Breaking Bad mi Breaking Safe mi?

Kimyasal maddelerle çalışırken ortaya çıkabilecek riskleri popüler kültürden esinlenerek tartışmak; klasik laboratuvar güvenlik önlemlerini ve dijital risk yöntemi araçlarını karşılaştırarak “tehlikeyi önleme” yollarını keşfetmek.

Bedirhan Erkocaaslan

Ceren Nazlı Gültekin

Bilgenaz Kutlutürk

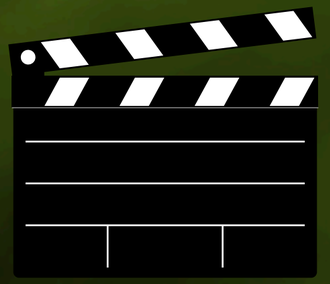
Ceren Aslantaş

Bugün size neler anlatacağız?

1-)Kimyasal Tehlikelerin Popüler Kültürdeki Yeri
2-)Geleneksel Laboratuvar Güvenlik Önlemleri
3-)Teknolojik Gelişmeler Işığında Labaratuvar Güvenlik Önlemleri
4-)Büyük Karşılaşma: Klasik ve Dijital Yöntemler

Popüler Kültürde Nerelerde Ele Alınıyor ?

- Dizilerde
- Filmlerde
- Sosyal medya içeriklerinde
- Edebî içeriklerde
- Reklamlarda
- Video oyunlarında








Breaking Bad

Karavan Laboratuvar

- Yeterli havalandırma ❌
- Yangın söndürme tüpü ❌
- Acil durum duşu ❌





Koruyucu Kıyafet, Maske Kullanımı ve Rahatlık

Sadece maske ve koruyucu tulum giymek hiçbir zaman yeterli değildir. Önemli olan doğru olanı doğru yerde giymektir.

Aynı zamanda laboratuvarda yiyecek ve içecek tüketmek yasaktır.

Kimyasal ve Kullanılan Kap Uyumu

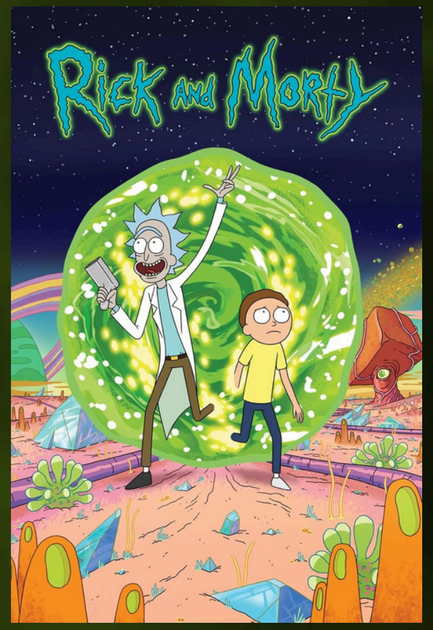


Kimyasalın özelliğine göre kap çeşidi ve malzemesi değişim göstermeli.

Test Etme

- Bakarak ❌
- Koklayarak ❌
- Verilerle analiz ederek ✅




Rick and Morty


SPIDER-MAN
sony.com/Spider-Man


RESIDENT EVIL 2


PORTAL™

2-)Geleneksel Laboratuvar Önlemleri

Alt Başlıklarımız

1- Kişisel Koruyucu Donanımlar (KKD)
2- Mühendislik Kontrolleri ve Acil Müdahale Ekipmanları
3- Kimyasal Depolama ve Malzeme Güvenliği

Kişisel Koruyucu Donanımlar (KKD)



Kişisel koruyucu donanımlar, çalışanların sağlıklı ve güvenli olarak çalışmalarını sağlamak amacıyla,
gerek kaynağında kontrol altına alınamayan risklere karşı koruyucu olarak gerekse mevcut şartları
daha iyiye taşımak için kullanılan ürünlerdir.





KKD

Fiziksel temas halinde ilk savunma hattı





Mühendislik Kontrolleri ve Acil Mühadale Ekipmanları

Mühendislik Kontrolleri (Bariyerler):
Tehlikeyi kullanıcıdan ayıran sistemler.

Acil Müdahale Ekipmanları (Kaza Anı):
Kontrol dışı durumlarda kullanılacak donanımlar.

Mühendislik Kontrolleri

Biyogüvenlik Kabinleri



Çeker Ocak (Fume Hood)



Otomatik Otoklav ve Atık Sterilizasyon Sistemleri



Acil Müdahale Ekipmanları (Kaza Anı)

Kombine Acil Durum Duş ve Göz Yıkama İstasyonları



Biyolojik ve Kimyasal Döküntü Kitleri (Spill Kits)



Yangın Söndürme Ekipmanları (Yangın Tüpü ve Battaniyesi)

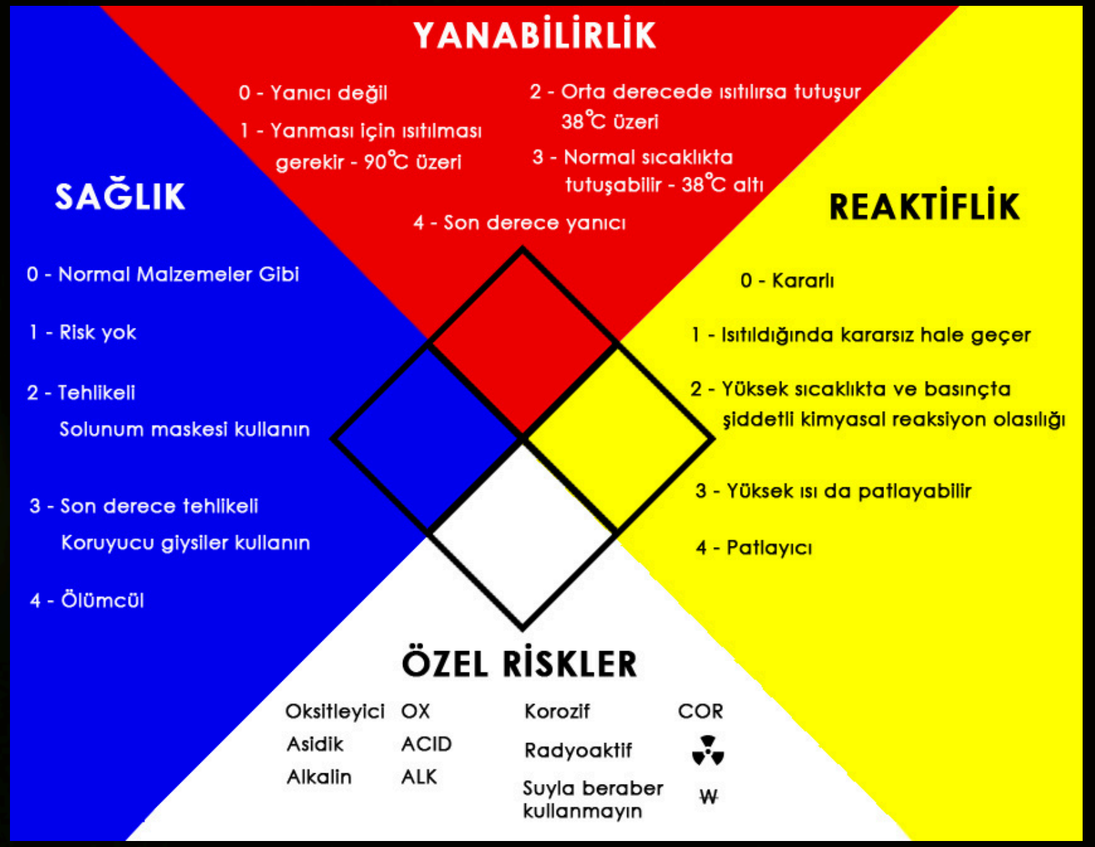




Kimyasal Depolama ve Malzeme Güvenliği

Malzeme Güvenlik Bilgi Formu (MSDS – Material Safety Data Sheet), kimyasal bir malzemenin içerdiği potansiyel tehlikeleri (sağlık, yangın, reaktivite ve çevresel) belirten ve bu kimyasal ürünler güvenli bir şekilde nasıl çalışılacağını gösteren bir belgedir.





Aynı zamanda kimyasalın tehlikeleri, kullanım, depolama, taşıma ve acil durum prosedürleri hakkında bilgiler içerir. MSDS ler malzeme hakkında malzemenin etiketinden daha çok bilgi vermektedir. MSDSler tedarikçi veya üretici firma tarafından hazırlanır.

Kimyasal Depolama Dolapları



Güvenlik Bilgi Formları (SDS / MSDS) İstasyonları





3-)Teknolojik Gelişmeler Işığında Laboratuvar Güvenlik Önlemleri

Konumuzun Alt Başlıkları

1- Teknolojinin Gelişmesiyle Birlikte Önlemlerde Nasıl Değişimler Oldu
2- Dijital Envanter Takip Sistemleri
3- Giyilebilir Akıllı Sensörler
4- Dijital İkizleri Teknolojisi
5- Yapay Zekanın Ekosistemdeki Rolü

Teknolojinin Gelişmesiyle Birlikte Önlemlerde Nasıl Değişimler Oldu

- Eskiden manuel olarak aldığımız önlemleri artık daha dijital platformlarda alabiliyoruz.
- Yaptığımız simülasyonlarla henüz fiziksel dünyada yaşanmamış hataları dijital dünyada görebiliyor ve bu verilere göre güvenlik önlemlerini alabiliyoruz. Yani daha riskler oluşmadan riskleri görebiliyor ve önlemini alabiliyoruz.
- Kurduğumuz Akıllı Laboratuvarlarla daha güvenli bir ortam sağlayabiliyoruz. Sunumumuzun devamında anlatacağımız tekniklerle Akıllı Laboratuvar dediğimiz teknolojiyle entegre laboratuvarlar oluşturuyoruz.

Dijital Envanter Takip Sistemleri

Nedir?
Laboratuvarlarda bulunan kimyasal maddelerin, hassas cihazların ve biyolojik örneklerin kimliklendirilerek, konumlarının bilgisayar yazılımlarıyla anlık olarak takip edilmesini sağlayan bir sistemdir.
Nasıl Çalışır?
Örneklerimizin üzerine yapıştırılan QR kodlarla ya da RFID(Radyo Frekansı ile tanımlama) sistemiyle veri tabanları oluşturulur. Sistem QR kodu ile oluşturulmuşsa: araştırmacı örnek üzerinde kodu okuttuğunda örneğin ismi, laboratuvardaki yeri gibi bilgilerin yanında ekranında örneğe dair tehlikeleri de görebilir. QR bilgilerinin girildiği program araştırmacıya “Örneğin tarihi geçmiş.” gibi bilgileri verebilir.

RFID sisteminde ise kullandığımız malzemelere mikroçip içeren RFID etiketleri yapıştırılır. Laboratuvarın tavanına ya da kapısına bu mikroçiplerden gelen verileri algılayabilecek bir alıcı yerleştirilir. Araştırmacının yaptığı bir hatada, mesela aynı dolaba konulmaması gereken iki kimyasalı aynı dolaba koymak, sistem araştırmacıyı uyarır. Bu uyarı RFID verilerini entegre ettiğimiz programa göre değişiklikler gösterebilir. Bazı programlar sesli ikaz yöntemini kullanırken bazıları ise laboratuvar dolabını kitleme gibi daha fiziksel önlemleri devreye sokar. Bu şekilde araştırmacının dikkatinden kaçan durumlar daha oluşum aşamasındayken engellenebilir.

RFID çip örneği



QR örneği



Giyilebilir Akıllı Sensörler

Dijital takip mekanizmaları daha örnek bazlı sistemlerdir. Yani aslında bize deneye daha başlamadan çıkabilecek sorunlar hakkında bilgi verir. Peki ya deney anında yaşayabileceğimiz sorunlar ne olacak? Bu noktada giyilebilir sensör sistemleri devreye girer.

Giyilebilir Sensör Nedir?

Giyilebilir sensörler, sensörün çeşidine göre belirli uyaranları algılayabilen küçük aletlerdir. Klasik laboratuvar yöntemlerinde gaz kaçakları, sıcaklık oynamaları gibi etkenler odanın geneline yerleştirilmiş ekipmanlar tarafından taranırken giyilebilir sensörler araştırmacının üstünde taşıyabileceği kadar küçük yapıda oldukları için deney anında olan bir sorunu, mesela gaz kaçağını, daha çabuk algılayabilir. Bu durum iş kazasının önüne geçmek için daha hızlı reaksiyon verilmesini sağlar.

Cilde Yapıştırılabilir Kimyasal Sensörler



Önlüğe Takılan Taşınabilir Gaz Dedektörleri



Dijital İkizler Teknolojisi

Nedir?

Dijital ikiz sistemi, belirli bir yapının bilgisayar düzleminde tıpa tıp aynısı olan bir kopyasının oluşturulmasıdır. Bizim konumuz kapsamında bu yapı deneylerimizi yaptığımız laboratuvarlardır.

İş Sağlığında Kullanımı

Oluşturulan bu kopya ile deneyler simüle edilebilir. Bu yöntem bakımından simülasyon teknolojilerine benzemektedir. Ancak simülasyon ayrılan önemli bir yanı fiziksel laboratuvar koşullarının dijital labaratuvara entegre edilmesi sayılabilir. Laboratuvarımız akıllı labaratuvarsa kullandığımız QR, RIFD ve akıllı sensör teknolojilerini dijital ikize programlar yardımıyla entegre edip deneyimizi sanal dünyada gerçekleştirebilir. Böylece çıkabilecek sıkıntıları daha deney başlamadan saptayabiliriz.

Dijital ikiz yöntemi genelde maliyet ve riski olan deneyleri daha güvenli yapmamızı sağlar. Bazı deneylerde örneklemlerimiz kısıtlı ve maliyeti yüksek olabilir. Bu yüzden deney ters gidebilecek bir ihtimalde tekrarlanması mümkün olmayabilir. Dijital ikiz teknolojisi sayesinde deney kazalarını ön görüp örneklerimizin boşa gitmemesini sağlama olasılığımızı yükseltebiliriz.

DİJİTAL İKİZ (DIGITAL TWIN) TEKNOLOJİSİ NEDİR?



Yapay Zekanın Ekosistemdeki Rolü

Yaşadığımız çağ artık teknolojik çipleri, simülasyon programlarını geçip bunları düşünebilen bir sistemde kurgulayabileceğimiz bir noktaya evrilmiş durumdadır. Yapay zekâ buradaki düşünebilen sistemimizi oluşturur. Şu ana kadar bahsettiğimiz teknolojik uygulamalar doğru entegrasyonlarla yapay zekâyla paralel çalıştırılabilir. Böylece sadece yanlış gidebilecek durumları öğrenmekle kalmayıp dijital bir ortamda analizini de yapabiliriz. Yapay zekâ hayatımıza girmeden önce aldığımız verilerin analizini kendimiz yapmak zorundayken artık bunu yapay zekâ yardımıyla yapabiliyoruz. Bu durum insan gözünden kaçabilecek analizlerin önüne geçip, hata payının düşürülmesinde yardımcı olur.

Bunun dışında laboratuvarda normal şartlarda ortaya çıkma ihtimali düşük olan ekstrem koşul durumlarına karşı da hazırlıklı olmamıza yardımcı olur. Çalıştığımız laboratuvarlar her geçen gün daha çok elektronikleşmektedir. Teknoloji insan hatasının önüne geçerken yeni bir sorun olan teknolojik hataları doğurmaktadır. Kullandığımız programlardaki yazılan kodun doğru çalışmaması, ya da elektronik aletlerde oluşan devre sıkıntıları teknolojik hatalara örnek olarak verilebilir. Bu teknolojik hatalar ekstrem durumları ortaya çıkarabilir. Mesela bir deneyin sıcaklığının 500 dereceyi bulması ihtimaller dahilinde değilken artık yaşanabilecek bir senaryo olduğunu düşünelim. Bu durumda yapay zekaya yazdığımız komutlarla akıllı laboratuvarımızda yapacağımız deneylerin ekstrem koşullarında ne yapmamız gerektiğine dair senaryolar elimizde hazır olur.

4-)Büyük Karşılaşma: Klasik ve Dijital Yöntemler





	Geleneksel yöntemler	Dijital yöntemler
Temel araçlar	Kişisel Koruyucu Donanımlar (KKD) çeker ocak, acil duş, göz banyosu	RFID, Qr kodlar, giyilebilir sensör, dijital ikiz
Reaksiyon süresi	İnsani refleksler (yavaş)	Bilgisayar temelli (hızlı)
Hata payı	Yüksek insan hatasına açık yorgunluk, dalgınlık, dikkat dağınıklığı, bilgisizlik	Minimum hata payı ama sistemsel yazılım hatasına açık
Pratiklik ve Maliyet	Düşük kurulum, yüksek kaza maliyeti ilk yatırım maliyeti ucuz, kaza anında oluşturduğu zarar (insan sağlığı, araç) yüksek	Yüksek yatırım, yüksek tasarruf ilk teknolojik yatırım maliyetlidir ancak önlenen kaza riskleri sayesinde uzun vadede (insan sağlığı, araç) kazançlıdır

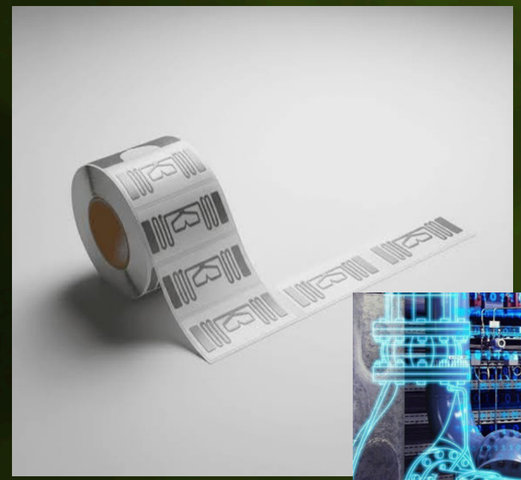
İki ekol birbirinin alternatifi mi, yoksa birer tamamlayıcı mı?

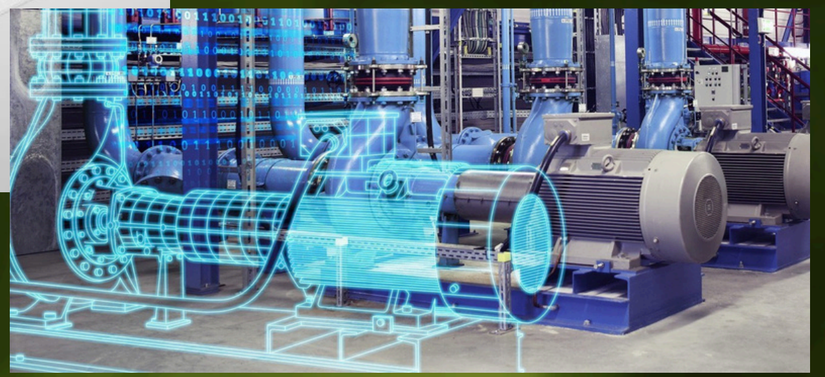
- Kişisel Koruyucu Donanımlar (KKD)
- Mühendislik Kontrolleri
- Acil Müdahale Ekipmanları (Kaza Anı)
- Dijital Envanter Takip Sistemleri
- Dijital İkizler Teknolojisi















Etiket yazılmaması

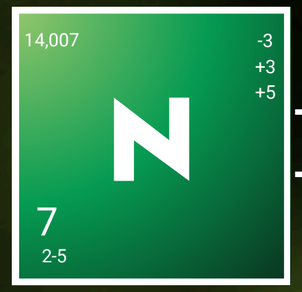


Prizde alet takılı kalması



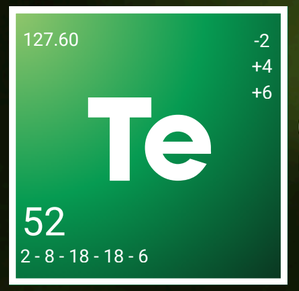
Eldiveni giyerken dikkatsizlik

Dİ

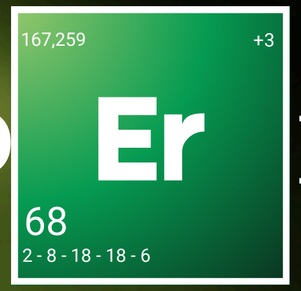


LEDİĞİNİZ

İÇİN



ŞEKKÜR ED



İZ

Kaynakça

- **Gilligan, V. (Yapımcı). (2008-2013). Breaking Bad [Televizyon dizisi]. Sony Pictures Television; AMC.**
- **https://www.imdb.com/title/tt0903747/mediaindex/?ref_=mv_close**
- **https://www.businessinsider.com/bryan-cranston-breaking-bad-grossest-scene-2014-4**
- **https://store.steampowered.com/app/883710/Resident_Evil_2/**
- **https://store.steampowered.com/app/400/Portal/?l=turkish**
- **Kişisel koruyucu donanımlar (KKD) kitabı. (t.y.). T.C. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı.**
- **Pinterest. (t.y.). Pinterest.**
- **Monolab. (t.y.). Fume hood systems**
- **University of California, Berkeley, Office of Environment, Health & Safety. (t.y.). Biological spill kits.**
- **ANBU Safety. (t.y.). *Fire blankets*.**
- **Amazon. (t.y.). Amazon.**
- **EKA Global. (t.y.). Malzeme güvenlik bilgi formu (MSDS) nedir?**
- **Kimyaca. (t.y.). Malzeme güvenlik bilgi formu.**
- **Labs USA. (t.y.). Safety cabinets.**
- **Justrite. (t.y.). Chemical storage guidelines for safety cabinets.**
- **Amazon Web Services.** (t.y.). What is a digital twin? AWS IoT TwinMaker. amazon.com
- **Amoozegar, A., & Khasawneh, M. T.** (2022). Industrial internet of things (IIoT) and wearable sensors for occupational health and safety: A comprehensive review. International Journal of Industrial Ergonomics, 91, Article 103348.
- **Bahrin, M. A. K., Rodzi, M. F., & Mohd, N.** (2023). Integration of RFID and QR code for real-time laboratory chemical inventory management system. Journal of Chemical Health and Safety, 30(4), 215–224.
- **Grieves, M., & Vickers, J.** (2017). Digital twin: Mitigating unpredictable, undesirable emergent behavior in complex systems. In F. J. Kahlen, S. Flumerfelt, & A. Alves (Eds.), Transdisciplinary perspectives on complex systems (pp. 85–113). Springer.
- **Honeywell International Inc.** (2024). Connected worker solutions: Gas detection and wearable safety technologies. Honeywell Safety and Productivity Solutions. honeywell.com
- **Khan, A. A., & Ahmad, S.** (2025). Artificial intelligence and predictive risk modeling for chemical laboratory safety protocols. Safety Science, 172, Article 106412.
- **Siemens AG.** (2024). The comprehensive digital twin: Transforming industry and R&D operations. Siemens Digital Industries. siemens.com
- **Technology Networks.** (2023, Ekim 12). Digital twins: Transforming laboratory operations for a smarter future
- [Video]. YouTube. youtube.com
- **Wang, J., & Zhang, Y.** (2026). Flexible and skin-like wearable chemical sensors for real-time ambient hazard detection in biochemical laboratories. Advanced Materials Technologies, 11(2), Article 2500123.