kullanımı noktasında oluşturulacak ortak bilinç, risk yönetimi süreçlerinde hem işverenler hem de çalışanlar için sağlıklı sonuçlar elde etmeyi beraberinde getirecektir.

KKD'nin kullanımında karşılaşılan zorluklar arasında, çalışanların bu donanımları doğru bir şekilde kullanmaması veya kullanmayı reddetmesi bulunmaktadır. Bu durum, iş sağlığı ve güvenliği risklerini artırabilir. Çalışanların KKD kullanımına yönelik motivasyonlarının artırılması için, eğitim programları ve bilinçlendirme kampanyaları düzenlenmelidir. Ayrıca, KKD kullanımının izlenmesi ve denetlenmesi, bu donanımların etkin bir şekilde kullanılmasını sağlar (Song ve ark., 2022).

Regresyon analizi sonuçlarının yer aldığı Çizelge 4.2.'deki bir diğer boyut olan atık yönetiminin risk yönetimi üzerindeki etkisinin 54.7 oranında açıklandığı tespit edilen araştırmada, laboratuvarlardaki tehlikelerin, yalnızca çalışma yürütülürken değil; çalışmaların sonrasında oluşan atıkların bertarafı sürecinde de ne denli önemli düzeyde oluşabilecekleri görülmüştür. Laboratuvar ortamında oluşan atıklar, genellikle kimyasal, biyolojik ve radyolojik atıkları içerir. Bu atıkların uygun şekilde yönetilmesi, hem çalışanların sağlığını korumak hem de çevresel etkileri azaltmak açısından önemlidir. Atık yönetimi süreçleri, atıkların doğru bir şekilde ayrıştırılmasını, etiketlenmesini, depolanmasını ve bertaraf edilmesini içerir. Ayrıca, atık yönetimi politikalarının ve prosedürlerinin düzenli olarak gözden geçirilmesi ve güncellenmesi, atıkların güvenli bir şekilde yönetilmesini sağlar (Leoneti ve ark., 2019).

Atık yönetimi, laboratuvar güvenliği açısından kritik bir bileşendir. Laboratuvarlarda üretilen atıkların güvenli bir şekilde yönetilmesi, potansiyel tehlikeleri minimize eder ve iş sağlığı ve güvenliği performansını artırır. Örneğin, kimyasal atıkların uygun şekilde ayrıştırılması ve bertaraf edilmesi, laboratuvar çalışanlarının kimyasal maruziyet riskini azaltır. Aynı şekilde, biyolojik atıkların güvenli bir şekilde yönetilmesi, enfeksiyon riskini minimize eder (Verma, 2020).

Araştırma alanındaki laboratuvarların 13'ünün atık yönetimi süreçlerini bağlı bulunduğu belediyeler ile yürüttükleri, 2'sinin ise anlaşmalı özel şirketler ile atık yönetimi sürecini yürüttüğü tespit edilmiştir. Bu noktada dikkat edilmesi gereken ise, belediye veya özel şirket tarafından atıklar teslim alınmadan önce laboratuvar içinde atıkların geçici depolanmasıdır. Atıklar önce tanımlanmalı, ardından sınıflandırılmaları yapılarak uygun koşullarda depolanmalıdır.

Boğaziçi Üniversitesi (2021) "Güvenlik ve Atık Yönetimi Ekibi" tarafından hazırlanan laboratuvar güvenliği atık yönetim planında tüm laboratuvar personellerinin atık yönetimi konusunda eğitilmesinin önemi vurgulanmıştır. Atık yönetimi ekibinin, atık yönetimi sürecinin her bir basamağında hangi görevi yerine getireceğinin belirtildiği planda; malzeme güvenlik bilgi formlarındaki tavsiyelere uymanın esas olduğu belirtilmiştir. Araştırmaya katılan laboratuvarlarda ise atık yönetiminin bir ekip tarafından yapılmadığı görülmüştür. Atık depolama alanları laboratuvarlarda mevcut olmakla beraber, atıkların depolanması süreçlerinde herhangi bir "Atık Sorumlusu" ataması yapılmadığı için büyük bir tehlike söz konusudur. Laboratuvarda yürütülen atık yönetimi süreci tüm laboratuvar personelleri tarafından bilinmelidir. Evsel nitelikli atıklar, ambalaj atıkları, tıbbi atıklar, tehlikeli kimyasal atıklar ve radyoaktif atıklar ile ilgili toplama, depolama ve bertaraf işlemleri prosedürlere uygun olarak yürütülmelidir. Tehlikeli kabul edilen atıkların tehlike kodu ve özelliklerinin laboratuvar personelleri tarafından bilinmesi gerekmektedir.

Araştırmanın gerçekleştirildiği GHTM’lerde atıkların bertarafı öncesinde ayrıştırılması işlemlerinin yeteri düzeyde gerçekleştirilmediği de görülmüştür. Biyogüvenlik sorumlusunun belirlenmediği laboratuvarlarda aynı zamanda atık süreçlerinden de sorumlu bir personelin görevlendirilmemiş olması, laboratuvar yöneticileri ve personelleri tarafından yürütülen çalışmalarda bireysel sorumluların atanması noktasında ortak zafiyet gösterdikleri dikkat çekmiştir. Laboratuvarlarda oluşan tehlikeli atıkların maksimum 5 litrelik, kimyasal maddeye dayanıklı atık bidonlara ayrıştırılıp toplanarak, uygun etiketleme ve kodlamalar yapılmalıdır. Tehlikeli kimyasal atık toplama uygulamalarında laboratuvar çalışanları sorumluluklarını bilmeli ve bu sorumluluklarına uygun faaliyet yürütmelidir. Buradaki sorumluluk bilinci doğrudan güvenlik kültürü ile ilişkilidir. Devlet, işveren ve çalışanın görev yetki ve yükümlülüklerini yerine getirmesi ile oluşacak güvenlik kültürü; hem iş kazalarının hem de meslek hastalıklarının önlenmesinde büyük rol sahibidir.

Veri toplanan laboratuvarlarda atıkların bertarafı sürecinde etiketleme işlemi ile ilgili de laboratuvar personellerinin yeteri kadar bilgi sahibi olmadığı anlaşılmıştır. Atık yönetimi politikalarının etkin bir şekilde uygulanması için laboratuvar çalışanlarının eğitimi büyük önem taşımaktadır. Çalışanların, atıkların doğru bir şekilde ayrıştırılması, etiketlenmesi ve bertaraf edilmesi konusunda bilgi sahibi olmaları gerekmektedir. Bu amaçla, eğitim programları düzenlenmeli ve çalışanların atık yönetimi konusunda bilgi düzeyleri sürekli olarak güncellenmelidir. Ayrıca, laboratuvarlarda atık yönetimi prosedürlerinin etkinliğini değerlendirmek için düzenli denetimler yapılmalı ve iyileştirme alanları belirlenmelidir (Moghadam ve ark., 2016). Temel iş sağlığı güvenliği eğitimlerinde atıkların bertarafı ile ilgili hem teorik hem de uygulamalı eğitimlerin verilmesinin, atık yönetimi proseslerinde karşılaşılabilecek olumsuzlukları önemli ölçüde azaltacağı öngörülmektedir.

Laboratuvarlarda atık yönetimi süreçlerinin etkinliği, laboratuvar güvenliği performansını doğrudan etkiler. Atıkların doğru bir şekilde yönetilmesi, laboratuvar çalışanlarının sağlık risklerini azaltır ve iş kazalarını önler. Ayrıca, atık yönetimi politikalarının düzenli olarak gözden geçirilmesi ve güncellenmesi, atık yönetimi süreçlerinin sürekli olarak iyileştirilmesini sağlar (Ho ve Chen, 2018). Bu bağlamda, laboratuvarların atık yönetimi performansını değerlendirmek ve iyileştirme alanlarını belirlemek için düzenli denetimler yapılmalıdır.

Atık yönetimi, laboratuvarların çevresel sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmasında da kritik bir rol oynamaktadır. Laboratuvarlar, atık üretimini minimize etmek ve geri dönüşüm oranlarını artırmak için çevre dostu uygulamaları benimsemelidir. Örneğin, kimyasal maddelerin yeniden kullanımı veya geri dönüştürülmesi, atık miktarını azaltabilir ve çevresel etkileri minimize edebilir. Ayrıca, biyolojik atıkların uygun şekilde ayrıştırılması ve bertaraf edilmesi, çevresel kirlenmeyi önleyebilir ve laboratuvarların çevresel ayak izini azaltabilir (Alpdemir ve ark., 2023).

Çizelge 4.2.’e bir bütün olarak değerlendirildiğinde, bağımsız değişkenleri oluşturan tüm faktörlerin, bağımlı değişken olan risk yönetimi üzerinde önemli düzeyde etki ettikleri

görülmektedir. Kadir Aksay ve ark. (2012), laboratuvar güvenliğinin sağlatılması süreçlerinde risk yönetimi üzerine yaptıkları uygulamalı bir çalışmada, yüksek oranda risk faktörü içeren sağlık hizmeti sunumlarında, ortaya çıkabilecek tehlikeler ve bu tehlikelerden kaynaklanacak risklerle mücadelede risk yönetiminin çok önemli bir yer tuttuğunu ortaya koymuşlardır.

Tüm laboratuvar personelleri tehlikeleri tanımlayabilmeli ve bu tehlikelerden kaynaklanabilecek riskleri tahmin edebilmelidir. Ayrıca, laboratuvar çalışanlarının güvenlik konusundaki bilgi ve becerileri değerlendirilerek, gerektiğinde ek eğitimler düzenlenmelidir. Bu eğitimler, çalışanların potansiyel tehlikeler hakkında bilgi sahibi olmalarını ve bu tehlikelere karşı nasıl korunacaklarını öğrenmelerini sağlar. Tehlikeden kaynaklan riskler değerlendirilmeli, kontrol önlemleri tespit edilmeli ve ilgili kontroller gerçekleştirilmelidir. Gerçekleştirilen kontrollerin etkinliği izlenmeli ve gerekli görülen noktalarda yeniden değerlendirmeler yapılarak gerekli önleyici tedbirler alınmalıdır. Bu süreç, hem PUKÖ döngüsünün, hem de ISO 45001'in temel aldığı 'sürekli iyileştirme' politikasıdır.

Her laboratuvar, risk yönetimi ve organizasyonun prosedürünün oluşturulması gerekmektedir. Risk yönetimi sürecinin etkinliği, laboratuvar güvenliği politikalarının ve prosedürlerinin sürekli olarak gözden geçirilmesine ve güncellenmesine bağlıdır. Bu politikalar ve prosedürler, laboratuvar ortamında potansiyel tehlikeleri minimize etmek ve çalışanların güvenliğini sağlamak için tasarlanmıştır. Ayrıca, laboratuvar güvenliği kültürünün oluşturulması ve sürdürülmesi, risk yönetimi sürecinin başarısını artırır. Bu kültür, tüm çalışanların güvenlik protokollerine uyum göstermesini ve güvenlik konusundaki farkındalıklarını artırmalarını sağlar.

4.3. Korelasyon Analizi

Korelasyon analizi, iki ya da daha fazla değişken arasındaki ilişkinin yönü ve gücünü ölçen istatistiksel bir yöntemdir. Bu analiz, sosyal bilimlerden tıba, mühendislikten ekonomiye kadar geniş bir yelpazede uygulanmaktadır (Schober ve ark., 2018).

Korelasyon, iki değişkenin birlikte nasıl değiştiğini belirlemek için kullanılan bir istatistiksel tekniktir. Korelasyon katsayısı (r), bu ilişkinin yönünü (pozitif veya negatif) ve gücünü (0 ile 1 arasında bir değer) ifade eder (Meng ve ark., 1992). Pozitif korelasyon, iki değişkenin birlikte arttığını veya azaldığını, negatif korelasyon ise bir değişkenin artarken diğerinin azaldığını gösterir. Korelasyon katsayısı, -1 ile +1 arasında bir değer alabilir; +1 mükemmel pozitif ilişkiyi, -1 mükemmel negatif ilişkiyi ve 0 ise hiçbir ilişkinin olmadığını ifade eder (Akoğlu, 2018).

Korelasyon analizi, veri setleri arasındaki ilişkileri keşfetmek, hipotezleri test etmek ve gelecekteki sonuçları tahmin etmek için yaygın olarak kullanılır. Ancak, korelasyonun nedensellik anlamına gelmediğini unutmamak önemlidir; yani iki değişkenin birbirleriyle korelasyona sahip olması, birinin diğerine neden olduğu anlamına gelmez. Korelasyon analizi yaparken, örneklem büyüklüğü ve verinin doğası gibi faktörler de göz önünde bulundurulmalıdır. Küçük örneklem

yanıltıcı sonuçlar verebilir, bu nedenle yeterince büyük ve temsil edici bir örneklem kullanmak önemlidir (Zhang ve ark., 2017).

Korelasyon katsayısının anlamlılığı, t-testi veya z-testi kullanılarak test edilebilir ve bu, örneklem büyüklüğüne ve korelasyon katsayısının büyüklüğüne bağlıdır (Collis ve Rosenblood, 1985). Ek olarak, korelasyon analizi, değişkenlerin birlikte değişimlerini analiz ederek, araştırmacıların verilerdeki desenleri ve ilişkileri tanımlamalarına yardımcı olur (Wang ve ark., 2018).

Boyutlar arasındaki ilişkileri belirlemek için uygulanan korelasyon analizinin sonuçları Çizelge 4.3’de verilmiştir.

Çizelge 4.3. Korelasyon analizi sonuçları

	Fiziksel Güvenlik	Kimyasal Güvenlik	Biyogüvenlik	Laboratuvar Güvenliği	Kişisel Koruyucu Donanım	Atık Yönetimi	Risk Yönetimi
Fiziksel Güvenlik	1	0.805**	0.712**	0.895**	0.756**	0.641*	0.590*
Kimyasal Güvenlik	0.805**	1	0.835**	0.808**	0.766**	0.620*	0.738**
Biyogüvenlik	0.712**	0.835**	1	0.720**	0.822**	0.820**	0.720**
Laboratuvar Güvenliği	0.895**	0.808**	0.720**	1	0.755**	0.648**	0.593*
Kişisel Koruyucu Donanım	0.756**	0.766**	0.822**	0.755**	1	0.825**	0.750**
Atık Yönetimi	0.641*	0.620*	0.820**	0.648**	0.825**	1	0.740**
Risk Yönetimi	0.590*	0.738**	0.720**	0.593**	0.750**	0.740**	1

** işaretli boyutlar arasında çok kuvvetli ilişkiler $p < 0.01$ ve * işaretli boyutlar arasında kuvvetli düzeyde ilişkiler $p < 0.05$ tespit edilmiştir.

Boyutlar arasındaki ilişkiler incelendiğinde, belirlenen 21 ilişkiden 18’inin ‘çok kuvvetli’ olduğu ve 3 ilişkinin ise ‘kuvvetli’ olduğu tespit edilmiştir. Belirlenen ilişkiler kuvvetlerine göre sıralandığında ilk sırada ‘Laboratuvar Güvenliği’ ile ‘Fiziksel Güvenlik’ ilişkisinin yer aldığı, son sırada ise ‘Fiziksel Güvenlik’ ve ‘Risk Yönetimi’ ilişkisinin bulunduğu belirlenmiştir.

Yapılan analizler neticesinde araştırma hipotezlerinin sonuçları Çizelge 4.4’te verilmiştir.

Çizelge 4.4. Araştırma sürecinde ileri sürülen hipotezler ve sonuçları

Hipotezler	Sonuç
H ₁ : Fiziksel güvenliğin risk yönetimi üzerinde doğrudan ve pozitif yönde etkisi bulunmaktadır.	Desteklendi
H ₂ : Kimyasal güvenliğin risk yönetimi üzerinde doğrudan ve pozitif yönde etkisi bulunmaktadır.	Desteklendi
H ₃ : Biyogüvenliğin risk yönetimi üzerinde doğrudan ve pozitif yönde etkisi bulunmaktadır.	Desteklendi
H ₄ : Laboratuvar güvenliğinin risk yönetimi üzerinde doğrudan ve pozitif yönde etkisi bulunmaktadır.	Desteklendi
H ₅ : Kişisel koruyucu ve donanımların risk yönetimi üzerinde doğrudan ve pozitif yönde etkisi bulunmaktadır.	Desteklendi
H ₆ : Atık yönetiminin risk yönetimi üzerinde doğrudan ve pozitif yönde etkisi bulunmaktadır.	Desteklendi

Demografik verilere ait bağımsız değişkenler ile Likertli ölçekler arasındaki ilişkiye bakılırken t testi analiz tekniği uygulanmaktadır. Bu teknik, psikometrik ölçüm sonucu elde edilmiş iki farklı ortalama arasındaki farklılaşmanın anlamlı olup olmadığını, araştırmanın t dağılımına bağlı bir şekilde test etme yoludur (Koç, 2016). Risk yönetimi bağımlı değişkeni göz önüne alındığında, unvan demografik değişkeninin herhangi bir anlamlılığa yol açmadığı görülmektedir ($p>0.05$). t testi sonuçları çizelge 4.5.'de verilmiştir.

Çizelge 4.5. Risk yönetimine ilişkin görüşlerin unvan durumuna göre karşılaştırılması (Bağımsız örneklem için t testi – independent samples t test)

	Ortalama Değer	Standart Sapma	p
Yönetici	5.3889	1.37885	0.275
Çalışan	6.0476	0.69346	

Durbin-Watson testi araştırma modelinde otokorelasyon olup olmadığını göstermektedir. Başka bir deyişle, modelin bir bütün olarak anlamlı olup olmadığını test etmektedir. Bu noktada araştırmanın D.W. (Durbin-Watson) değeri 2.132 olarak bulunmuştur. Literatüre bakıldığında bu değerin 1,5–2,5 aralığında olması gerekmektedir. Nihayetinde, araştırma modelimizin bir bütün halinde anlamlı olduğu ortaya konmuştur.

4.4. Temel Bileşen Analizi

Temel Bileşen Analizi (Principal Component Analysis -PCA), matematik, bilgisayar bilimi ve istatistik gibi çeşitli alanlarda yaygın olarak kullanılan bir tekniktir. Çok değişkenli veri setlerindeki ortak yönleri belirleyerek verinin boyutunu azaltmak ve veriyi daha özlü bir biçimde ifade etmek için bir yöntem olarak hizmet eder (Raychaudhuri ve ark., 1999). PCA, ilişkili

değişkenleri, verideki maksimum varyansı yakalayan doğrusal olarak ilişkisiz değişkenler olan temel bileşenlere dönüştürerek çalışır (Bai ve ark., 2005). Bu teknik, çok boyutlu veri setlerinin analizini ve görselleştirilmesini basitleştirmek için değerlidir (Bahashwan ve ark., 2018).

PCA'nın matematiksel temelleri, doğrusal cebir ve istatistiksel teorilere dayanmaktadır. PCA'nın adımları şunlardır:

Verinin Standartlaştırılması: Verinin ortalaması sıfırlanır ve standart sapma birim yapılır.

Kovaryans Matrisinin Hesaplanması: Verinin kovaryans matrisi oluşturulur.

Özdeğer ve Özvektörlerin Hesaplanması: Kovaryans matrisinin özdeğerleri ve özvektörleri hesaplanır.

Başlıca Bileşenlerin Seçimi: En büyük özdeğerlere karşılık gelen özvektörler seçilir.

Yeni Veri Setinin Oluşturulması: Seçilen başlıca bileşenlerle yeni veri seti oluşturulur.

Bu çalışmada, veri setindeki değişkenliği anlamak ve veri setindeki ilişkileri özetlemek amacıyla PCA kullanılmıştır. PCA analizi, veri setindeki çok boyutlu veriyi daha az sayıda bileşenle özetleyerek, veri analizindeki karmaşıklığı azaltma ve temel yapıları anlama amacını taşır. Yapılan analizden elde edilen bulgular Çizelge 4.6. ve Çizelge 4.7.'de verilmiştir.

Çizelge 4.6. Bileşen matrisi

	Bileşenler / Faktörler		
	1	2	3
Kişisel Koruyucu Donanım	0,943		
Atık Yönetimi	0,894		
Fiziksel Güvenlik	0,869		
Kimyasal Güvenlik		0,729	
Laboratuvar Güvenliği		0,684	
Biyogüvenlik			0,803

Bileşen matrisi, PCA kullanılarak elde edilmiştir. Bu metodoloji, veri setindeki karmaşık yapıları özetleyerek, veri analizindeki anlayışımızı derinleştirmiştir. PCA analizinin bu bileşen matrisi, tezin analitik çerçevesini güçlendirerek, veri setindeki önemli ilişkileri ve yapıları ortaya koymaktadır.

İlk bileşen özellikle "kişisel koruyucu donanım", "atık yönetimi" ve "fiziksel güvenlik" gibi değişkenler arasındaki ilişkinin pozitif yönde olduğunu göstermektedir. Bu bileşen, kişisel koruyucu donanım, atık yönetimi ve fiziksel güvenlik gibi faktörlere dayalı olarak bir kümeyi temsil edebilir.

İkinci bileşen ise "kimyasal güvenlik", "laboratuvar güvenliği" ve "biyogüvenlik" gibi değişkenler arasındaki ilişkinin pozitif yönde olduğunu gösterirken, bu bileşen kimyasal güvenliğe dayalı bir laboratuvar güvenliği konularını içeren farklı bir kümeyi ifade edebilir. Özellikle güvenlik

konularıyla ilgili değişkenler arasındaki bu ilişkiler, çalışmanın odaklandığı temel analitik bulguları desteklemektedir.

Üçüncü bileşen olarak “biyogüvenlik” tek başına bir küme ifade edebilecek olarak görülmektedir. GHTM’lerin mevcutta biyogüvenlik düzeylerine göre sınıflandırılmalarının var olduğu düşünüldüğünde; biyogüvenliğin tek bir sınıf olarak ortaya çıkması bu tez çalışmasının mevcut laboratuvar sınıflandırmalarıyla uyum içinde olduğunu göstermektedir.

Her bir PCA bileşeninin toplam varyans içindeki payını ve kümülatif olarak toplam varyansı göstermek için varyans açıklama tablosu kullanılmaktadır (Karlsson, 1992). PCA analizinin sonuçlarına göre, toplam varyansın açıklanması Çizelge 4.7.’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.7. Açıklanan toplam varyans

Bileşenler / Faktörler	Başlangıç Özdeğerleri			Faktör Yüklerinin Kareleri Toplamı		
	Toplam	Açıklanan Varyansın Yüzdesi	Kümülatif %	Toplam	Açıklanan Varyansın Yüzdesi	Kümülatif %
1	2,590	43,166	43,166	2,590	43,166	43,166
2	1,244	20,726	63,892	1,244	20,726	63,892
3	1,080	18,007	81,899	1,080	18,007	81,899
4	0,672	11,198	93,097			
5	0,268	4,475	97,572			
6	0,146	2,428	100,000			

Çizelge 4.7.’ye bakıldığında; ilk bileşen %43.166’lık bir varyans açıklar ve toplamda %43.166’lık bir kümülatif varyans sağlar. İkinci bileşen %20.726’lık bir varyans açıklar ve toplamda %63.892’lik bir kümülatif varyans elde edilir. İlk iki bileşen, veri setindeki değişkenliğin büyük bir kısmını temsil ederek, veri setindeki yapısal desenlerin ana hatlarını belirler. Üçüncü bileşen ise %18.007’lik bir varyans açıklar ve toplamda %81.899’lik bir kümülatif varyans elde edilir. Bu sonuçlar, veri setindeki değişkenliğin büyük bir kısmının ilk üç bileşen tarafından temsil edildiğini gösterir.

Bu bulgular, PCA analizinin veri setindeki değişkenler arasındaki ilişkileri özetlemedeki gücünü ve analitik değerini göstermektedir. PCA’nın uygulanmasıyla elde edilen bu bileşenler, veri setindeki karmaşıklığı azaltmak ve veri analizinde temel yapıları anlamak için kritik bir rol oynamaktadır. Bu analiz, tezin temel bulgularını destekleyen ve veri setindeki önemli ilişkileri açığa çıkaran bir metodolojik yaklaşım sunar.

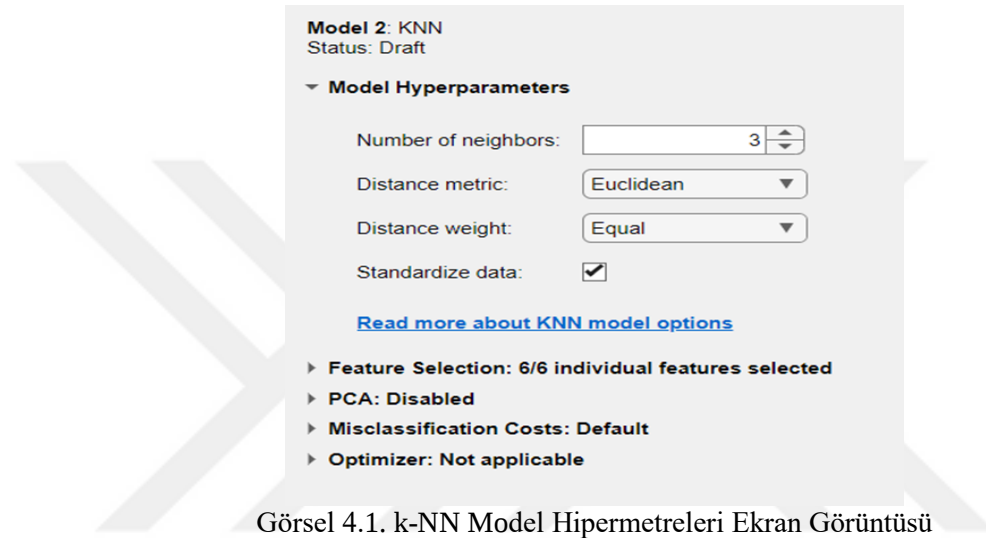
4.5. Kümeleme Analizi

k-En Yakın Komşu (k-NN) algoritması, hem gözetimli öğrenme hem de kümeleme analizinde kullanılan, basit ancak etkili bir makine öğrenme algoritmasıdır (Kang, 2021).

k-NN algoritması, bir veri noktasının sınıfını veya değerini belirlemek amacıyla bu noktanın en yakın komşularının sınıflarını veya değerlerini dikkate alan bir makine öğrenme yöntemidir. Hem

sınıflandırma hem de regresyon problemlerinde kullanılabilir. Algoritmanın temel prensibi, benzer veri noktalarının genellikle benzer sınıflara veya değerlere sahip olduğudur (Song ve ark., 2017). k-NN, verilerin doğrudan öğrenme sürecine katılması ve tüm veri setinin tahmin aşamasında kullanılması bakımından temsili olmayan yöntemlerden ayrılır (Räty ve Kangas, 2012).

PCA ile üç boyuta indirilen veri setinin, k-NN algoritması ile kümeleme analizi süreci yürütülmüştür. “k” sayısı PCA ile elde edilmiş olup, algoritmaya üç olarak girilerek analiz yapılmıştır. Oluşturulmak istenen modele ait bilgi girişinin ekran görüntüsü Görsel 4.1.’de verilmiştir.



Görsel 4.1. k-NN Model Hipermetreleri Ekran Görüntüsü

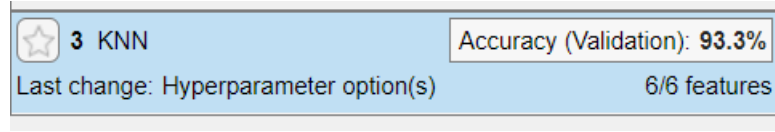
Bu modelde kullanılan komşu sayısı üç olarak belirlenmiştir. Komşu sayısı, modelin bir veri noktasını sınıflandırırken dikkate alacağı en yakın komşuların sayısını ifade eder. Daha düşük komşu sayıları modelin daha hassas ve belki de aşırı uyumlu olmasına neden olurken, daha yüksek komşu sayıları modelin daha genel ve bazen yetersiz uyumlu olmasına yol açabilir (Cosenza ve ark., 2020).

Bu modelde, mesafe ölçütü olarak Öklid mesafesi kullanılmıştır. Öklid mesafesi, iki nokta arasındaki düz çizgi mesafesini hesaplar ve en yaygın kullanılan mesafe ölçütlerinden biridir. Bu ölçüt, özellikle verilerin sürekli ve aynı ölçekte olduğu durumlarda etkilidir (Liberti ve ark., 2014).

Modelde mesafe ağırlığı olarak "Equal" seçilmiştir, yani tüm komşular eşit ağırlıkta değerlendirilmiştir. Bazı uygulamalarda, daha yakın komşulara daha yüksek ağırlık verilerek tahminlerin doğruluğu artırılabilir (McRoberts ve ark., 2016). Bu modelde tüm komşuların eşit ağırlıklandırılması tercih edilmiştir.

Bu modelde, 6/6 bireysel öznetelik seçilmiştir. Öznetelik seçimi, modelin performansını artırmak ve aşırı uyumu engellemek için kritik bir adımdır. Kullanılan özneteliklerin dikkatli bir şekilde seçilmesi, modelin genel performansını ve doğruluğunu olumlu yönde etkiler (Laborda ve Ryoo, 2021).

Yürütülen analiz neticesinde; k-NN algoritmasının altı boyuttan oluşan araştırma veri setinin üç boyutta toplanmasına ait doğrulama yüzdesi Görsel 4.2.' de verilmiştir.



Görsel 4.2. k-NN Doğruluk Yüzdesi Ekran Görüntüsü

k-NN algoritmasında "accuracy" (doğruluk), modelin sınıflandırma performansını değerlendiren bir metrik olup, doğru sınıflandırılan örneklerin toplam örnek sayısına oranıdır. Doğruluk, modelin tahminlerinin ne kadar doğru olduğunu gösterir ve genellikle yüzde olarak ifade edilir. Bir sınıflandırma modelinin doğruluğu ne kadar yüksekse, modelin performansı o kadar iyi kabul edilir (Houby, 2018).

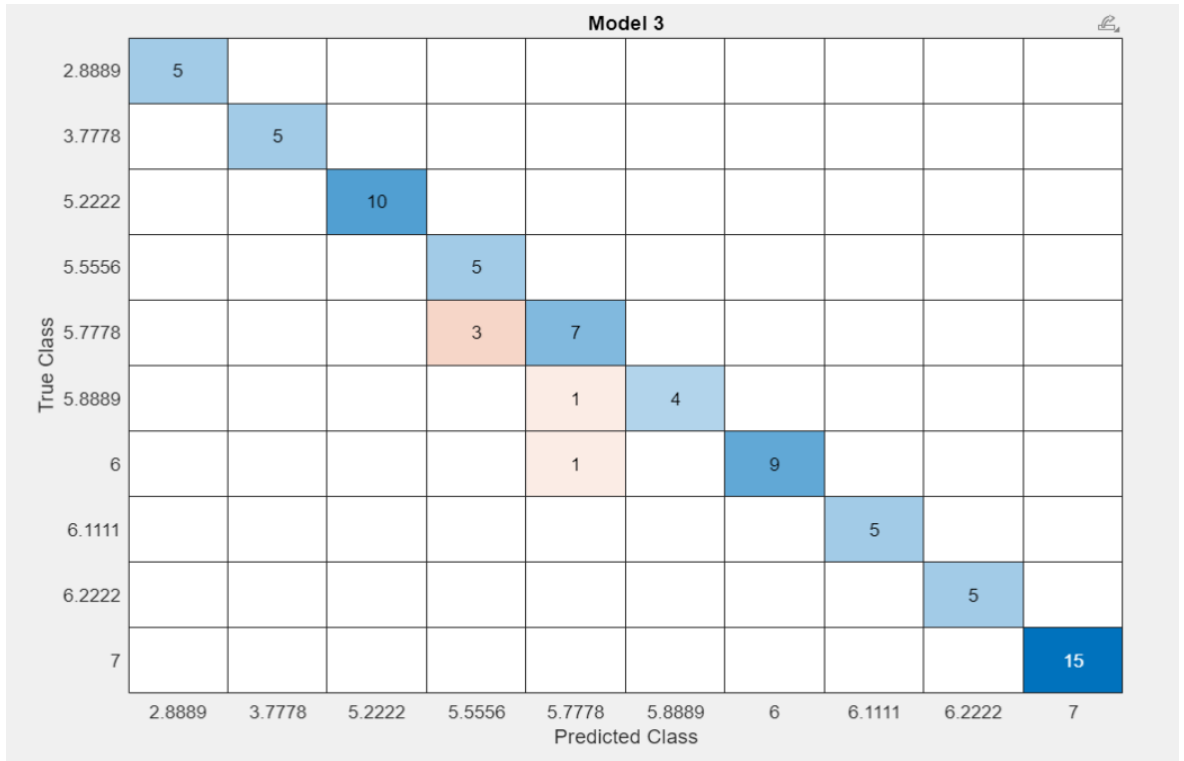
Doğruluk şu formülle hesaplanır:

$$\frac{\text{Doğru Tahmin Sayısı}}{\text{Toplam Tahmin Sayısı}} \quad (4.3)$$

Hyperparametrelerin model performansına olan etkisi önemlidir. Komşu sayısı (k), mesafe ölçütü ve mesafe ağırlığı gibi hyperparametreler, modelin performansını doğrudan etkiler. Optimal hyperparametreler, modelin hem aşırı uyum göstermesini engeller hem de yeterli genel performansı sağlar (Wazirali, 2020).

Modelin doğruluk oranı %93.3 olarak belirlenmiş ve bu sonuç, modelin yüksek bir performans sergilediğini göstermektedir. Hyperparametrelerin dikkatli seçimi ve verilerin standardizasyonu, modelin performansını olumlu yönde etkilemiştir. Gelecekteki çalışmalar, diğer performans ölçütlerini de dikkate alarak, modelin genel başarımını daha kapsamlı bir şekilde değerlendirebilir.

k-NN algoritmasının performansı, karmaşıklık matrisi kullanılarak değerlendirilebilir. Her bir veri noktasının doğru veya yanlış sınıflandırılması, karmaşıklık matrisindeki ilgili hücrelere yansıtılır (Zhang ve ark., 2017). Karmaşıklık matrisine ait ekran görüntüsü, Çizelge 4.3.'de verilmiştir.



Görsel 4.3. Karmaşıklık Matrisi Ekran Görüntüsü

Karmaşıklık matrisi, bir sınıflandırma modelinin tahmin sonuçlarını özetleyen bir tablodur. Her bir hücre, modelin belirli bir sınıfı doğru veya yanlış şekilde sınıflandırdığı örneklerin sayısını gösterir. Bu matris, modelin performansını değerlendirmek için önemli ölçütler sunar (Krstinić ve ark., 2020)

Karmaşıklık matrisine ait model incelendiğinde, modelin genellikle doğru sınıflandırma yaptığı görülmektedir. Tabi bunun yanında modelin yanlış tahminleri de görülmektedir. Özellikle 5.7778 ve 5.8889 sınıflarında hatalı tahminler bulunmaktadır. Model en iyi performansını 7 sınıfında 15 doğru tahmin ile göstermiştir. Modelin genel performansını gösteren doğruluğu; doğru tahmin sayısı olan 70'in toplam tahmin sayısı olan 75'e bölümüyle elde edilmiş olup, %93.33 olarak tespit edilmiştir.

Karmaşıklık matrisinin analizi, k-NN algoritmasının performansını değerlendirmek için güçlü bir araçtır. Bu analiz, modelin doğruluk, hassasiyet, duyarlılık, F1 skoru, spesifiklik ve negatif öngörü değeri gibi çeşitli performans ölçütleriyle kapsamlı bir şekilde değerlendirilmesini sağlar. Modelin yüksek doğruluk oranı ve çoğu sınıf için yüksek hassasiyet ve duyarlılık değerleri, k-NN algoritmasının etkili bir sınıflandırma modeli olduğunu göstermektedir.

F1 skoru, bir modelin hassasiyet (precision) ve duyarlılık (recall) performans ölçütlerini birleştirerek değerlendiren bir metriktir. Özellikle dengesiz veri setlerinde sınıflandırma performansını anlamak için kullanılır (Takahashi ve ark., 2021). F1 skoru, hassasiyet ve duyarlılığın harmonik ortalamasıdır ve aşağıdaki formülle hesaplanır:

$$F1 = 2 \times \frac{Precision \times Recall}{Precision + Recall} \quad (4.4)$$

F1 skoru 0 ile 1 arasında bir değer alır, burada:

1.0: Mükemmel sınıflandırma performansı. Modelin hem hassasiyet hem de duyarlılık açısından kusursuz olduğu anlamına gelir.

0.0: Modelin başarısız olduğu anlamına gelir; hem hassasiyet hem de duyarlılık sıfırdır.

0.5: Ortalama bir performans. Bu, modelin hem yanlış pozitif hem de yanlış negatif sınıflandırmalarının dengeli olduğu anlamına gelir.

F1 skorunun ideal değeri, belirli bir uygulama ve problem bağlamına bağlı olarak değişir. Genel bir kural olarak:

Yüksek F1 Skoru (0.8 ve üstü): Modelin yüksek performans gösterdiğini ve hem hassasiyet hem de duyarlılık açısından iyi dengelendiğini gösterir.

Orta F1 Skoru (0.6 - 0.8): Modelin kabul edilebilir bir performans gösterdiğini, ancak bazı iyileştirmeler yapılabileceğini gösterir.

Düşük F1 Skoru (0.6 ve altı): Modelin performansının yetersiz olduğunu ve önemli ölçüde iyileştirilmesi gerektiğini gösterir.

Sağlanan karmaşıklık matrisi üzerinden hesaplanan F1 skorları çizelge 4.8.'de verilmiştir.

Çizelge 4.8. F1 skorları

Sınıf	Hassasiyet	Duyarlılık	F1 Skoru
2.8889	1.0	1.0	1.0
3.7778	1.0	1.0	1.0
5.2222	1.0	1.0	1.0
5.5556	1.0	1.0	1.0
5.7778	0.7	0.7	0.7
5.8889	0.8	0.8	0.8
6	0.9	0.9	0.9
6.1111	0.833	0.833	0.833
6.2222	1.0	1.0	1.0
7	1.0	1.0	1.0

Bu sonuçlar, modelin bazı sınıflar için mükemmel performans gösterdiğini (F1 skoru 1.0), bazı sınıflar için ise iyileştirilmesi gereken alanlar olduğunu (örneğin, 5.7778 sınıfı için F1 skoru 0.7) göstermektedir. Ortalama F1 skoru 0.9233 olarak belirlenmiştir, bu da modelin genel olarak yüksek performans sergilediğini gösterir.

F1 skoru, model performansını değerlendirmek için önemli bir metriktir ve ideal değerler, uygulama bağlamına ve veri setine bağlı olarak değişir. Genel olarak, F1 skorunun 0.8 ve üzerinde olması, modelin iyi performans gösterdiğinin bir göstergesidir. Sağlanan karmaşıklık matrisi üzerinden hesaplanan F1 skorları, modelin çoğu sınıf için yüksek performans gösterdiğini, ancak

bazı sınıflar için iyileştirme yapılması gerektiğini göstermektedir. Bu tür analizler, modelin genel başarısını değerlendirmek ve iyileştirmek için kritik öneme sahiptir.

Elde edilen bu bulgular, mevcut literatürde laboratuvar güvenliği üzerindeki etkileri birbirinden bağımsız olarak değerlendirilen risk faktörlerine ait çalışmalara; birden fazla risk faktörünün birlikte değerlendirilmesi neticesinde laboratuvarların sağlık ve güvenliğinin nasıl sağlanabileceği yönünde yenilikçi bir yaklaşım getirecektir.

Bu çalışmadan elde edilen sonuçlarla, mevcut iş sağlığı ve güvenliği politikalarının bağımsız etken değerlendirmelerinden ziyade, birşelik etken değerlendirmesine yönelmesine ışık tutacaktır. Genetik hastalık tanı merkezi özelinde de uygulanan mevcut prosedürler birbirleri ile uygun biçimde kompanse edilerek yeni yönetim politikaları oluşturulabilecek ve laboratuvarların iş güvenliği düzeylerini iyileştirmede kullanılabilir olacaktır.

Noia ve ark. 2019 yılında üç farklı makine öğrenimi yaklaşımı karşılaştırması neticesinde elde edilen kompanse yeni sistemin kullanımının uygulanabilir olması ve Sánchez ve ark. 2016 yılındaki çalışma neticesinde geliştirdikleri modelin iş sağlığı ve güvenliği uygulamaları üzerindeki olumlu etkilerinin tespit edilmesi; bu tez çalışmasından elde edilen bulgularında uygulanabilir ve laboratuvarların iş güvenliği düzeylerini belirlemede kullanılabilir olduğunu göstermektedir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

PCA ve k-NN algoritması kullanılarak yapılan sınıflandırma çalışmaları, veri setinin boyutunu küçültmüş ve sınıflandırma doğruluğunu artırmıştır. Bu yöntemlerin kullanımı, mevcut literatürde de yaygın olarak kabul görmektedir. Örneğin, Pedrycz ve ark. (2010) tarafından yapılan bir çalışmada, PCA ve k-NN algoritmalarının veri analizi ve sınıflandırma işlemlerinde etkin bir şekilde kullanılabileceği gösterilmiştir. Aynı şekilde, Lever ve ark. (2017) PCA'nın veri setlerini basitleştirme ve bilgi kaybını en aza indirmeye konusundaki etkinliğini vurgulamaktadır.

Bu tezde yapılan araştırmalar neticesinde, GHTM'ler iş sağlığı ve güvenliği düzeylerine göre Düzey 1, Düzey 2 ve Düzey 3 olmak üzere üç grupta sınıflanmıştır. Düzey 1 laboratuvarlar *kişisel koruyucu donanım, atık yönetimi ve fiziksel güvenlik* boyutlarındaki benzerlikleri ile bir grupta kümelenirken, Düzey 2 laboratuvarlar *kimyasal güvenlik ve laboratuvar güvenliği* boyutlarında gösterdikleri benzer özelliklerle yeni bir grup olarak kümelenmiştir. Düzey 3 olarak yeni bir sınıfı temsil eden laboratuvarlar ise *biyogüvenlik* boyutunda gösterdikleri yakınlıkla aynı grupta kümelenmişlerdir.

GHTM'lerin de içinde yer aldığı halk sağlığı laboratuvarları, mevcut literatürde biyogüvenlik düzeylerine göre 4 grupta (BSL-1, BSL-2, BSL-3 ve BSL-4) sınıflandırılmaktadır (Delany ve ark., 2011). Biyogüvenlik düzeylerine göre yapılan bu sınıflandırma, yalnızca biyolojik etkenin risk grubuna göre yapılmaktadır ve laboratuvarlarla ilgili yapılmış tek sınıflandırmadır. Yapılan analizler neticesinde araştırmanın yürütüldüğü genetik hastalık tanı laboratuvarlarının biyogüvenlik özelliklerine göre tek bir grup (Düzey 3) olarak kümelenmeleri, araştırma sonuçlarının mevcut literatür ile uyumlu olduğu sonucunu ortaya çıkarmıştır.

Schuerger ve ark. (2022), GHTM'lerin de içinde bulunduğu BSL-3 laboratuvarları üzerine 2006 – 2021 yılları arasında yayınlanan PubMed makalelerini sistematik olarak değerlendirdikleri bir çalışmada, bu laboratuvarların biyolojik ajanlara karşı önlem almalarına karşın, farklı risk etmenlerine maruziyet neticesinde laboratuvar kazalarının meydana geldiğini göstermişlerdir. Bununla birlikte, Munson ve ark. (2017) BSL-1, BSL-2 ve BSL-3 düzey laboratuvarlarda yaptıkları çalışmada, araştırmanın yapıldığı laboratuvarların birçoğunun, temsil ettikleri biyogüvenlik seviye standartlarını karşılamadığını tespit etmişlerdir. Bu çalışmaların ortaya koyduğu sonuçlar, tezin ana fikrini oluşturan; laboratuvarların yalnızca biyogüvenlik düzeyine göre sınıflandırılmalarının iş güvenliği düzeyini belirlemede yetersiz olacağı görüşünü desteklemiştir. Nitekim bu tezde yapılan analizler neticesinde, laboratuvarlar iş sağlığı ve güvenliği düzeylerine göre 3 grupta kümelenmiş ve biyogüvenlik boyutunun yanında 2 grup etkenin daha laboratuvarların iş sağlığı ve güvenliği düzeyi üzerinde etkisinin olduğu ortaya konmuştur.

Araştırma neticesinde Düzey 2 olarak sınıflanan laboratuvarlar, kimyasal güvenlik ve laboratuvar güvenliği boyutlarındaki benzer temsiliyetleriyle bu küme içinde yer almışlardır. Fatemi ve ark. (2022), kimyasal güvenlik ile laboratuvar güvenliği arasındaki ilişkiyi araştırdıkları bir

çalışmada, yeni bir risk yönetimi stratejisi geliştirmişlerdir. Kimya laboratuvarlarında yürüttükleri çalışmanın neticesinde, kimyasal güvenlik ve laboratuvar güvenliğinin %64,9 oranında ortak tehlike ve riskleri temsil ettiği sonucuna ulaşmışlardır. Yine bu alanda yapılan bir diğer çalışmada Ménard ve Trant (2019) laboratuvar kazalarının oluşumunu ve laboratuvar kazalarına katkıda bulunan etmenleri incelemiş; kaza oluşumuna en fazla sebebiyet veren etmenin kimyasal güvenlik olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Yapılan çalışmalardan elde edilen bu sonuçlar, bu tez çalışmasında kimyasal güvenlik ve laboratuvar güvenliğinin ayrı bir boyut olarak kümelenmeleri ve Düzey 2 laboratuvar olarak sınıflanmaları sonucuyla örtüşmektedir.

GHTM’lerde yapılan tanılama çalışmalarında uygulanan proseslerde, kimyasal kullanımının büyük oranda olması; yine laboratuvar güvenliği ve kimyasal güvenliğin birlikte bir boyut olarak kümelenmesi sonucunu desteklemektedir. Aynı zamanda kimyasalların GHTM laboratuvarlarında yoğun kullanımı sebebi ile laboratuvarlarda yaşanan iş kazaları ve meslek hastalıklarının büyük bir oranda kimyasal tehlike kaynaklı olduğunu gösteren çalışmalar (Denewar ve ark., 2023; Wahab ve ark., 2021) da Düzey 2 olarak kimyasal güvenlik ve laboratuvar güvenliğinin aynı kümede yer alması sonucu ile paralellik göstermektedir.

Bu bağlamda, kimyasal güvenlik ve laboratuvar güvenliği, laboratuvar ortamlarında çalışanların korunması ve güvenli bir çalışma ortamının sağlanması açısından birbirleriyle güçlü bir şekilde ilişkilidir. Kimyasal güvenlik, kimyasal maddelerin güvenli bir şekilde kullanımı, depolanması ve bertaraf edilmesi süreçlerini kapsar ve bu süreçlerde uygun güvenlik önlemlerinin alınmasını gerektirir. Laboratuvar güvenliği ise, genel anlamda tüm potansiyel tehlikelerin yönetilmesi ve çalışanların bu tehlikelere karşı korunmasını içerir. Kimyasal maddelerle ilgili alınan güvenlik önlemleri, laboratuvar güvenliğinin önemli bir parçasıdır; çünkü kimyasal dökülmeler, patlamalar veya toksik madde salınımları gibi olaylar, ciddi kazalara ve sağlık sorunlarına yol açabilir. Bu nedenle, kimyasal maddelerin güvenli kullanımı ve doğru bir şekilde yönetilmesi, genel laboratuvar güvenliğini artırır ve olası riskleri minimize eder. Etkin bir kimyasal güvenlik yönetimi, laboratuvar güvenliği protokollerinin ayrılmaz bir parçası olarak, hem çalışanların korunmasını hem de laboratuvar ortamının güvenliğini sağlar.

Düzey 1 olarak gruplanan laboratuvarlar için yapılan literatür taramasında, KKD’nin atık yönetimi ve fiziksel güvenlik ile olan ilişkilerini ortaya koyan araştırmalar incelenmiştir. Singh ve ark. (2020), 2016-2020 yılları arasında küresel KKD pazarındaki bileşik yıllık artış oranının %6,5 olduğunu ve 40 milyar dolardan 58 milyar dolara çıktığını ifade etmişlerdir. KKD üretimi ve dağıtımındaki artışın; özellikle az gelişmiş bir altyapıya sahip ülkelerde, atık yönetimi zinciri boyunca sağlık ve çevre riskleriyle birleşen atık akışında eşdeğer bir artışa neden olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Nowakowski ve ark. (2020), Covid-19 salgını sırasında uygulanan sosyal önlemlerden biri olan maske ve eldiven kullanımının büyük bir atık kategorisine dönüştüğünü ifade ettikleri çalışmada; KKD’lerin nasıl alınacağı ve bertaraf edileceği hususunda daha fazla bilgiye ihtiyaç olduğunu belirtmişlerdir. Atık KKD’lerin toplanması için, KKD türüne göre farklı renkte atık

toplama torbalarının kullanıma alınmasını ve otomatik KKD atık toplama makineleriyle bu sürecin yürütülmesinin atık yönetimine katkıda bulunacağını öngörmüşlerdir. Bu çalışmalardan elde edilen sonuçlar, KKD kullanımı ve bertarafının atık yönetimi ile ne denli güçlü bir bağının olduğunu ortaya koymaktadır.

Bu bağlamda, Lakshmi ve ark. (2018) KKD'lerin sağlık çalışanlarını ciddi iş kazalarında korumak için tasarlandığını ve kişisel koruyucu ekipmanların, mikroorganizma ile kullanıcı arasında fiziksel bir bariyer olduğunu ifade etmişlerdir. Mikroorganizmaların ellere, gözlere, giysilere, saçlara ve ayakkabılara bulaşmasını önleyerek KKD'lerin koruma sağladığını belirtmişlerdir. John ve ark. (2016), 222 sağlık personelinin katılımı ile yaptıkları çalışmada, fiziksel risk etmenlerinin (aydınlatma, gürültü, titreşim, basınç, radyasyon, termal konfor vb.) her birinden korunmak için KKD'lerin var olduğunu fakat katılımcıların KKD kullanımı konusunda eğitimlerinin yetersiz olduğunu tespit etmişlerdir. Xiong ve Tang (2021), KKD'lerin doğru kullanımının sağlanmasının, işyeri güvenliği için şart olduğunu belirtmişlerdir. Fiziksel güvenliğin sağlanmasında KKD'lerin seçiminin çok önemli bir adım olduğuna ve seçilen KKD'lerin çalışan vücuduna uygun olmasına dikkat çekmişlerdir. Bu çalışmalardan elde edilen sonuçlar incelendiğinde, kişisel koruyucu ekipmanların fiziksel risk etmenlerine karşı doğabilecek maruziyetleri engellemek için KKD'lerin önemli bir rol üstlendiği görülmektedir.

KKD, atık yönetimi ve fiziksel güvenlik boyutlarının bir grupta kümelenecek Düzey 1 laboratuvar olarak sınıflanmaları, literatürde yer alan ve yukarıda belirtilen çalışmalar ile uyum içerisindedir. KKD, atık yönetimi ve fiziksel güvenlik, iş sağlığı ve güvenliği açısından birbirleriyle yakından ilişkilidir. KKD'ler, çalışanları kimyasal, biyolojik ve fiziksel tehlikelerden koruyarak doğrudan maruziyeti önler; bu sayede kimyasal dökülmeler veya biyolojik ajanlarla temas gibi risklere karşı önemli bir bariyer oluşturur. Atık yönetimi süreçlerinde KKD kullanımı, tehlikeli atıkların güvenli bir şekilde toplanması, taşınması ve bertaraf edilmesini sağlar; böylece çalışanların zararlı maddelerle temas etme olasılığını minimize eder. Ayrıca, uygun atık yönetimi laboratuvar ortamının temiz ve düzenli kalmasını sağlayarak fiziksel güvenliğini artırır. Fiziksel güvenlik önlemleri kapsamında kullanılan KKD'ler, çalışanları gürültü, titreşim ve radyasyon gibi fiziksel risk etmenlerine karşı korur, bu da iş kazalarını ve sağlık sorunlarını azaltır. Bu üç bileşenin bütüncül bir yaklaşımla yönetilmesi, laboratuvarlarda güvenli ve sağlıklı bir çalışma ortamı yaratmak için kritik öneme sahiptir.

Tezde yapılan analizler, GHTM'lerde iş sağlığı ve güvenliği protokollerinin mevcut durumunu, çalışanların karşılaştığı riskleri ve bu protokollerde iyileştirilmesi gereken alanları ayrıntılı bir şekilde ortaya koymuştur. Güvenilirlik analizleri, laboratuvarlarda uygulanan ölçeklerin yüksek güvenilirlikte olduğunu göstermiştir. Bulgular, iş sağlığı ve güvenliği standartlarının iyileştirilmesi için kapsamlı öneriler sunmakta ve laboratuvar kazalarının önlenmesi için stratejik adımlar belirlenmesine yardımcı olmaktadır. Tezde ayrıca, araştırmanın sınırlılıkların ve güçlü yanların değerlendirilmesi, gelecekteki araştırmalar için yol gösterici niteliktedir. Nihayetinde bu tez,

GHTM'leri iş sağlığı ve güvenliği düzeylerine göre Düzey 1 laboratuvarlar, Düzey 2 laboratuvarlar ve Düzey 3 laboratuvarlar olarak sınıflandırmıştır.

Bu tez çalışmasından çıkarılan sonuçlara göre GHTM'lerin İSG düzeylerinin iyileştirilmesine yönelik öneriler:

- Düzey 1 laboratuvarlarda, fiziksel risk etmenleri maruziyetine karşı periyodik ortam ölçümleri yaptırılmalı ve ölçüm raporları dosyalanmalıdır. Risk değerlendirmesi neticesinde tespit edilen fiziksel risk etmenine karşı doğacak maruziyeti engelleyici uygun KKD'ler çalışanlara temin edilmelidir.
- Düzey 1 laboratuvarlarda, KKD'lerin seçimleri risk değerlendirmesinin neticesine göre yapılmalı, KKD'ler çalışanlara zimmet formu ile teslim edilmeli ve tüm çalışanlara kullanacakları KKD'ler ile ilgili eğitim verilmelidir.
- Düzey 1 laboratuvarlarda, “Atık Sorumlusu” belirlenmelidir. Laboratuvarların atık yönetimi prosesleri oluşturulmalı, atıkların ayrıştırılması, toplanması ve bertarafı bu prosese uygun olarak yürütülmelidir. Atık yönetimi sürecinde, atıkların sebep olabileceği riskleri önlemeye uygun KKD'ler kullanılmalıdır.
- Düzey 1 olarak sınıflanan laboratuvarlarda, fiziksel güvenlik bağlamında kullanılacak KKD'nin seçiminde, sürecin devamında doğacak atığın bertarafı da düşünülerek 3 boyutu aynı anda değerlendiren stratejiler geliştirilmeli ve uygulanmalıdır.
- Düzey 1 laboratuvarlarda, “Radyasyon Güvenliği” eğitimlerinin verilmesi gerekmektedir. Hem laboratuvar yöneticilerinin hem de laboratuvar çalışanlarının radyasyon güvenliğindeki bilgi eksikliği, bu tez çalışmasında dikkat çekmiştir.
- Düzey 2 olarak sınıflanan laboratuvarlarda, laboratuvar güvenliğinin sağlanmasındaki kimyasal güvenlik ilişkisinde; kimyasalların SDS'lerine uygun olarak çalışma yürütülmeli, depolama ve bertaraf süreçleri yine kimyasal etiketinde yer alan bilgilere uygun olarak yapılmalıdır.
- Düzey 2 laboratuvarlarda, kimyasal dökülme kitlerinin kullanımı sağlatılmalı ve kitlerin kullanımı süreklilik arz etmelidir.
- Düzey 2 laboratuvarlarda, mevcut İSG protokolleri, genetik tanı merkezlerindeki özel risk faktörlerine uygun olarak yeniden gözden geçirilmeli ve güncellenmelidir. Özellikle kimyasal madde kullanımı ve atık yönetimi konularında daha sıkı önlemler alınmalıdır. Bulgular, mevcut protokollerin geniş kapsamlı riskleri karşılamada yetersiz olduğunu göstermektedir.
- Düzey 2 laboratuvarlarda, olası acil durumlar için detaylı acil durum planları hazırlanmalı ve bu planlar düzenli olarak tatbikatlarla test edilmelidir. Çalışanlar acil

durum prosedürleri konusunda bilgilendirilmeli ve bu prosedürleri uygulayabilecek yeterlilikte olmalıdır.

- Düzey 3 laboratuvarlarda, “Biyogüvenlik Sorumlusu” belirlenmelidir. Biyogüvenlik kabinlerinin dekontaminasyon-dezenfeksiyon-sterilizasyonu sürekli olarak kontrol edilmeli ve raporlanmalıdır.
- Düzey 3 olarak sınıflanan ve biyogüvenlik boyutunu temsil eden laboratuvarlarda, BSL-3 seviye standardının gerektirdiği tüm önlemler uygulanmalı ve mevzuatı şartlar yerine getirilmelidir.
- Düzey 3 laboratuvarlarda, biyolojik dökülme kitlerinin kullanımı sağlatılmalı ve kitlerin kullanımı süreklilik arz etmelidir.

Bu tez çalışmasından elde edilen sonuçlar ile GHTM dışında da genel iş sağlığı ve güvenliği uygulamaları için aşağıdaki tavsiyeler sunulmaktadır:

- İş sağlığı ve güvenliğinin tam olarak sağlanması noktasında, birden fazla risk faktörü mevcut olduğu için; bu faktörlerin bileşkelerinden doğabilecek zararların değerlendirilmesi gerekmektedir.
- Gözle görülmeyen risk faktörlerinin (basınç, radyasyon vb.) de çalışma ortamında var olabileceği unutulmamalıdır.
- Kimyasal güvenlik ve laboratuvar güvenliğinin bir düzey; kişisel koruyucu donanım, atık yönetimi ve fiziksel güvenliğin farklı bir düzey olarak gruplanması, mevcut iş sağlığı güvenliği standartlarının bu yönde yeniden değerlendirilmesini gerekli kılmaktadır. Bu standartların belirtilen risk etmenlerini birlikte değerlendirmesi ile yapılacak iyileştirmeler, iş sağlığı ve güvenliği disiplinine yenilikçi bir yaklaşım kazandıracak ve yenilenen standartlara uyum iş kazası ve meslek hastalıklarının azalmasına katkı sağlayacaktır.



KAYNAKLAR

- Abbas, M., Zakaria, A., Balkhyour, M., ve Kashif, M., 2016. Chemical Safety in Academic Laboratories: An Exploratory Factor Analysis of Safe Work Practices & Facilities in a University. *Journal of Systems and Software*, 2(1):1-14.
- Abdi, H., ve Williams, L., 2010. Principal component analysis. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Computational Statistics*, 2(4):433-459.
- Akbolat, M., Durmuş, A., Ünal, Ö., ve Çakoğlu, S., 2022. The effect of the fatalistic perception on the perceptions of occupational health and safety practices: The case of a hospital. *Work*, 71(4):1113-1120.
- Akoğlu, H., 2018. User's guide to correlation coefficients. *Turkish Journal of Emergency Medicine*, 18(3):91-93.
- Akpınar, T., ve Öğütoğulları, E., 2016. OHSAS 18001 İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetim Sistemi. *Balkan ve Yakın Doğu Sosyal Bilimler Dergisi*, 2(3):97-104.
- Aksay, K., Orhan, F., ve Kurutkan, N., 2012. Sağlık Hizmetlerinde Bir Risk Yönetimi Tekniği Olarak FMEA: Laboratuvar Sürecine Yönelik Bir Uygulama. *Sağlıkta Performans ve Kalite Dergisi*, 4(2):121-142.
- Alansari, F., 2023. Assessing Laboratory Safety Protocols: Enhancing Practices for a Safer Environment. *Journal of Medical Science And clinical Research*, 11(12):27-31.
- Alpdemir, M., Yurt, E., ve Şeneş, M., 2023. Forward steps in green medical laboratory practices for a sustainable future. *Turkish Journal of Biochemistry*, 49(1):20-23.
- Al-Zyoud, W., Qunies, A., Walters, A., ve Jalsa, N., 2019. Perceptions of Chemical Safety in Laboratories. *Safety*, 5(2):1-21.
- Amagata, D., Arai, Y., Fujita, S., ve Hara, T., 2022. Learned k-NN Distance Estimation. *SIGSPATIAL'22: Proceedings of the 30th International Conference on Advances in Geographic Information Systems*, Seattle-Washington, USA.
- Amariglio, A., ve Depaoli, D., 2020. Waste management in an Italian Hospital's operating theatres: an observational study. *American journal of infection control*, 49(2):184-187.
- Andersson, H., Perry, W., Bowdish, B., ve Floyd-Browning, P., 2011. Emergency preparedness for genetics centers, laboratories, and patients: The Southeast Region Genetics Collaborative strategic plan. *Genetics in Medicine*, 13(10):903-907.
- Arıkan, R., 2018. Anket Yönetimi Üzerinde Bir Değerlendirme. *Haliç Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 1(1):97-159.
- Azap, A., Ergönül, O., Memikoğlu, K., Yeşilkaya, A., Altunsoy, A., Bozkurt, G., ve Tekeli, E., 2005. Occupational exposure to blood and body fluids among health care workers in Ankara, Turkey. *American journal of infection control*, 33(1):48-52.

- Bahashwan, A. O., Kalantan, Z. I., ve Adham, S. A., 2018. Double gamma principal components analysis. *Applied Mathematical Sciences*, 12(11):523-533.
- Bai, Z., Chan, R. H., ve Luk, F. T., 2005. Principal component analysis for distributed data sets with updating. *International Workshop on Advanced Parallel Processing Technologies*, Nanchang, China.
- Caner, V., 2021. Fiziksel Risk Etmenleri Maruziyetine Bağlı İş Kazası ve Meslek Hastalıklarının Önlenmesinde Endüstri 4.0 Yaklaşımının Değerlendirilmesi. *OHS Academy*, 4(1):55-61.
- Chambers, C., ve Miller, D., 2015. Radiation safety. *Catheterization and Cardiovascular Interventions*, 85(7):1171-1172.
- Chander, D., ve Cavatorta, M., 2017. An observational method for Postural Ergonomic Risk Assessment (PERA). *International Journal of Industrial Ergonomics*, 57:32-41.
- Chin, T. L., Moore, E. E., Moore, H. B., González, E., Chapman, M. P., Stringham, J. C., ve Sauaia, A., 2014. A principal component analysis of postinjury viscoelastic assays: clotting factor depletion versus fibrinolysis. *Surgery*, 156(3):570-577.
- Chirico, F., Heponiemi, T., Pavlova, M., Zaffina, S., ve Magnavita, N., 2019. Psychosocial Risk Prevention in a Global Occupational Health Perspective. A Descriptive Analysis. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(14):1-14.
- Cinaroglu, S., 2019. Integrated k-means clustering with data envelopment analysis of public hospital efficiency. *Health Care Management Science*, 23:325-338.
- Civil, D., ve Acar, H. H., 2022. Şirketlerin İş Sağlığı ve Güvenliği ile Çevre Kültürlerinin Elmeri Yöntemiyle Araştırılması. *Journal of Medical Sciences*, 2(4):44-58.
- Coelho, A., ve Díez, J., 2015. Biological Risks and Laboratory-Acquired Infections: A Reality That Cannot be Ignored in Health Biotechnology. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*, (3):1-10.
- Colak, M., ve Cetin, T., 2017. Approach Of Students To Occupational Health And Safety In Furniture Industry. *PressAcademia Procedia*, 3(1):723-728.
- Collis, B., ve Rosenblood, L., 1985. The Problem of Inflated Significance When Testing Individual Correlations from a Correlation Matrix. *Journal for Research in Mathematics Education*, 16(1):52-55.
- Combetti, L., Demichela, M., Baldissoni, G., Fois, G., ve Luzzi, R., 2018. Large Occupational Accidents Data Analysis with a Coupled Unsupervised Algorithm: The S.O.M. K-Means Method. An Application to the Wood Industry. *Safety*, 4(4):51-73.
- Cosenza, D., Korhonen, L., Maltamo, M., Packalen, P., Strunk, J., Næsset, E., Gobakken, T., Soares, P., ve Tomé, M., 2020. Comparison of linear regression, k-nearest neighbour and random forest methods in airborne laser-scanning-based prediction of growing stock. *Forestry*, 94(2):311-323.

- Costella, M., Dalcanton, F., Cardinal, S., Vilbert, S., ve Pelegrini, G., 2020. Maintenance, occupational health and safety: a systematic review of the literature. *Gestão & Produção*, 27(2):1-17.
- Coşar, B., 2013. Örgütsel ekonomi kuramı ve ampirik bir çalışma: İstanbul avrupa yakası tekstil sektöründen bir örnek. Yüksek lisans tezi, Beykent Üniversitesi, İstanbul, 151 s.
- Çakmur, H., 2012. Measurement-Reliability-Validity In Research. *TAF Prev Med Bull*, 11(3):339-344.
- Çalık, N., Durak-Ata, L., Serbes, A., Bolat, B., ve Yavuz, E., 2015. Performance analysis of feature extraction methods in indoor sound classification. 23rd Signal Processing and Communications Applications Conference (SIU), İstanbul, Türkiye.
- Dalyan, O., Özkaya, N., Pişkin, M., ve Öztürk, Ö., 2021. Investigation and Comparison of Some Laboratories in Terms of Occupational Health and Safety by ELMERI Observation Method. *Journal of Advanced Research in Natural and Applied Sciences*, 7(2):282-294.
- Delany, J., Pentella, M., Rodriguez, J., Shah, K., Baxley, K., ve Holmes, D., 2011. Guidelines for biosafety laboratory competency: CDC and the Association of Public Health Laboratories.. *MMWR supplements*, 60(2):1-23.
- Demir, S., 2010. Tehlikeli kimyasal maddelerin iş sağlığı ve güvenliği yönetimi. Yüksek lisans tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, 188 s.
- Denewar, K., El-Glany, A. ve Khashaba E., 2023. Knowledge And Practice Of Postgraduate Laboratory Technician Students About Occupational Hazards And Safety Measures. *Egyptian Journal of Occupational Medicine*, 47(3):101-115.
- Deniz Başar, Ö. ve Yılmaz, M., 2011. Sinema Filmlerinde Bağımlılık Yaratan Maddelerin Kullanımına İlişkin Sahnelerin İçerik Analizi ile İncelenmesi. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 10(19):23-26.
- Dinç, E. ve Abdioğlu. H., 2009. İşletmelerde Kurumsal Yönetim Anlayışı ve Muhasebe Bilgi Sistemi İlişkisi: İMKB-100 Şirketleri Üzerine Ampirik Bir Araştırma. *Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 12(21):157-184.
- Durmaz, B., Alpman Durmaz, A., Özkınay, F. ve Çoğulu, Ö., 2011. Genetik Danışmanlık ve Önemi. *Cumhuriyet Tıp Dergisi*, 33:259-265.
- El-Hasnony, I., Barakat, S., Elhoseny, M., ve Mostafa, R., 2020. Improved Feature Selection Model for Big Data Analytics. *IEEE Access*, 8, 66989-67004.
- Emhan, A., 2009. Risk Yönetimi Süreci ve Risk Yönetmekte Kullanılan Teknikler. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 23(3):209-220.
- Ergün, İ., 2021. ISO 45001 İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetim Sistemi. *Mühendis ve Makina*, 53:16-19.

- Exposto, L., Fransisco, M., Gonçalves, T., Colo, A., Barros, Q., Costa, H. ve Fontes, R., 2022. Monitoring The Use Of Personal Protective Equipment on Employers' Health And Safety. *Indonesian Journal of Multidisciplinary Science*, 1(4):364-373.
- Eyi, S. ve Eyi, İ., 2020. Nursing Students' Occupational Health and Safety Problems in Surgical Clinical Practice. *SAGE Open*, 10(1):1-21.
- Fatemi, F., Dehdashti, A., ve Jannati, M., 2022. Implementation of Chemical Health, Safety, and Environmental Risk Assessment in Laboratories: A Case-Series Study. *Frontiers in Public Health*, 10(1):1-9.
- Fitriah, N., ve Mardani., 2019. Occupational Health and Safety in Chemical Engineering Laboratory of Politeknik Negeri Lhokseumawe. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, Aceh, Indonesia.
- Gharibi, V., Barkhordari, A., Jahangiri, M., Eyvazlou, M., ve Dehghani, F., 2019. Semi-Quantitative Risk Assessment of Occupational Exposure to Hazardous Chemicals in Health Center Laboratories (Case Study). *Shiraz E-Medical Journal*, (20)10:1-5.
- Gökdemir, F. ve Yılmaz, T., 2020. Likert Tipi Ölçekleri Kullanma, Modifiye Etme, Uyarlama ve Geliştirme Süreçleri. *Journal of Nursology*, 26(2):148-160.
- Gül, Y., İssi, M. ve Gül Baykalır, B., 2013. Araştırma Laboratuvarlarında Biyogüvenlik, Zoonotik Hastalıklar ve Tıbbi Atıkların Bertarafı. *Atatürk Üniversitesi Veteriner Bilimleri Dergisi*, 8(1):81-96.
- Güvenç, E., Sakal, M., Çetin, G., ve Özkara, O., 2022. Classification of students' course qualifications using machine learning techniques. *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 10(3):1359-1371.
- Ho, C., ve Chen, M., 2018. Risk assessment and quality improvement of liquid waste management in Taiwan University chemical laboratories. *Waste management*, 71(3):578-588.
- Houby, E. M. F. E., 2018. A survey on applying machine learning techniques for management of diseases. *Journal of Applied Biomedicine*, 16(3):165-174.
- Hung, P., Choi, K., ve Chiang, V., 2015. Using Interactive Computer Simulation for Teaching the Proper Use of Personal Protective Equipment. *CIN: Computers, Informatics, Nursing*, 33(2):49-57.
- Hussin, M., Ismail, M., ve Ahmad, M., 2013. Subjective Perception of Thermal Comfort Study in Air-conditioned University Laboratories. *Procedia- Social and Behavioral Sciences*, 91(1):192-200.
- Janosko, K., Holbrook, M., Adams, R., Barr, J., Bollinger, L., Newton, J., Ntiforo, C., Coe, L., Wada, J., Pusl, D., Jahrling, P., Kuhn, J., ve Lackemeyer, M., 2016. Safety Precautions and Operating Procedures in an (A)BSL-4 Laboratory: 1. Biosafety Level 4 Suit Laboratory Suite Entry and Exit Procedures. *Journal of Visualized Experiments*, 116(1):1-6.

- John, A., Tomas, M., Cadnum, J., Mana, T., Jencson, A., Shaikh, A., Zabarsky, T., Wilson, B., ve Donskey, C., 2016. Are health care personnel trained in correct use of personal protective equipment?, *American journal of infection control*, 44(7):840-842.
- Julien, R., DiBerardinis, L., Herrick, R., ve Edwards, R., 2001. Strategy to assess exposure of laboratory personnel to select OSHA-regulated chemicals at Massachusetts Institute of Technology. *Chemical Health and Safety*, 8(4):25-29.
- Karahan, V., ve Aydoğmuş, E., 2023. Risk Analysis and Risk Assessment in Laboratory Studies. *European Journal of Science and Technology*, (49):55-60.
- Karam, P., ve Barlow, A., 2001. Radiation safety considerations for large, multi-user laboratories. *Health physics*, 81(2):18-20.
- Karlsson, A., 1992. The Use of principal component analysis (PCA) for evaluating results from pig meat quality measurements. *Meat science*, 31(4):423-33.
- Kaya, D., 2019. Alt uzay k-nn ile eritmatoskuamöz hastalık türlerinin sınıflandırılması. *Fırat Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 31(2):583-587.
- Kılıç, S., 2013. Doğrusal Regresyon Analizi. *Journal of Mood Disorders*, 3(2):90-92.
- Kinoshita, T., Tonokura, K., Shibata, I., Yamada, E., Murata, S., Matsumoto, M., Sawamura, M., Nakagawa, H., Morimoto, K., ve Kôyama, A., 2015. Management of Chemicals for Safety and Education in Laboratory. *Journal of Environment and Safety*, 6(1):81-84.
- Kocsis, D., 2018. Workplace Noise Examination in a Laboratory (Case Study). *Műszaki Tudományos Közlemények*, 9(1):119-122.
- Koç, M., 2016. Demografik Özellikler ile Empatik Eğilim Arasındaki İlişki: Yetişkinler Üzerine Ampirik Bir Araştırma. *Iğdır Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*. 9:25-47.
- Kojima, K., Booth, C., Summermatter, K., Bennett, A., Heisz, M., Blacksell, S., ve McKinney, M., 2018. Risk-based reboot for global lab biosafety. *Science*, 360(6386):260–262.
- Krstinić, D., Braović, M., Šerić, L., ve Božić-Štulić, D., 2020. Multi-label Classifier Performance Evaluation with Confusion Matrix. *International Conference on Soft Computing, Artificial Intelligence and Machine Learning (SAIM 2020)*, Copenhagen, Denmark
- Kshash, A., 2019. A storage cabinet design for research chemicals for developing nations. *Journal of Chemical Health & Safety*, 26(4-5):29-32.
- Kuespert, D., 2016. *Research Laboratory Safety*. De Gruyter, Berlin, 282s.
- Laborda, J., ve Ryoo, S., 2021. Feature Selection in a Credit Scoring Model. *Mathematics*, 9(7):1-23.
- Lakshmi, P., Jennifer, H., Stanly, A., ve Paul, C., 2018. A study on personal protective equipment use among health care providers, Tamil Nadu. *International Journal of Community Medicine and Public Health*, 5(5):1-4.

- Leoneti, A., Santos, D., Silva, R., Ferreira, A., Pimenta, A., ve Oliveira, S., 2019. Process management framework for chemical waste treatment laboratories. *Bussines Process Management Journal*, 26(2):447-462.
- Lestari, F., Bowolaksono, A., Yuniautami, S., Wulandari, T., ve Andani, S., 2019. Evaluation of the implementation of occupational health, safety, and environment management systems in higher education laboratories. *Journal of Chemical Health & Safety*, 26(4-5):14-19.
- Lever, J., Krzywinski, M., ve Altman, N., 2017. Points of Significance: Principal component. *Nature Methods*, 14(7):641-642
- Li, X., Zhang, Y., Li, C., Wang, T., ve Xi, C., 2022. Application of Digital Twin in Handling and Transportation of Hazardous Chemicals. *Applied Sciences*, 12(24):1-13.
- Liberti, L., Lavor, C., Maculan, N., ve Mucherino, A., 2012. Euclidean Distance Geometry and Applications. *SIAM Review*, 56(1):3-69.
- Liu, Y., Li, F., Lai, L., ve Wu, J., 2021. On the adversarial robustness of principal component analysis. 2021 IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP), Seoul, Korea.
- McRoberts, R., Domke, G., Chen, Q., Næsset, E., ve Gobakken, T., 2016. Using genetic algorithms to optimize k-Nearest Neighbors configurations for use with airborne laser scanning data. *Remote Sensing of Environment*, 184(1), 387-395.
- Ménard, A., ve Trant, J., 2019. A review and critique of academic lab safety research. *Nature Chemistry*, 12(1):17-25.
- Meng, X., Rosenthal, R., ve Rubin, D., 1992. Comparing correlated correlation coefficients. *Psychological Bulletin*, 111(1):172-175.
- Miller, J., Astles, R., Baszler, T., Chapin, K., Carey, R., Garcia, L., Gray, L., Larone, D., Pentella, M., Pollock, A., Shapiro, D., Weirich, E., Wiedbrauk, D., ve Panel, B., 2012. Guidelines for safe work practices in human and animal medical diagnostic laboratories. Recommendations of a CDC-convened, Biosafety Blue Ribbon Panel. *MMWR supplements*, 61(1):1-102.
- Moghadam, F., Tashakori, M., Zandi, B., Hadavi, M., Akbarpoor, V., Kazemi, F., ve Moosavi, M., 2016. Medical waste management in clinical and educational laboratories affiliated to Rafsanjan University of Medical Sciences, Iran, in 2015. *Journal of Occupational Health and Epidemiology*, 5(3):176-181.
- Mojtabaei, M. ve Jalili, M., 2014. Laboratory Safety Organization. *Biosafety*, 3(1):1-2.
- Munson, E., Bowles, E., Dern, R., Beck, E., Podzorski, R., Bateman, A., Block, T., Kropp, J., Radke, T., Siebers, K., Simmons, B., Smith, M., Spray-Larson, F., ve Warshauer, D., 2017. Laboratory Focus on Improving the Culture of Biosafety: Statewide Risk Assessment of Clinical Laboratories That Process Specimens for Microbiologic Analysis. *Journal of Clinical Microbiology*, 56(1):1-11.

- National Human Genome Research Institute, 2021. Fact Sheets about Genomics. <https://www.genome.gov/about-genomics/fact-sheets> [Son erişim tarihi: 29.07.2024]
- Noia, A., Martino, A., Montanari, P., ve Rizzi, A., 2019. Supervised machine learning techniques and genetic optimization for occupational diseases risk prediction. *Soft Computing*, 24:4393-4406.
- Nowakowski, P., Kuśnierz, S., Sosna, P., Mauer, J., ve Maj, D., 2020. Disposal of Personal Protective Equipment during the COVID-19 Pandemic Is a Challenge for Waste Collection Companies and Society: A Case Study in Poland. *Resources*, 9(10):1-11.
- Occupational Safety and Health Administration, 2019. Hospital eTool: Clinical laboratory. <https://www.osha.gov/etools/hospitals/laboratory/osha-laboratory-standard> [Son erişim tarihi: 29.07.2024]
- Olçay, Z., Temur, S., ve Sakalli, A., 2021. A research on the knowledge level and safety culture of students taking occupational health and safety course. *Cypriot Journal of Educational Sciences*, 16(1):187-200.
- Olive, D., 2003. Linear Regression Analysis. *Technometrics*, 45(4):362-363.
- Olson, R., Grosshuesch, A., Schmidt, S., Gray, M. ve Wipfly, B., 2009. Observational Learning and Workplace Safety: The Effects of Viewing The Collective Behavior of Multiple Social Models on the Use of Personal Protective Equipment. *Journal of Safety Research*, 40(5):383-387.
- Ozlu, A., 2018. 1701g Public health approach in occupational health and safety services/turkey example. *Occupational and Environmental Medicine*, 75(2):417-418.
- Özbilgin, F., 2023. İris Görüntüleri Kullanılarak Makine Öğrenmesi ile Koroner Arter Hastalığının Tespiti. Yüksek lisans tezi, On Dokuz Mayıs Üniversitesi, Samsun, 113 s.
- Pedrycz, W., Lee, D., & Pizzi, N., 2010. Representation and classification of high-dimensional biomedical spectral data. *Pattern Analysis and Applications*, 13(4):423-436.
- Peng, H., Bilal, M., ve Iqbal, H., 2018. Improved Biosafety and Biosecurity Measures and/or Strategies to Tackle Laboratory-Acquired Infections and Related Risks. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15(12):1-13.
- Pichler, W., 2006. Adverse side-effects to biological agents. *Allergy*, 61(8):912-920.
- Qi, X. ve Luo, R., 2014. Sparse principal component analysis in hilbert space. *Scandinavian Journal of Statistics*, 42(1):270-289.
- Räty, M., ve Kangas, A., 2012. Comparison of k-MSN and kriging in local prediction. *Forest Ecology and Management*, 263(1):47-56.
- Raychaudhuri, S., Stuart, J. M., ve Altman, R. B., 1999. Principal components analysis to summarize microarray experiments: application to sporulation time series. *Biocomputing 2000*, Hawaii, USA.

- Robson, L., Stephenson, C., Schulte, P., Amick, B., Irvin, E., Eggerth, D., Chan, S., Bielecky, A., Wang, A., Heidotting, T., Peters, R., Clarke, J., Cullen, K., Rotunda, C., ve Grubb, P., 2012. A systematic review of the effectiveness of occupational health and safety training. *Scandinavian journal of work, environment & health*, 38(3):193-208.
- Rose, A., ve Rae, W., 2018. Personal Protective Equipment Availability and Utilization Among Interventionalists. *Safety and Health at Work*, 10(2):166-171.
- Rutala, W., & Weber, D., 2004. Disinfection and sterilization in health care facilities: what clinicians need to know. *Clinical infectious diseases: an official publication of the Infectious Diseases Society of America*, 39(5):702-709.
- Sabancı University, 2016. *Laboratory Safety Handbook First Edition*, Yıldız Matbaa, İstanbul, 173s.
- Sağlık Bakanlığı, 2019. *Laboratuvar Güvenliği El Kitabı*.
https://www.selcuk.edu.tr/contents/veteriner/icerik/50536/Laboratuvarla%20%C4%B0SG%20Elkitab%C4%B1_638137106407622373.pdf [Son erişim tarihi: 29.07.2024]
- Sánchez, A., Iglesias-Rodríguez, F., Fernández, P., ve Juez, F., 2016. Applying the K-nearest neighbor technique to the classification of workers according to their risk of suffering musculoskeletal disorders. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 52:92-99.
- Savcı, C., Şerbetçi, G., ve Kiliç, Ü., 2018. Status of Health Discipline Students to Receive Training on Occupational Health and Safety and Exposure to Occupational Accident. *Journal of Health and Nursing Management*, 5(1):36-47.
- Schober, P., Boer, C., ve Schwarte, L., 2018. Correlation Coefficients: Appropriate Use and Interpretation. *Anesthesia & Analgesia*, 126(5):1763–1768.
- Schuerger, C., Abdulla, S., & Puglisi, A., 2022. Mapping Biosafety Level-3 Laboratories by Publications. <https://cset.georgetown.edu/publication/mapping-biosafety-level-3-laboratories-by-publications/> [Son erişim tarihi: 01.08.2024]
- Sevim, M., ve Güranlı, G.E., 2018. İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği (İSİG) Sisteminin İnşaat Uygulama İş Programına Entegrasyonu. *Beykent Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 11(2):19-33.
- Shah, I. A., ve Mishra, S., 2024. Artificial intelligence in advancing occupational health and safety: an encapsulation of developments. *Journal of Occupational Health*, 66(1):1-12.
- Siirtola, H., Säily, T., ve Nevalainen, T., 2017. Interactive principal component analysis. 21st International Conference Information Visualisation (IV). London, UK.
- Singh, N., Tang, Y., ve Ogunseitan, O., 2020. Environmentally Sustainable Management of Used Personal Protective Equipment. *Environmental Science & Technology*, 54(14):8500-8502.
- Soltanzadeh, A., Heidari, H., Hoseini, Z., Sorooshnia, M., ve Rahimifard, H., 2021. Safety Risk Assessment in Medical and Paramedical Education Laboratories. *Archives of Occupational Health*, 5(2):971-979.
- Song, Y., Liang, J., Lu, J., ve Zhao, X., 2017. An efficient instance selection algorithm for k nearest neighbor regression. *Neurocomputing*, 251(C):26-34.

- Song, Y., Zhang, L., ve Wang, W., 2022. An Analysis of the Effect of Personal Protective Equipment (PPE) Training Based on the Information–Motivation–Behavior Skills Model in the Practice of COVID-19 PPE Application. *Infection and Drug Resistance*, 15(1):4829-4835.
- Sudiana, K., 2022. Handbook of Occupational Safety and Health as a Guiding Supplement for Occupational Safety and Health in Chemical Laboratory. *International Journal of Natural Science and Engineering*, 6(3):99-109.
- Sun, H., Zhao, J., Wang, W., ve Gao, Z., 2011. Research on Thermal Comfort in HVAC Laboratory. *Applied Mechanics and Materials*, 148(149):1122-1126.
- Sürmeli, H. ve Şahin, F., 2009. Üniversite Öğrencilerinin Genetik Mühendisliği ile ilgili Biyoetik Görüşleri: Genetik Testler ve Genetik Tanı. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 7(2):119-132.
- Taber, K., 2017. The Use of Cronbach's Alpha When Developing and Reporting Research Instruments in Science Education. *Research in Science Education*, 48(1):1273-1296.
- Takahashi, K., Yamamoto, K., Kuchiba, A., ve Koyama, T., 2021. Confidence interval for micro-averaged F1 and macro-averaged F1 scores. *Applied intelligence*, 52(2):4961-4972.
- Tirabasso, A., Giovanni, R., Nataletti, P., ve Marchetti, E., 2023. Comparison of Anti-Vibration Glove Performances in the Laboratory and in the Field: Similarities and Differences. *ICHAV 2023-15th International Conference on Hand-Arm Vibration*, Nancy, France.
- Turan, İ., Şimşek, Ü. ve Aslan. H., 2015. Eğitim Araştırmalarında Likert Ölçeği ve Likert-Tipi Soruların Kullanımı ve Analizi. *Sakarya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, (30):186-203.
- Uddin, S., Haque, I., Moni, M. A., ve Gide E., 2022. Comparative performance analysis of K-nearest neighbour (KNN) algorithm and its different variants for disease prediction. *Scientific Reports*, 12(1):1-11.
- Ural, K. ve Kılıç, İ., 2011. Bilimsel Araştırma Süreci ve SPSS ile Veri Analizi. Detay Yayıncılık, Ankara, 253s.
- Uymaz, P. ve Ozpınar, S., 2021. Occupational Accidents and Near-Miss Events in the Internal Medicine Services: Turkey Sample in University Hospital. *International Journal Of Endocrinology*, 17(6):520-529.
- Vaquero, M., Gómez, P., Romero, M., ve Casal, M., 2003. Investigation of biological risk in mycobacteriology laboratories: a multicentre study.. *The international journal of tuberculosis and lung disease : the official journal of the International Union against Tuberculosis and Lung Disease*, 7(9):879-85 .
- Verbeek, J., Rajamaki, B., Ijaz, S., Tikka, C., Ruotsalainen, J., Edmond, M., Sauni, R., ve Balci, F., 2019. Personal protective equipment for preventing highly infectious diseases due to exposure to contaminated body fluids in healthcare staff. *The Cochrane database of systematic reviews*, 4(4):1-16.

- Verma, P., 2020. Biomedical Waste Management in Laboratory. *Medical Science and Technology*, 9(1):1-6.
- Vikri, N. M. J. ve Rohmah, R., 2022. Penerapan fungsi exponential pada pembobotan fungsi jarak euclidean algoritma k-nearest neighbor. *Generation Journal*, 6(2):57-64.
- Yusuf, M., Haqi, D., Alayyannur, P., Dwiyantri, E., ve Laili, R., 2019. Risk Analysis of Accidents and Occupational Disease in Ohs (Occupational Health and Safety) Laboratory. *Indian Journal of Public Health Research & Development*, (10)7:884-888.
- Wahab, N., Aqila, N., Isa, N., Husin, N., Zin, A., Mokhtar, M., ve Mukhtar, N., 2021. A Systematic Review on Hazard Identification, Risk Assessment and Risk Control in Academic Laboratory. *Journal of Advanced Research in Applied Sciences and Engineering Technology*, 24(1):47-62.
- Wang, L., Tang, X., Zhang, J., ve Guan, D., 2018. Correlation Analysis for Exploring Multivariate Data Sets. *IEEE Access*, 6(1):44235-44243.
- Wazirali, R., 2020. An Improved Intrusion Detection System Based on KNN Hyperparameter Tuning and Cross-Validation. *Arabian Journal for Science and Engineering*, 45(2):10859-10873.
- World Health Organization, 2020. Laboratory biosafety manual. <https://www.who.int/publications/i/item/9789240011311> [Son erişim tarihi:29.07.2024]
- Xiong, R., ve Tang, P., 2021. Pose guided anchoring for detecting proper use of personal protective equipment. *Automation in Construction*, 130(9):1-17.
- Yavuz, S., 2021. Examination Of The Perception Levels Of Employees In Health Institutions In Terms Of Occupational Health And Safety. *International Journal of Social Humanities Sciences Research*, 8(71):1373-1384.
- Yeganeh, A., Reichard, G., McCoy, A., Bulbul, T., ve Jazizadeh, F., 2018. Correlation of ambient air temperature and cognitive performance: A systematic review and meta-analysis. *Building and Environment*, 143(1):701-716.
- Zasada, A., 2015. Selection of disposable personal protective equipment for work with samples containing highly pathogenic microorganisms. *Medycyna doświadczalna i mikrobiologia*, (67)2:141-147.
- Zhang, S., Cheng, D., Deng, Z., Zong, M., ve Deng, X., 2017. A novel kNN algorithm with data-driven k parameter computation. *Pattern Recognit. Lett.*, 109(4):44-54.
- Zhang, Y., Liu, T., Li, K., ve Zhang, J., 2017. Improved visual correlation analysis for multidimensional data. *J. Vis. Lang. Comput.*, 41:121-132.
- Zubareva, I., Mitina, N., ve Malynovska, N., 2022. General Rules For Safe Work With Biological Agents. *Ukrainian Journal of Civil Engineering and Architecture*, 5(11):43-50.

ÖZGEÇMİŞ

Vedat CANER, ilköğretim ve lise öğrenimini Van’da tamamladı. 2010-2011 yılları arasında Orta Doğu Teknik Üniversitesi’nde İngilizce Hazırlık eğitimi aldı. 2016 yılında İstanbul Yeni Yüzyıl Üniversitesi’nde Moleküler Biyoloji ve Genetik lisansı ile beraber İş Sağlığı ve Güvenliği yandal programından mezun oldu. 2017 yılında iş sağlığı ve güvenliği alanında tezsiz yüksek lisans ve 2018 yılında yine aynı alanda tezli yüksek lisans mezuniyetlerini İstanbul Yeni Yüzyıl Üniversitesi’nde tamamladı. 2020 yılından itibaren İstanbul Beykent Üniversitesi’nde İş Sağlığı ve Güvenliği Programında Öğretim Görevlisi olarak çalışmaktadır.







EKLER



Tezin bu bölümünde, saha araştırmasında kullanılan veri formu, araştırmaya katılan laboratuvar personellerine imzalatılan bilgilendirilmiş onam formu, etik kurul onayı ve bilimsel araştırma izni paylaşılacaktır.

Ek. A. Araştırma Veri Formu

GENETİK HASTALIK VE TANI MERKEZLERİ KONTROL LİSTESİ		Kesinlikle Yapılıyor	Yapılıyor	Kararsızım Emin Değilim	Bazen / Ara Sıra Yapılıyor	Nadiren Yapılıyor	Yapılmıyor	Kesinlikle Yapılmıyor
FİZİKSEL GÜVENLİK - RADYASYON GÜVENLİĞİ	Laboratuvarda fiziksel risk etmenlerine karşı (ısı, nem, havalandırma, aydınlatma, gürültü, basınç, titreşim) periyodik olarak ortam ölçümleri yaptırılır ve çalışmalar mevzuatta belirtilen sınırlara uygun olarak gerçekleştirilir							
	Laboratuvarda radyasyon tehlikesini sınırlayan önlemler alınır							
	Laboratuvar personeli iyonlaştırıcı olmayan radyasyondan korunmada dikkat etmesi gereken hususları bilir							
	Laboratuvar personeli iyonlaştırıcı radyasyondan korunmada dikkat etmesi gereken hususları bilir							
KİMYASAL GÜVENLİK	Laboratuvarda kullanılan kimyasal maddelerin kullanımından önce etiketleri okunur							
	ABD Ulusal Yangınlardan Korunma Kurumu (NFPA) yapılan tehlike sınıflandırmasına dikkat edilerek kimyasallarla çalışma yürütülür							

Bir kimyasal madde ile çalışmaya başlamadan önce Güvenlik Bilgi Formları (SDS) gözden geçirilir ve bu dokümanlar çalışanların kolayca ulaşabileceği yerlerde bulunur							
Risk değerlendirmesi sonucu uygun önlemlerin alınabilmesi için laboratuvarların güvenlik seviyeleri belirlenmektedir							
Laboratuvarda uyulması gereken kimyasal güvenlik kuralları tüm laboratuvar personeli tarafından bilinmektedir							
Kimyasal maddelerin taşınması sırasında dikkat edilmesi gereken hususlar laboratuvar personeli tarafından uygulanmaktadır							
Kimyasal maddelerin depolanması sırasında güvenliği sağlamak için uyulması gereken kurallar laboratuvar personeli tarafından uygulanmaktadır							
Peroksit oluşturabilecek kimyasal maddelerle çalışırken dikkat edilmesi gerekenler laboratuvar personeli tarafından bilinmektedir							
Kimyasal madde depolarının ve atık kimyasal madde depolarının resmi olarak atanmış depo sorumluları görevlerini yerine getirir ve depo envanterinin tutulmasını düzenli olarak takip eder							

	Kimyasal madde dökülme kitleri herkesin ulaşabileceği yerlerde bulundurulur ve kullanım talimatı kolayca görülebilecek yerlere asılır ve ilgili mevzuata uygun olarak kullanılır						
	Birbiri ile karıştırılacak veya depolanacak kimyasal maddelerin geçimlilik durumları değerlendirilir						
	Laboratuvarlarda kimyasal maddelerin kullanımı sırasındaki uygulama ve prosedürlerin doğru şekilde gerçekleştirilmesini amaçlayan Kimyasal Hijyen Planı (KHP) takip edilir						
BIYOGÜVENLİK	Laboratuvarın çalıştığı mikroorganizmaların risk gruplarına göre gerekli uygulamaları ve korunma kriterlerini içeren Biyogüvenlik Düzeyleri (BD) belirlenir ve düzey özelliklerine uygun güvenlik ekipmanları kullanılır						
	Laboratuvardaki fiziksel tehlikeler, kimyasal tehlikeler ve biyolojik tehlikeler tanımlanır ve bunlara karşı kontrol önlemleri alınır.						
	Laboratuvarda biyogüvenlik uygulamaları süreklilik arz eder						
	Biyogüvenlik kabinleri amaca uygun seçilir ve laboratuvarda doğru konumlandırılır. Kabin bakımları düzenli olarak yapılır						
	Dekontaminasyon-Dezenfeksiyon-Sterilizasyon kontroller düzenli olarak yapılır ve kayıt altına alınır						

	Laboratuvar personeli otoklav işleminde dikkat edilecek hususları bilir						
	Laboratuvar çalışmaları Biyolojik Etken Dökülme Kiti kullanılarak yapılır. Kit içerisinde bulundurulması gereken malzemeler kontrol edilir						
	Laboratuvarda çalışılan patojenlerin ve oksinlerin kaza ile saçılmasını önlemek için Biyoemniyet sistemik yaklaşımı benimsenir ve biyoemniyet programının yürütülmesi için biyoemniyet sorumlusu atanır						
LABORATUVAR KAZALARI VE İLK YARDIM	Laboratuvar personeli fiziksel şoklarda yapılması gereken ilk yardım uygulamaları hakkında eğitim alır						
	Laboratuvar personeli elektrik şoklarında yapılması gereken ilk yardım uygulamaları hakkında eğitim alır						
	Laboratuvar personeli patlamalar ve yangınlarda yapılması gereken ilk yardım uygulamaları hakkında eğitim alır						
	Laboratuvar personeli kesikler ve yaralanmalarda yapılması gereken ilk yardım uygulamaları hakkında eğitim alır						
KİŞİSEL KORUYUCU	Laboratuvarlarda kullanılan kişisel koruyucu donanımların seçimi risk değerlendirmesi neticesine göre belirlenir						

	Laboratuvar personellerine kişisel koruyucu donanımlar zimmet tutanağı ile teslim edilir						
	Laboratuvar personeli laboratuvar önlüğünün kullanımı sırasında dikkat etmesi gerekenleri bilir						
	Laboratuvarda eldiven seçiminde ve kullanımında dikkat edilecek hususlar bilinir ve gözetilir						
	Maske ve respiratörler yapılacak işteki tehlikeye uygun olarak seçilir						
	Yüz ve göz koruyucuları biyolojik, kimyasal, mekanik ve radyasyon kaynaklı tehlikelerin bulunduğu laboratuvar ortamında sürekli olarak kullanılır						
	Laboratuvar personeli kişisel koruyucu donanımı giyme ve çıkarma konusunda dikkat etmesi gerekenleri bilir						
ATIK YÖNETİMİ	Laboratuvarda atık yönetimi süreci personel tarafından bilinir						
	Evsel Nitelikli Atıklar, Ambalaj Atıkları, Tıbbi Atıklar, Tehlikeli Kimyasal Atıklar ve Radyoaktif Atıklar ile ilgili toplanma, depolama ve bertaraf işlemleri proseslere uygun olarak yürütülür						
	Tehlikeli kabul edilen atıkların tehlike kodu ve özellikleri laboratuvar personeli tarafından bilinir						
	Laboratuvarda oluşan tehlikeli atıklar maksimum 5 L'lik kimyasal maddeye dayanıklı atık bidonlara ayrıştırılıp toplanarak uygun etiketleme ve kodlamalar yapılır						
	Tehlikeli kimyasal atık toplama uygulamalarında laboratuvar çalışanı sorumluluklarını bilir						

RİSK YÖNETİMİ	Laboratuvar risk yönetimi ve organizasyonu prosedürü oluşturulur							
	Laboratuvar personeli mevcut tehlikeleri tanımlar							
	Laboratuvar personeli riski tahmin eder							
	Laboratuvar personeli riskleri değerlendirir							
	Laboratuvar personeli kontrol önlemlerini tespit eder							
	Yönetimle ilgili kontroller gerçekleştirilir							
	Laboratuvar da kişisel korunma önlemleri uygulanır							
	Laboratuvar da kontrol önlemleri yerine getirilir							
	Risk yönetimi süreci ile ilgili izleme ve gözden geçirme yapılır							

Ek. B. Bilgilendirilmiş Onam Formu

Bu formun amacı katılmanız rica edilen araştırma ile ilgili olarak sizi bilgilendirmek ve katılmanız ile ilgili izin almaktır.

Bu kapsamda “İstanbul’daki Genetik Hastalık Tanı Merkezlerinin İş Sağlığı ve Güvenliği Düzeylerinin Araştırılması” başlıklı araştırma “Vedat CANER” tarafından **gönüllü katılımcılarla** yürütülmektedir. Araştırma sırasında sizden alınacak bilgiler gizli tutulacak ve sadece araştırma amaçlı kullanılacaktır. Araştırma sürecinde konu ile ilgili her türlü soru ve görüşleriniz için aşağıda iletişim bilgisi bulunan araştırmacıyla görüşebilirsiniz. Bu araştırmaya **katılmama** hakkınız bulunmaktadır. Aynı zamanda çalışmaya katıldıktan sonra çalışmadan **çıkabilirsiniz**. Bu formu onaylamanız, **araştırmaya katılım için onam verdiğiniz** anlamına gelecektir.

Araştırmayla İlgili Bilgiler:

Araştırmanın Amacı: Bu çalışmada, genetik hastalık tanı merkezleri (GHTM) laboratuvarlarında risk yönetimi çerçevesinde belirlenen tehlike ve risklerin önlenmesinde yapay zeka uygulamasının bu sürece nasıl entegre edileceğinin araştırılması amaçlanmıştır.

Araştırmanın Nedeni: Bu alanda yeterli sayıda çalışma olmadığı için, araştırma sonuçlarının literatüre önemli katkılar da sağlayacağı öngörülmektedir.

Süresi: 24 ay

Araştırmanın Yürütüleceği Yer: İSTANBUL

Çalışmaya Katılım Onayı:

Katılmam beklenen çalışmanın amacını, nedenini, katılmam gereken süreyi ve yeri ile ilgili bilgileri okudum ve gönüllü olarak çalışma süresince üzerime düşen sorumlulukları anladım. Çalışma ile ilgili ayrıntılı açıklamalar sözlü olarak araştırmacı tarafından yapıldı. Bu çalışma ile ilgili faydalar ve riskler ile ilgili bilgilendirildim.

Bu araştırmaya kendi isteğimle, hiçbir baskı ve zorlama olmaksızın katılmayı kabul ediyorum.

Katılımcının (Islak imzası ile):

Adı-Soyadı:

İmzası:

Araştırmacının:

Adı-Soyadı: Vedat CANER

E-posta:

İmzası:

Ek. C. Bilimsel Araştırma Platformu İzni

Vedat CANER

Kimden: Bilimsel Araştırma Başvurusu <portal@saglik.gov.tr>
Gönderme Tarihi: January 7, 2022, Friday 6:50 PM
Kime: Vedat CANER
Konu: Bilimsel Araştırma Başvurusu

Sayın İlgili,
Bilimsel Araştırma Platformuna yapmış olduğunuz başvuru incelenmiştir.
Bu çalışmayı yapmanız Bakanlığımızca uygun olarak değerlendirilmiştir. Araştırmanızın gerektirdiği diğer tüm süreçlerin (etik kurul, etik komisyon, faz çalışması, diğer izinler vb.) tamamlanması konusunda araştırmacı/lar sorumludur.
Açıklama :
Form Adı : VEDAT CANER-2022-01-05T12_16_21
Başvuru Formu için [tıklayınız](#).

Başvuru Formunuzu <https://bilimselarastirma.saglik.gov.tr/> adresinden görüntüleyebilirsiniz.
İlginiz ve katkılarınızdan dolayı teşekkür ederiz.

T.C. Sağlık Bakanlığı

Sağlık Hizmetleri Genel Müdürlüğü

Not: Bu ileti Bilimsel Araştırmanızın Değerlendirilmesinin tamamlanması nedeniyle sistem tarafından otomatik gönderilmiştir. Lütfen bu iletiyi cevaplamayınız.

YASAL UYARI:

Bu e-postanın içerdiği bilgiler (ekleri de dahil olmak üzere) gizlidir. T.C. Sağlık Bakanlığı onayı olmaksızın içeriği kopyalanamaz, üçüncü kişilere açıklanamaz veya iletilmez. Bu mesajın gönderilmek istendiği kişi değilseniz (ya da bu e-postayı yanlışlıkla aldıysanız), lütfen yollayan kişiyi haberdar ediniz ve mesajı sisteminizden derhal siliniz. T.C. Sağlık Bakanlığı bu mesajın içerdiği bilgilerin doğruluğu veya eksiksiz olduğu konusunda bir garanti vermemektedir. Bu nedenle, bilgilerin ne şekilde olursa olsun içeriğinden, iletilmesinden, alınmasından ve saklanmasından T.C. Sağlık Bakanlığı sorumlu değildir. Bu mesajın içeriği yazarına ait olup, T.C. Sağlık Bakanlığı görüşlerini içermeyebilir.

Bu e-posta bizce bilinen tüm bilgisayar virüslerine karşı taranmıştır.

DISCLAIMER:

This e-mail (including any attachments) may contain confidential and/or privileged information. Copying, disclosure or distribution of the material in this e-mail without the permission of Ministry of Health of Turkey is strictly forbidden. If you are not the intended recipient (or have received this e-mail in error), please notify the sender and delete email from your system immediately. Ministry of Health of Turkey makes no warranty as to the accuracy or completeness of any information contained in this message and hereby excludes any liability of any kind for the information contained therein or for the information transmission, reception, storage or use of such in any way whatsoever. Any opinions expressed in this message are those of the author and may not necessarily reflect the opinions of Ministry of Health of Turkey.

This e-mail has been scanned for all computer viruses known to us.

Ek. D. Etik Kurul Onayı

T.C. ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ GİRİŞİMSSEL OLMAYAN KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU

Toplantı Sayısı	Tarih
119	4 Şubat 2022

KARAR NO 47- Fen Bilimleri Enstitüsü İş Sağlığı ve Güvenliği Anabilim Dalı'nda, Prof. Dr. Ferdi Tanır yönetiminde, Vedat Caner tarafından yürütülmesi öngörülen, "Genetik Hastalık Tanı Merkezlerinin Risk Yönetimi Çerçevesinde Yapay Zeka Uygulamasının Değerlendirilmesi: İstanbul İli Örneği" başlıklı yüksek lisans tez projesi araştırma etiği yönünden değerlendirildi. Toplantıya katılan üyelerin oybirliğiyle uygun olduğuna karar verildi.

BAŞKAN	Prof Dr Selim Kadioğlu Tıp Tarihi ve Etik Anabilim Dalı
ÜYELER	Prof Dr Davut Alptekin Tıbbi Biyoloji Anabilim Dalı
	Prof Dr Dinçer Yıldızdaş Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Anabilim Dalı
	Prof Dr Gülşah Seydaoğlu Biyoistatistik Anabilim Dalı
	Prof Dr Gürhan Sakman Genel Cerrahi Anabilim Dalı
	Doç Dr Zehra Hatipoğlu Anesteziyoloji ve Reanimasyon Anabilim Dalı
	Doktor Öğretim Üyesi Yasemin Saygıdeğer Göğüs Hastalıkları Anabilim Dalı
	Av Simay Sönmezates Hukukçu Üye
	Dr Neşe Kayrın Kurum Dışı Üye

Çukurova Üniversitesi Tıp Fakültesi Dekanlık Binası, Balcalı 01330 Adana
Telefon: 0322 338 60 60 dahili 3465, Faks: 0322 338 67 22

Ek. E. İstanbul İlindeki Genetik Hastalık Tanı Merkezleri Listesi

	İLÇE	KURULUŞ ADI	MESUL MÜDÜR	ADRES
1	ATAŞEHİR	Özel Acıbadem Labmed GHTM	Ceyhan SAYAR	İçerenköy Mah. Kayışdağı Cad. No:32
2	BAKIRKÖY	Özel NGC Genetik Hastalıkları Tanı Merkezi	Emre TEPELİ	Ataköy 7-8-9-10. Kısım Mah. Çobançeşme E5 Yan Yol Cad. A Blok No:20/1/79
3	BAKIRKÖY	Dr. Sadi Konuk EAH GHTM	Bülent UYANIK	Zuhuratbaba Mah. Tevfik Sağlam Cad. No:11
4	BEŞİKTAŞ	İstanbul Genetik Grubu Genetik Hastalıklar Tanı Merkezi	Rıdvan Seçkin ÖZEN	Türkali Mah. Nüzhetiye Cad. No:38/A
5	BEŞİKTAŞ	Özel Gayrettepe Florance Nightingale Genetik Hastalıkları Tanı Merkezi	Kanay YARARBAŞ	Cemil Aslan Güder Sok. No:8
6	BEŞİKTAŞ	Özel Genekor Genetik Hastalıkları Değerlendirme Merkezi	Aysun ÇİLİNGİR	Vişnezade Mah. Hüsrev Gerede Cad. Yamaç Apt. 37/B
7	BEYKOZ	Özel Medipol Üniversitesi GHTM	Muhammed İkbâl ALP	Kavacık Mah. Ekinciler Cad. No:19
8	EYÜPSULTAN	Özel Donagen GHTM	Murat BÜYÜKDOĞAN	İstanbul Cad. Telekom Sok. Arcadium 1. Kat No:10
9	FATİH	Bezmialem Vakıf Üniversitesi Genetik Hastalıkları Tanı Merkezi	İbrahim Arif KOYTAK	Adnan Menderes Bulvarı Vatan Caddesi
10	FATİH	İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Tıp Fakültesi GHTM	Mehmet SEVEN	Cerrahpaşa Mah. Kocamustafapaşa Cad. 34098
11	GAZİOSMANPAŞA	Yeni Yüzyıl Üniversitesi Özel Gaziosmanpaşa Hastanesi GHTM	Sedat AZAK	Cukurçeşme Cad. No:51
12	KADIKÖY	Özel Gelişim Genetik Hastalıkları Tanı Merkezi	Kemal KURTCU	Zühtüpaşa Mah. Bağdat Cad. No:28/6-7

13	KADIKÖY	Özel Yeditepe Üniversitesi GHTM	Ayşegül KUŞKUCU	İbrahim Ağa Mah. Köftüncü Sok. No:87/1 Acıbadem
14	KAĞITHANE	Özel Biruni GHTM	Remin AKÇAY TAN	Yıldız Pasta Cad. No:26
15	KÜÇÜKÇEKMECE	Kanuni Sultan Süleyman Eğitim ve Araştırma Hastanesi Genetik Hastalıkları Tanı Merkezi	Elif YILMAZ GÜLEÇ	Atakent Mah. Turgut Özal Cad. No:1
16	PENDİK	Marmara Üniversitesi Genetik Hastalıklar Tanı Merkezi	Belgin Bilge GEÇKİNLİ	Fevzi Çakmak Mah. Muhsin Yazıcıoğlu Cad. No:10
17	PENDİK	Özel LES Mikrogen GHTM	Volkan BALTACI	Yeşilbağlar Mah. Selvili Sok. No:2/2 İç Kapı No:3
18	ŞİŞLİ	Özel Gen Klinik Genetik Hastalıkları Tanı Merkezi	Ümit AYDOĞAN	Halaskargazi Cad. Menekşe Apt. No:155/2
19	ŞİŞLİ	Özel Nesiller GHTM	Gülay ÖZGÖN	19 Mayıs Mahallesi Çoruh Sokak No:32/1 Fulya
20	ŞİŞLİ	Özel DNA Laboratuvarları GHTM	Mehmet AKGÜL	Teşvikiye Mah. Hakkı Yeten Cad. Vital Fulya Plaza No:23
21	ŞİŞLİ	Özel Genetiks Genetik Hastalıkları Tanı Merkezi	Hakan BERKİL	Teşvikiye Mah. Hakkı Yeten Cad. Teras Fulya Sit. Center 2 Apt. No:13/4
22	ŞİŞLİ	Özel Düzen GHTM	Bora ALTINYUVA	Gülbahar Mah. Avni Dilligil Sk. Çelik İş Merkezi A Blok No:11/1
23	ŞİŞLİ	Özel Memorial Hastanesi GHTM	Şevket Ergun ŞENEL	Kaptan Paşa Mah. Piyale Paşa Bulvarı, Okmeydanı Cd. No:4
24	ŞİŞLİ	Özel Premed GHTM	Tahir DEHGAN	Fulya Mah. Ortaklar Cad. Bahçeler Sok. No:20/1 D:7/8
25	ŞİŞLİ	Özel ELAB GHTM	Ahmet BOZKIR	Esentepe Mah. Dergiler Sok. No:7

26	ÜMRANIYE	Ümraniye EAH Genetik Hastalıkları Tanı Merkezi	Özlem Akgün DOĞAN	Elmalıkent Mah. Adem Yavuz Cad. 34764
27	ÜSKÜDAR	Özel Bahçeci Genetik Hastalıkları Tanı Merkezi	Jülide Saliha JAFERLER	Altunizade Mah. Mahir İz Cad. No:31/198
28	ÜSKÜDAR	Zeynep Kamil Kadın ve Çocuk Hastalıkları Genetik Tanı Merkezi	Ali KARAMAN	Zeynep Kamil Mahallesi Dr. Burhanettin Üstünel Sokağı No:10
29	ZEYTİNBURNU	İstinye Üniversitesi GHTM	Zeynep OCAK	Maltepe Mah. Edirne Çırpıcı Yolu No:9
30	ZEYTİNBURNU	Koç Üniversitesi GHTM	Hülya KAYSERİLİ KARABEY	Maltepe Mah. Davutpaşa Cad. No:4