

TEKNOFEST

HAVACILIK, UZAY VE TEKNOLOJİ FESTİVALİ

İNSANLIK YARARINA TEKNOLOJİ YARIŞMASI

PROJE DETAY RAPORU

PROJE KATEGORİSİ: AFET YÖNETİMİ

PROJE ADI: BİYOMİMETRİK HAVA ÖRNEKLEM SİSTEMİ

TAKIM ADI: U MAY

Başvuru ID: #69519

TAKIM SEVİYESİ: ÜNİVERSİTE VE ÜSTÜ

İçindekiler

1. Proje Özeti (Proje Tanımı)
2. Problem/Sorun
3. Çözüm
4. Yöntem
5. Yenilikçi Yönü
6. Uygulanabilirlik
7. Tahmini Maliyet ve Proje Zaman Planlaması
8. Projenin Hedef Kitlesi (Kullanıcılar)
9. Riskler
10. Kaynaklar

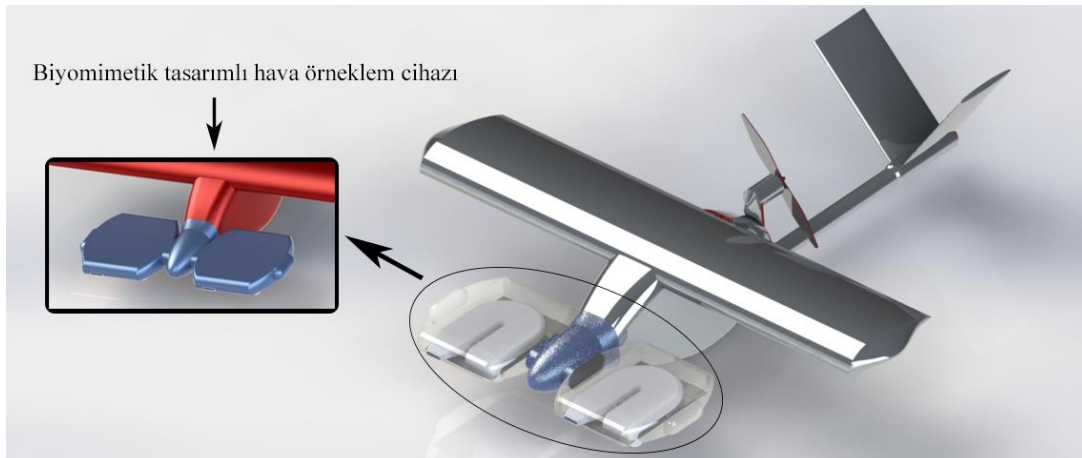


1. Proje Özeti (Proje Tanımı)

Geçmiş 2000 yıl boyunca birçok kez biyolojik ajanların kullanımı tarihsel kayıtlarda belirtilmiştir[1]. COVID-19 pandemisinin de olası bir biyosavunmaya yönelik eksiklikleri ortaya çıkarttığı aşikardır[2]. Bir biyoterörist saldırı durumunda en önemli adım olayın tanımlanmasıdır[3]. Bu nedendir ki; sabit lokasyon da hava örneklemeden ziyade, hareketli bir hava örnekleme cihazıyla atmosferin değişen irtifalarında örnekleme alınması olası bir biyo-saldırının daha erken tanımlanmasına olanak sağlayacaktır. Projemizin temel hedefi, atmosferin farklı irtifalarında hava örnekleme yapabilecek biyomimetik ilhamlı bir hava örnekleme cihazının geliştirilmesiyle biyolojik harp ajanlarının güvenilir ve hızlı örneklemeini sağlamaktır. Üzerinde çalıştığımız hava örnekleme cihazı, bir insansız hava aracının gövdesine bağlanarak farklı irtifalarda örnekleme toplanmasını sağlayacaktır. Hava aracına ilâştirilecek biyomimetik ilhamlı kanal içine konumlandırılacak filtrelerin üzerinden örnekleme havasının en iyileştirilerek geçirilmesi ve oluşturulacak negatif basınç gradyanına bağlı olarak ölçüm alınması projenin esas temalarından birisidir.

Biyosavunmaya yönelik mikrobiyolojik hava örnekleme cihazları her ne kadar patojenlerin takip edilebilirliği ve kontrolünde kullanılsa da belirli zayıflıkları bulunmaktadır. Özellikle petri yüzeyine çarptırma ve sıvıya tuzaklama yöntemleri kullanılırken hem ağırlığın arttığı hem de sıvı kaynaklı bulaşmaların olabildiği bilinmektedir. Bu çalışmada, biyo ilhamla tasarlanan cihazımız insansız hava aracının ön kısmına yerleştirilecek, içerisinde bulunan filtreler sayesinde örnekleme yapılacaktır. Biyomimetik ilham ile tasarlayacağımız cihazımız, hava örnekleme kanalına yerleştirilecek küçük boyutlu filtrelerden dolayı hidrodinamik direncin oluşacağı açıktır. Çalışmamız aynı zamanda filtrelerin kanala yerleştirme düzenine karşın örnekleme miktarı/başarısı arasında kıyas da yapacaktır. Bu kıyas hava aracının içine yerleştirildiği bir rüzgâr tüneline analizler ile gerçekleştirilecektir. Kısaca, bu proje neticesinde küçük filtre alanlarında güvenilir şekilde patojen biriktirme (hava taşıtının içinde bulunduğu hava akımını bozmadan) tekniği geliştirilecek ve en iyileştirilecektir.

Projemizin yöntemlerinden biri olan hava akış analizleri, cihazımızın tasarımında hava akımını bozmayacak ve kanal içerisindeki hava akımını filtrelerle en iyileştirilerek yönlendirmesi için hali hazırda yapılmaktadır. Aynı zamanda uzak menzildeki patojenlerin toplanmasında kullanılacak elektronik kontrollü kapakçık sayesinde istenmeyen bölgelerde örnekleme toplanması kısıtlanacaktır. Bu sayede insan sağlığını riske atmadan, Şekil 1’de gösterildiği gibi insansız hava aracına monte edilerek uzaktan kontrollü bir örnekleme prototip cihazı yapmayı hedefliyoruz.



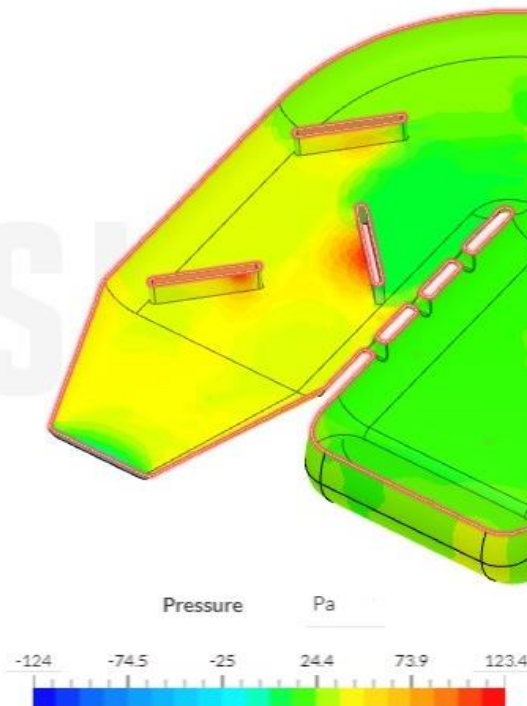
Şekil 1: İnsansız hava aracına yerleştirilmiş hava örnekleme sistemi.

Yapacağımız bu sistemle birlikte havada gözle göremeyeceğimiz kadar küçük biyolojik tehlikelerin hızla tespiti ile gerekli önlemlerin daha erken ve insan sağlığına zarar vermeden alınabileceğini düşünmekteyiz.

4. Yöntem

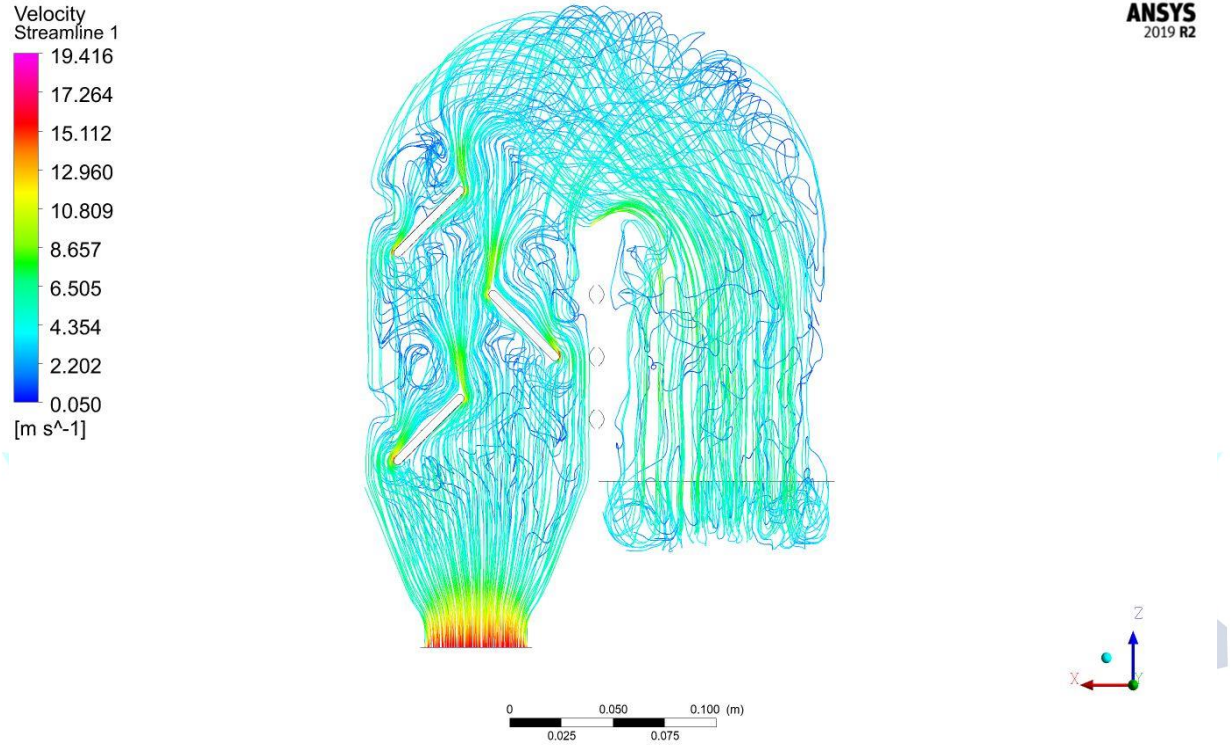
Cihazımızın tasarımı ve çalışma sistemi üzerinde çalışırken, insanoğlunun teknolojik olarak gelişmesi için en büyük ilham ve motivasyon kaynağı olan doğadan yararlandık. Bir balığın burun bölgesindeki akış davranışını, balığın koku yetenekleri üzerinde önemli bir etkiye sahiptir[5]. Sistemimize uygun olarak seçtiğimiz çekiç başlı köpek balığının gelişmiş koku alma performansının, kafa morfolojisinden kaynaklandığı düşünülmektedir([6], [7]). Çekiç başlı köpek balığı, su içerisindeki uyarımları tespit etmek için su akışını burun deliklerine yönlendirmektedir[8]. Çekiç başlı köpek balığının kafa morfolojisi incelendiğinde, ciddi bir basınç düşümü Şekil 2.a 'da gösterildiği gibi gerçekleşmektedir. Gerçekleşen bu basınç düşümünü gerçekleştiren akımı sağlayan kanal morfolojisini gözlemleyerek, havayı filtrelelere yönlendirecek bir kanalın tasarımı bu proje kapsamında Şekil 2.b'de gösterildiği gibi gerçekleştirilmiştir. Bu sayede sisteme giren hava filtrelelere en doğru şekilde yönlendirilerek, filtrelerdeki patojen yoğunluğunu arttırılması hedeflenmiş olup en iyileştirme çalışmaları devam etmektedir. Tasarımımız, köpek balığının burun yapısının giriş, çıkış ve akım yoluna benzer şekilde tasarlanmıştır(Şekil 2.b).

Sayısal Akışkanlar Dinamiği (SAD) analizlerinde model olarak sıkıştırılmaz Navier-Stokes denklemleri, sürekli rejim şartları altında, uygun sınır şartları(Basınç çıkış, katı yüzeyinde kaymama ve hız giriş sınır şartları) seçilmiştir. Bulut sistem tabanlı çalışan "Simscale" ve "ANSYS" programlarında akış simülasyonu gerçekleştirilmiştir. Simülasyon sınır şartları; giriş hızı 16 m/sn, çıkış basıncı: 1atm olarak tanımlanmıştır. Analizimizdeki "Mesh" yapısı Skewness ve Ortagonal değerleri için kabul edilebilir sınırlar içerisinde olup "Element Quality" değerimiz "Minimum:0,2" değerinden büyüktür.



Şekil 3: Simscale programında yapılmış kanal içerisindeki basınç analizi.

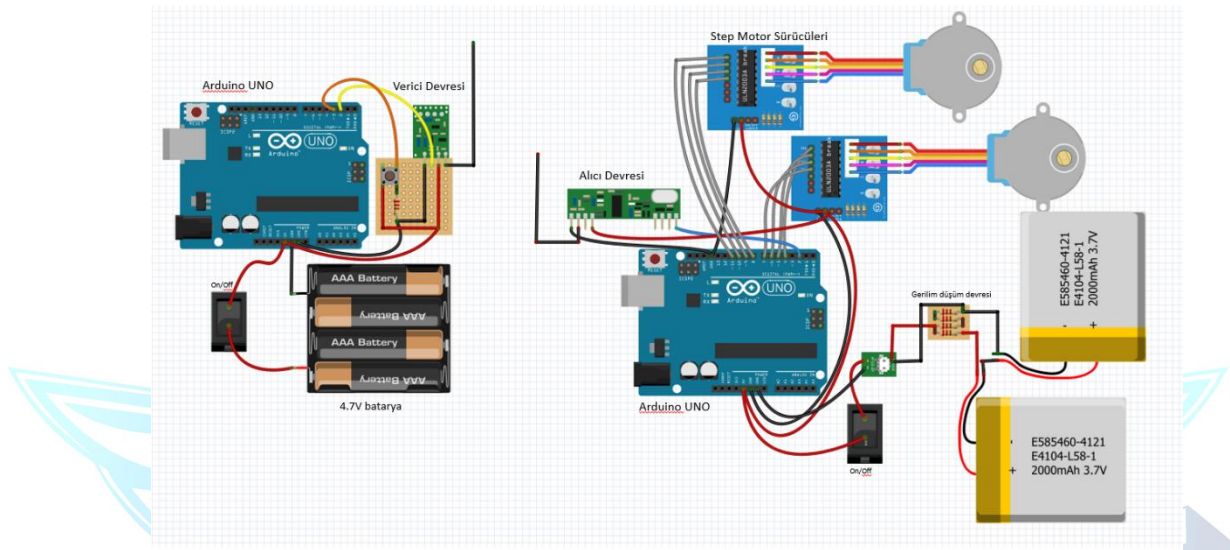
Bu modele göre yapılan analiz çözüm sonuçlarına bakıldığında (Şekil 3) akış analizi sonucunda açık yeşil ve koyu yeşil alanlarda gözle görüşür bir basınç düşümü gerçekleşmektedir. Filtrelerin konumlandırıldığı noktalarda basıncın arttığı ve 0.123 kPa civarında mutlak basıncın olduğu Şekil 3'den anlaşılmaktadır. Özellikle filtre üzerindeki statik ve dinamik basıncın elden geldiğince yüksek tutulması ile aslen filtre yüzeyinde durma şartlarının sağlandığı ve en iyi patojen tutumuna zemin sağlandığı düşünülebilir. Filtrelerin adedi ve konumlandırıldığı açı, filtrelerin patojen toplama verimini doğrudan etkilemektedir. Bu parametrelerin verimi ne ölçüde etkilediği yapılacak yeni SAD analizlerle gösterilecektir.



Şekil 4: Ansys programında yapılmış hız vektörlerinin gösterimi.

Akış modelleme ve analizlerine ek olarak bu proje kapsamında ölçüm cihazımızın elektronik aksamı Arduino Uno, Telemetri modülü, GPS modülü ve Step Motor'dan oluşmaktadır. Cihazımızda bulunan elektronik kısmın asıl amacı cihaz içerisine girecek havanın kontrol edilmesidir. Havanın kontrolünü sağlamak için, hava kanalı giriş yapısında tasarlanacak kapakçığımız, step motora bağlanacak ve içeriye girecek havanın geçişini kontrol edecektir. Cihazımızın ana kontrolü Arduino ile sağlanacaktır. Arduino içerisine kodlanacak yazılım cihazın telemetri modülü ile uzaktan kontrolünü sağlamak ve GPS modülü ile konum verisi alacaktır. Cihazımız yüksek irtifa ve uzun menzilli bir çalışma sağlayacağından haberleşme ve kontrol sağlanması için cihaz içerisinde telemetri ve GPS sistemleri bulunacaktır. Telemetri sistemi cihazın yüksek irtifalarda uzaktan kontrol edilmesini sağlayacak, GPS sistemi ise cihazın bulunduğu konumu bize bildirecek ayrıca örneklem alanına ulaşıldığında hava girişinin otomatik bir şekilde açılmasını sağlayacaktır.

Prototipleme aşamasında cihazımızın orta kısmında bir Arduino UNO bulunacaktır. Arduino ve yardımcı elemanlar güçlerini bir Li-po pilden sağlanacaktır. Pil cihazın güvenli ve yalıtımlı bir bölgesine sabitlenmiş şekilde çalışacaktır. Cihazın uzaktan kontrolü için bir radyo alıcı ve verici modülü kullanılacaktır. Step motor sürücü modülümüz Arduino ve step motor arasındaki iletişimi sağlayacak ve step motora bağlı olan kapakçığı açıp kapatacaktır. Cihazımız komutlarını bir verici devresinden almaktadır. Verici devremiz bir kumanda şeklinde olup üzerinde bir adet buton bulunacaktır. Butona basıldığında çıkan frekans cihazımızdaki alıcı devresi tarafından okunarak step motorun çalışmasını sağlayacak bu sayede cihazın hava giriş kanalı açılacaktır. Şekil 5'te gördüğümüz devre tasarımları prototipleme aşamasında kullanılacak olup cihazımızın uzaktan kontrollü bir şekilde çalışmasını sağlayacaktır.



Şekil 5: Prototipleme aşamasında kullanılacak elektronik devre tasarımı.

5. Yenilikçi (İnovatif) Yönü

Günümüzde kullanılan örneklem cihazlarına kıyasla cihazımız, sabit bir alanda değil bir insansız hava aracının burun kısmına yerleştirilerek örneklem yapacaktır. Cihazımızın tasarımı biyoilhamlı bir şekilde yapılmış ve çekiç başlı köpek balığının baş kısmı ilham alınmıştır. Yüksek irtifalarda hava örneklemesi yapan sistemlerde hava akışının fan yardımıyla filtreler yönlendirildiği literatürde belirtilmiştir[9]. Diğer taraftan drona yerleştirilmiş bir hava örneklem kutusu ile hava örneklemesi yapıldığında yeterli miktarda patojen biriktirilemediği ve uçuş süresinin kısıtlı olduğu belirtilmiştir[10]. Bütün bunlara karşın, cihazımızda havanın kanaldan akışı için fan ve benzeri gibi yapay hava akışı sağlayacak cihazlar bulunmayıp hava akışı kendi cazibesıyla kanal içerisinde akmaktadır. Biyomimetik tasarımlı hava örneklem cihazımızda, filtrelerin konumlandırılacağı hava kanalında negatif basınç gradyanı oluşturularak örneklem yapılmaktadır. Bu proje aynı zamanda filtrelerin kanala yerleştirme düzenine karşın örneklem miktarı arasında kıyas yaparak filtrelerin yerleştirileceği konum ve açıları belirleyecektir. Hava giriş kısmına yerleştirilecek step motor ve kapak sistemi, arduino ile uzaktan kontrol edilerek örneklem yapılacak alana varıncaya kadar içeriye girecek havayı engelleyecektir. Cihazımızın bu yönleriyle hava örneklemeyi sabit bir alandan dışarı çıkararak uzak bölgelerde insansız bir şekilde örneklem yapabilecektir.

6. Uygulanabilirlik

Cihazımız günümüz şartlarında ticari olarak üretilebilir şekilde tasarlanmıştır. Mevcut tasarım eklemeli imalat yöntemi ile üretilecek olup SAD analizlerinden çıkan sonuçlara dayanarak bu prototipin bir rüzgar tüneli içinde performansı deneysel olarak incelenecektir. Hava örneklem sistemimiz CAD programları tarafından tasarlanmış ve hava akış analizi sonuçlarına göre iyileştirmeler hali hazırda yapılmaktadır. Kanal içerisine yerleştirilecek filtreler üretilebilir veya hali hazırda üretilmiş hava örneklemeğe uygun özelliklere sahip filtreler kullanılabilir. Mevcut tasarımın rüzgar tüneli içinde akım deneylerinin yapılması esnasında patojen anolojisinin kurulamaması mevcut projenin gerçekleştirilmesinde karşımıza çıkabilecek önemli bir risktir. Üzerinde çalıştığımız cihazımızın orijinal olduğu ve patent alınabilir olduğu tarafımızca yapılan taramalar neticesinde ortaya çıkmıştır. Örneklem sisteminin patent başvurusu yapılmış olup süreç devam etmektedir.

7. Tahmini Maliyet ve Proje Zaman Planlaması

Fikir aşamasında olan cihazımızın zaman planlaması aşağıdaki Tablo 1’ de belirtilmiştir.

		PROJE ZAMAN PLANLAMASI							
No	İş Paketi Adı	Aylar							
		Şub.21	Mar.21	Nis.21	May.21	Haz.21	Tem.21	Ağu.21	Eyl.21
1	Literatür Taraması	■							
2	Tasarımın Yapılması		■						
3	CFD Analizlerini Yapılması			■	■				
4	Sonuçların analizi				■	■			
5	Tasarımın Sonuçlara göre iyileştirilmesi				■	■			
6	Araç gereçlerin temin edilmesi						■		
7	Prototipin Hazırlanması						■		
8	Rüzgar Tüneli Analizlerinin yapılması							■	
9	Analizlerin yorumlanması							■	
10	Sonuç raporlarının yazılması								■

Tablo 1: Proje Zaman Planlaması

Prototip üretimine gelindiğinde aşağıdaki Tablo-2’de belirtilen parçalar ve sarf malzemeleri kullanılarak cihazımızın prototipi üretilecektir.

Prototip için Tahmini Maliyet / Bütçe Planlaması				
Kalem No:	Bütçe Kalemi	Birim Fiyat	Adet	Toplam
1	PLA Filament (1kg)	120,00 ₺	2	120,00 ₺
2	Filtre kağıdı	21,90 ₺	2	43,80 ₺
3	Alıcı verici modülü	36,01 ₺	1	36,01 ₺
4	Arduino Uno	101,36 ₺	1	101,36 ₺
5	Pil	136,19 ₺	1	136,19 ₺
6	Buton	49,36 ₺	1	49,36 ₺
7	Step Motor ve Step Motor Sürücü Kartı	19,65 ₺	1	19,65 ₺
8	Direnç	0,03 ₺	10	0,30 ₺
9	On/Off Switch	15,47 ₺	2	15,47 ₺
10	5x10 Delikli Plaket	1,65 ₺	2	3,30 ₺
11	4lü Pil Yuvası	4,54 ₺	1	4,54 ₺
12	Sarf Malzemeleri	1.000,00 ₺	1	1.000,00 ₺
Genel Toplam				1.529,98 ₺

Tablo 2: Tahmini Maliyet Tablosu

8. Proje Fikrinin Hedef Kitle (Kullanıcılar):

Projeğimizde ulaşmak istediğimiz hedef kitle; Savunma Sanayi, Dünya Sağlık Örgütü, KBRN Birimleri, AFAD ve Biyo-saldırı Araştırma Merkezleri'dir. Biyo-saldırı günümüzde giderek büyüyen bir tehdittir ve hedef kitlemiz bu saldırıları en erken sürede tespit edilip önlem alınmasında aktif rol oynamaktadır. Yapacağımız proje ile hedef kitemize bu saldırıları hızlı bir şekilde tespit etme imkânı sağlayacağız.

9. Riskler

Olası Riskler	Etki	B Planı	Olasılık
Filtrelerin kirleticileri proje süreci içinde tutamaması		Cihaz kanal tasarımı ve filtre düzeni benzetimlerle iyileştirilmeye devam edilecektir	
Elektronik sistemlerinin stabil bir şekilde çalışmaması		Telemetri ve elektronik sistem kontrolleri sağlanıp tekrar tasarlanacak	
Rüzgar tüneli testlerinde patojen parçacıkların anolojisinin kurulamaması		Patojen boyutlarında parçacıkların üretilerek hava tünelinin girişinde hava akımına düzgün bir şekilde karıştırılacaktır.	

Risk Seviyelerine Göre Renkler

Yüksek

Orta

Düşük

10. Kaynaklar

- [1] S. Riedel, “Biological Warfare and Bioterrorism: A Historical Review”, *Baylor Univ. Med. Cent. Proc.*, c. 17, sayı 4, ss. 400–406, 2004, doi: 10.1080/08998280.2004.11928002.
- [2] A. Robotto *vd.*, “SARS-CoV-2 and indoor/outdoor air samples: a methodological approach to have consistent and comparable results”, *Environ. Res.*, c. 195, sayı January, s. 110847, 2021, doi: 10.1016/j.envres.2021.110847.
- [3] L. C. S. Das Lt Col S. ve B. V. K. Kataria Brig, “Bioterrorism: A public health perspective”, *Med. J. Armed Forces India*, c. 66, sayı 3, ss. 255–260, 2010, doi: 10.1016/s0377-1237(10)80051-6.
- [4] T. Kampowski *vd.*, “Rinse, Sense, Adjust, Repeat: Biomimetic Continuous Process Water Analysis in Washing Machines Based on the Hammerhead Shark’s Olfaction Hydrodynamics”, *Adv. Intell. Syst.*, c. 2, sayı 4, s. 1900152, 2020, doi: 10.1002/aisy.201900152.
- [5] A. D. Rygg, J. P. L. Cox, R. Abel, A. G. Webb, N. B. Smith, ve B. A. Craven, “A Computational Study of the Hydrodynamics in the Nasal Region of a Hammerhead Shark (*Sphyrna tudes*): Implications for Olfaction”, *PLoS One*, c. 8, sayı 3, 2013, doi: 10.1371/journal.pone.0059783.
- [6] R. L. Abel *vd.*, “Functional morphology of the nasal region of a hammerhead shark”, *Comp. Biochem. Physiol. - A Mol. Integr. Physiol.*, c. 155, sayı 4, ss. 464–475, 2010, doi: 10.1016/j.cbpa.2009.10.029.
- [7] L. E. Howard *vd.*, “Functional nasal morphology of chimaerid fishes”, *J. Morphol.*, c. 274, sayı 9, ss. 987–1009, 2013, doi: 10.1002/jmor.20156.
- [8] W. M. Holmes *vd.*, “Three-Dimensional Structure of the Nasal Passageway of a Hagfish and its Implications for Olfaction”, *Anat. Rec.*, c. 294, sayı 6, ss. 1045–1056, 2011, doi: 10.1002/ar.21382.
- [9] F. A. Casado-Carmona, G. Lasarte-Aragonés, A. Kabir, K. G. Furton, R. Lucena, ve S. Cárdenas, “Fan-based device for integrated air sampling and microextraction”, *Talanta*, c. 230, sayı March, 2021, doi: 10.1016/j.talanta.2021.122290.
- [10] J. Ruiz-Jimenez, N. Zanca, H. Lan, M. Jussila, K. Hartonen, ve M. L. Riekkola, “Aerial drone as a carrier for miniaturized air sampling systems”, *J. Chromatogr. A*, c. 1597, sayı 2, ss. 202–208, 2019, doi: 10.1016/j.chroma.2019.04.009.