KONU: ISITMA SOĞUTMA HAVALANDIRMA CİHAZLARINDA KULLANILAN FİLTRE TİPLERİ ve FİLTRELERİN SINIFLANDIRMA ÖZELLİKLERİ

Makale Türü: Araştırma

ŞEBNEM ÖZKAL

1966 yılında Ordu'da doğdu. İlkokul sonrası eğitimini 1978-1985 yılları arasında TED Ankara Koleji, 1985-1989 yılları arasında Gazi Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği bölümünde tamamladı. Profesyonel hayatına 1989 yılında Isıtma, Soğutma ve Havalandırma (HVAC) sektöründe Alarko-Carrier A.Ş. Sistem Klima departmanında çalışarak başladı. Farklı görevlerle çalıştığı Alarko-Carrier'dan ayrıldıktan sonra, 2003 yılında kendisine ait Mavi Soğutma Ltd. Şti. firmasını kurdu. Yurt içi, yurt dışı firmaların ürünlerinin satışına yönelik mümessillik hizmetleri ve mekanik taahhüt işleri yaptığı firmasını 2018 yılında satışını yaparak emekli oldu. Kurucu üyesi olduğu MÜKAD (Mühendis ve Mimar Kadınlar Derneği) Yönetim Kurulu Üyesi olarak, dernek faaliyetlerine devam etmektedir.

ÖZET

Bu makalede hava filtrelerinin genel özellikleri, hangi kriterlere göre sınıflandırıldıkları ile ilgili temel bilgiler verilmeye çalışılmıştır. Makalemin sonunda yaşadığımız günlerde hayatımızı terörize eden Corona virüsü ve filtre etkisi (etkisizliği) üzerine de değinmek istedim.

Konuyu kullanım alanı yaygın olan basit tutuculuktaki filtreler ve yüksek hijyenik sınıflandırmalarda kullanılan filtreler olarak iki ayrı grup altında işledim. Bunlara ilave olarak havada taşınabilen partiküllerin hava akımı altında davranış özellikleri ve filtrelerin etkisi üzerine görüş paylaşımı yaptım.

ABSTRACT

In this article, various types of filters, including common terminology and important characteristics of them are written. At the end of the article, I tried to give a perspective why we should (or should not) talk about filtering airborne particles in nano dimensions, such as viruses and bacteria, with HEPA filters. In this manner, I gave a brief information of main principles of filtration of high efficiency filters and movement fhenomena of very small airborne particles in airflow.

ISITMA SOĞUTMA HAVALANDIRMA CİHAZLARINDA KULLANILAN FİLTRE TİPLERİ

FİLTRELERİN SINIFLANDIRMA ÖZELLİKLERİ

Aşağıdaki tablo klima cihazlarında kullanılan filtrelerin tipleri, hangi standarda uygun olarak sınıflandırıldıkları ve standartlarda limit olarak alınan parçacık boyutları ile ilgili bilgi vermektedir. Dünyanın çeşitli bölgelerinde filtrelerle ilgili farklı standartlar uygulanabilmektedir, tablo sadece genel fikir amaçlı olarak verilmiştir. Mesela EN 779 Standardı 2012-2018 yılları arasında kullanıldıktan sonra ISO 16890 standardına geçiş yapılmıştır. Ancak bu makalenin konusu standartlar olmadığı için bu detaylar üzerinde durulmayacaktır.

FİLTRE İSİMLERİ	FİLTRE SINIFI	PERFORMANS DEĞERİ	PERFORMANS TEST DEĞERİ	PARTİKÜL BOYUTU	TEST STANDARDI
BASİT (BİRİNCİL) FİLTRELER	G1	%65	ORTALAMA DEĞER	>5µm	EN 779
	G2	%65-%80	ORTALAMA DEĞER	>5µm	EN 779
	G3	%80-%90	ORTALAMA DEĞER	>5µm	EN 779
	G4	%90-	ORTALAMA DEĞER	>5µm	EN 779
İNCE (İKİNCİL) FİLTRELER	M5	%40-%60	ORTALAMA DEĞER	>5µm	EN 779
	M6	%60-%80	ORTALAMA DEĞER	>2µm	EN 779
	F7	%80-%90	ORTALAMA DEĞER	>2µm	EN 779
	F8	%90-%95	ORTALAMA DEĞER	>1µm	EN 779
	F9	%95-	ORTALAMA DEĞER	>1µm	EN 779
YARI-HEPA (SEMİ-HEPA) FİLTRELER	E10	%85	MİNİMUM DEĞER	>1µm	EN 1822
	E11	%95	MİNİMUM DEĞER	>0,5µm	EN 1822
	E12	%99,5	MİNİMUM DEĞER	>0,5µm	EN 1822
HEPA FİLTRELER	H13	%99,95	MİNİMUM DEĞER	>0,3µm	EN 1822
	H14	%99,995	MİNİMUM DEĞER	>0,3µm	EN 1822
ULPA FİLTRELER	U15	%99,9995	MİNİMUM DEĞER	>0,3µm	EN 1822
	U16	%99,99995	MİNİMUM DEĞER	>0,3µm	EN 1822
	U17	%99,999995	MİNİMUM DEĞER	>0,3µm	EN 1822

BİRİNCİL VE İKİNCİL FİLTRELER:

Genel yaşam alanlarımızın klima cihazlarında kullanılan filtreler, birincil ve ikincil filtreler grubunda yer alan filtrelerdir. Bu tip filtrelerin genel malzeme özellikleri ve etkinliklerini özetlemek gerekirse:

1- **Camelyafı Filtreler:** Eğirilmiş cam elyafı ipliklerinin bir araya getirilmesiyle imal edilirler. Daha ziyade büyük toz parçacıklarının tutulmasında efektiftirler. Nispeten ucuzdur, kullan at malzemelerdir ancak iyi bir tutuculuk istenen ortamlar için uygun değillerdir.
2- **Elektrostatik Filtreler:** Delikli metal plakaların ardarda birçok katman halinde dizilimiyle imal edilirler. Hava ilk katmandan geçerken, hava ve filtre arasındaki sürtünme ile pozitif enerji yüklenen toz partikülleri, bundan sonraki katmanlara yapışarak tutunurlar. Yıkanabilir filtrelerdir ancak her yıkanmadan sonra performansları düşer. Belirli bir süre sonra tamamen yenilenmeleri gerekir. Astım ve benzeri alerjisi olanlar için yeterli filtreleme özelliği taşımazlar.
3- **Torba Filtreler:** Sentetik elyaflı malzemeden imal edilirler ve alın hava hızını delinmeden karşılayabilmek için torbalar halinde yanyana dizilim dizaynları vardır. Bu sebeple uzun hücre yapılarına ihtiyaç duyulur, genellikle 600 mm eninde üretilirler. Birincil ve ikincil filtre gruplarında yer alırlar. Tutuculukları iyidir ve hepa filtrelerin ön filtrelemesinde kullanımı yaygındır.
4- **Katlamalı Filtreler (Pleated Filters):** Cam lifinden mamul filtre kağıdı ile mini pileli olarak akordiyon misali birçok katman halinde imal edilirler. Bu akordiyon dizayn hava ile temas halindeki filtre alanını artırarak, klima cihazının performansını en az etkilemek sureti ile daha fazla tutuculuk sağlanmasına yardımcı olur. Filtre tutuculuk performansı farklı derinliklerde filtre üretimiyle artırılır. Tutuculuk sınıfı oldukça yüksek filtrelerdir ve özellikle astım ve alerji rahatsızlığı olanlar için uygun filtreleme sağlanabilir. Fiyatları diğer tiplere göre daha pahalıdır ancak daha uzun dayanım ömürleri vardır. Bu tip filtrelerin ömrünü artırmak ve performanslarından yararlanabilmek için kaba tozu tutacak bir ön filtreleme yapmak doğru uygulamadır. Bu filtrelerin efektif tutuculuğundan faydalanabilmek için üreticilerin verdiği kullanım talimatına uygun olarak değişim ve bakımları yapılmalıdır.
5- **Rulo Filtreler:** Poliüretan süngerden imal edilirler. Sık yıkanabilme özellikleri sebebi ile ön filtrelemede yaygın olarak kullanılırlar.
6- **Aktif Karbon Filtreler:** Yapısındaki granül karbonlar ile gaz moleküllerini yakalama ve tutma etkisi vardır. Zehirli gazlar, organik kokular, sigara kokusu gibi kötü kokuların tutulmasında kullanılırlar. Karbon granülleri, gaz moleküllerini daha iyi filtreleyebilmesi için bazı ek süreçlerden geçirilir. Karbona verilen sıcak hava ile karbon içerisinde bir takım gözeneklerin oluşmasına sebep olunur, bu yapıya karbondioksit ve buhar enjeksiyonu yapılarak, gaz moleküllerinin tutulmasında daha etkili ve geniş alan yaratılmış olur. Sentetik elyaflarla desteklenen tipleri tozlu ortamlarda toz tutucu olarak da kullanılır. Belirli periyotlarda karbon granülleri değiştirilmelidir.

Yukarıda belirtilen tüm filtre tiplerinin, üretici firmaların taahhüt ettiği değerlerde performans sağlayabilmeleri için, mutlaka kullanım talimatlarına uygun olarak bakım, temizlik ve değişimleri yapılmalıdır. Bakım/değişim periyodları ile ilgili verilen süreler tavsiye niteliğinde değerlendirilip, filtre üzerindeki kirlenmenin tespiti amaçlı konulan fark basınç sensörlerinin

takibi veya daha basit olarak gözle muayene ile bu süre optimize edilmelidir. Değişim ve bakım rutinleri, klimaların kullanıldığı yerin özellikleri, kullanım süresi, hatta klima cihazı dizaynı ile alakalı olarak farklılık gösterecektir.

Uygun olarak bakımı (temizleme/değişim) yapılmayan filtreler havanın istenilen şekilde filtrasyonunun yapılmasına engel olacaktır. Filtre edilmemiş hava, klima cihazlarının bataryaları üzerinde ve kanalların, menfezlerin içerisinde toz tabakalarının oluşmasına sebep olacaktır. Bu toz tabakaları zaman içerisinde küf gibi organik oluşumları tetikleyecektir. Tüm bunlar insan sağlığını tehdit etmesinin yanı sıra yaşam mahallerine ağır bir kokunun sinmesine ve iyonik yüklenmiş siyah tozların duvarlara yapışarak, temizlenmesi güç bir hal almasına sebep olur. Filtreler üzerindeki aşırı kirlilik, hava akımını bloke etmesi kaynaklı olarak klima cihazlarının fanları üzerinde direncin artmasına ve buna bağlı klima performansının da düşmesine ve enerji kayıplarına sebep olacaktır.

YARI-HEPA, HEPA VE ULPA FİLTRELER:

Yüksek hijyenik sınıflandırmalarda kullanılan filtreler ise yarı-hepa, hepa ve ulpa grubundaki filtrelerdir. Özel liflerden oluşan kağıda benzer bir yapıya sahip olan bu filtreler mini pileli imal edilirler. Bu filtreler partikül tutuculukları yukarıdaki tabloda da görüldüğü üzere oldukça yüksek ve hassasiyetleri oranında da pahalı filtrelerdir. Bu filtrelerin kaba tozlardan korunması gereklidir. Bu sebeple mekanik dizayn yapılırken birincil, ikincil filtreler ön filtreleme amaçlı olarak kullanılırlar.

Yüksek partikül tutuculuğuna sahip filtrelerin sınıflandırılması, konu ile ilgili akredite olmuş kurumlarca, tabi oldukları standartlara uygun olarak özel labaratuvar şartlarında yapılır ve sertifikalandırılır. Akredite olmuş kurumlarca sertifikası olmayan filtreler tercih edilmemelidir. Yukarıdaki tabloya uygun olarak filtre sınıfının belirlenmesi ile ilgili EN 1822 metodlarını basitçe aşağıda anlatmaya çalıştım. Burada dikkat çekici olan, yukarıdaki tablodan da takip edilebileceği gibi, bu gruptaki filtrelerin partikül tutma performansı, ortalama değer üzerinden değil, **minimum değer** üzerinden belirlenir. Filtre partikül testleri, akredite kurumun ilgili standartları test etmesine uygun özel laboratuvarlarında yapılır.

- Filtre yüzeyinin verimliliğinin belirlenmesi: Filtre yüzeyinde tutulan partiküllerin sayı ve boyutları bir partikül kontaktörü ile belirlenir. Bu veri filtre yüzeyinin minimum hangi partikül boyutunu tutabildiğini belirler. Belirlenen partikül boyutu MPPS (Minimum Penetrating Particle Size) olarak adlandırılır.
  Filtre Tutuculuğu = 1 – Filtre Verimliliği
- Filtre yüzeyi kaçak kontrolü: Aeresol üreten bir uç yardımı ile hava akış yönünde, filtre önünden partikül verişi sağlanır. Filtre çıkışında, lokal olarak bazı bölgelerden partikül ölçümü yapılarak, spesifik bir alandaki kaçak oranı belirlenir. Bu veri kullanılarak filtrenin toplam verimliliği tespit edilir. Tespit edilen kaçak oranına lokal değer adı verilirken, hesaplanan genel verimlilik değerine integral değer adı verilir.
- Filtrenin integral verimlilik değerinin belirlenmesi: Filtrenin basınç düşüşü anma akış hızına karşılık gelen volumetrik hava akış hızında belirlenir. Daha sonra filtre verimliliği aeresol jeneratörü ile MPPS partikülleri üzerinden değerlendirilir. Bu verimlilik tabloda belirtilen filtre sınıfının tespitini sağlar.

Yüksek tutuculuk sınıfındaki filtrelerin, sertifikalarında belirtilen partikül tutuculuğunu veya beyan edilen verimliliği sağlayabilmesi için, üretici firmanın belirlediği maksimum basınç düşüş değerinin üzerinde çalıştırılmaması gereklidir. Bunun için, bu filtrelerin üzerlerinde mutlaka fark basınç sensörleri olmalı ve üretici firma maksimum basınç düşüşü değeri geçirilmeden değiştirilmelidir.

NEREDE HANGİ TİP FİLTRENİN KULLANILACAĞININ TESPİTİ:

Yüksek hijyenik sınıflandırmalara giren alanlar temiz oda olarak adlandırılır, mekanik dizayn ve kullanılması gereken filtre tipleri tamamen temiz oda koduna uygun olarak belirlenir. Temiz odalar, oda içerisinde bulunan havanın 1 m3 ünde ihtiva eden partikül boyutu ve miktarı ile sınıflandırılır. Bu konuda dünya üzerindeki öncü standart ISO standardıdır ve ISO 14644-1 bu işin başlangıcı olarak kabul edilir. En temiz odadan en kirliye doğru ISO-1, ISO-2, ISO-3, ISO-4, ISO-5, ISO-6, ISO-7, ISO-8, ISO-9 olarak sıralanır. Ancak en kirli temiz oda olarak tarif edilen ISO-9 bile standart bir odadan daha temizdir. En yaygın temiz oda kullanımı ISO-7 ve ISO-8 olarak istatistiklenmiştir. ISO-1 ve ISO-2 ise pek karşılaşılan bir temiz oda türü değildir. Temiz odalar %100 taze havalı dizayn edilebileceği gibi, enerji tasarrufu amaçlı olarak çoğunlukla karışım havalı olarak dizayn edilirler. Aşağıdaki tablodan temiz oda sınıflarında beklenen partikül boyutu ve minimum miktarı takip edilebilir.

Temiz odalar ISO standardı dışında kullanılacağı endüstrinin veya bulunduğu bölgenin ilave standartlarını da karşılamak üzere dizayn edilirler, ancak bu makalenin konusu olmadığından bu konuya değinilmeyecektir.

İşleyen bir sistemde, temiz oda sınıfının aynı değerde tutulmasının devamlılığı, kullanılan tüm kademelerdeki filtrelerin zamanında değiştirilmesi ile mümkündür. Her bir filtre için tavsiye edilen bir değişim süresi rutini vardır. Ancak bu süre, sistemin kullanım sıklığı, sistemin kurulduğu yerin özellikleri, ne derecede kirlilik ürettiği gibi faktörlere bağlı olarak her sistem için farklılık gösterir. Burada en önemli parametre, filtreler üzerine konulan fark basınç sensörlerinin gösterdiği değeri, üretici firmaların belirlediği maksimum filtre basınç düşüm değerini geçirmemektir. Filtreyi geç değiştirmek temiz oda sınıfının sağlanamamasına sebep olacağı gibi, erken değiştirmek ise gereksiz para kaybına sebep olacaktır.

TEMİZLİK SINIFI	**ISO SINIFI**	**Maksimum Konsantrasyon Limiti (partikül/m3 hava) aşağıda belirtilen boyutlara eşit veya büyük**					
		≥0.1 µm	**≥0.2 µm**	**≥0.3 µm**	**≥0.5 µm**	**≥1 µm**	**≥5 µm**
ÇOK TEMİZ	ISO-1	10	2				
	ISO-2	100	24	10	4		
	ISO-3	1.000	237	102	35	8	
	ISO-4	10.000	2.370	1.020	352	83	
	ISO-5	100.000	23.700	10.200	3.520	832	29
	ISO-6	1.000.000	237.000	102.000	35.200	8.320	293
	ISO-7				352.000	83.200	2.930
	ISO-8				3.520.000	832.000	29.300
TEMİZ	ISO-9				35.200.000	8.320.000	293.000

HEPA FİLTRELERİN PARTİKÜL TUTMA KABİLİYETİ NASIL OLUŞUR?

Hepa filtreler gelişigüzel bir araya getirilmiş çapları 0,2 µm-2,0 µm liflerden oluşan hasır bir yapı gibi düşünülebilir. Bu filtrelerin partikül tutma etkinliğini, lif çapı, filtre kalınlığı ve alın hava hızı belirler. Hepa filtrelerin lifleri arasındaki hava boşluğu tipik olarak 0,3 µm den büyüktür.

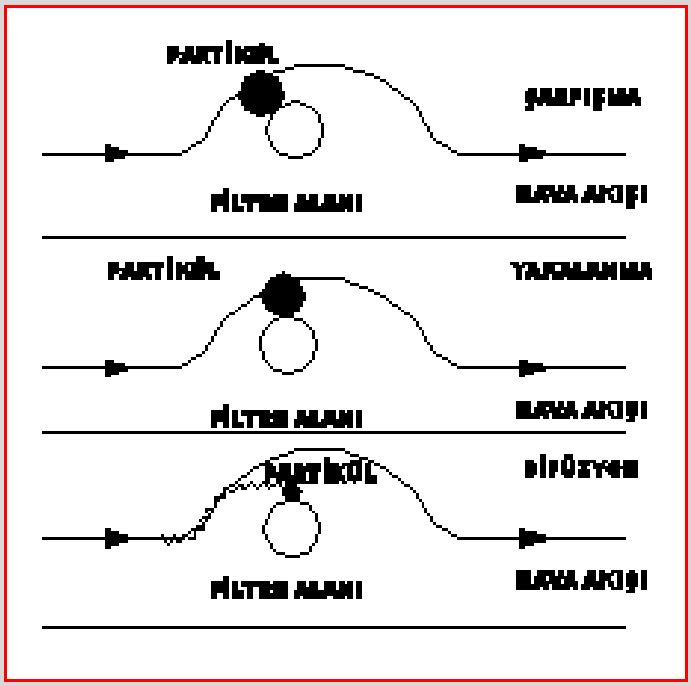
Filtrelerin toplam partikül tutma kabiliyeti aşağıda belirtilen 3 tutulma olayının birleşimi ile sağlanır.

*Çarpışma: Hava akımı yönünde hareket eden büyük çaptaki parçacıklar lif kesitine çarparak veya kesit aralığından geçemeyerek elek tutuculuğu misalinde yakalanır.

*Yakalanma: Hava akımı yönünde hareket halindeyken lifler arasındaki boşluk içerisinden geçebilecek küçüklükteki bazı partiküller filtre liflerine yapışarak yakalanırlar.

*Difüzyon: 0,1 µm ve altındaki partiküller öyle hafiftirler ki tam anlamıyla hava ile beraber hava yönünde doğru akış hareketi göstermezler. Bu partiküller Brownian hareketi olarak adlandırılan fiziksel fenomen davranış biçimini gösterirler. Yani öyle küçük ve hafiftirler ki, hareketleri zigzaglar halinde, yoğun oldukları bölgeden daha seyrek oldukları bölgeye doğru yayılım eğilimi içerisinde olur. Brownian hareketi etkisi altında bazıları lifler tarafından tutulur.

Difüzyon yolu ile tutulma 0,1 µm boyutundaki partiküllerde etkinken, yakalanma ve çarpışma ile tutulma 0,4 µm boyutundaki partiküllerde etkindir. **0,2 µm Boyutundaki parçacıklar hepa grubu filtrelerin en etkisiz olduğu çaplardır, çünkü Brownian hareketini yapamayacak kadar büyük, yapışarak veya çarpışarak tutulamayacak kadar da küçüktür. Bu sebeple filtre performansları MPPS değeri 0,3 µm alınarak sınıflandırılır.**



HAVADA ASILI KALABİLEN (AIRBORNE) PARTİKÜL HAREKETLERİ VE FİLTREDE TUTULUM GÖZLEMLERİ

Bu gruba giren partiküller, boyutu 2,5 µm nin altındakiler olarak gruplandırılıyor. Bunlar bakterilerin büyük kısmı, virüslerin tamamı, polenlerin küçük bir kısmını, toz olarak adlandırılan ufak bir grubu ve yanma kaynaklı duman partiküllerini kapsar. Virüsler bu grubun en küçük boyuttaki bileşenidir ve virüslerin büyüklüğü nano boyutta tariflenir. Yani virüs boyutu, mikronun (µm) binde biri ölçeğinde nanometre (nm) cinsinden konuşulur. Son günlerde yaşadığımız Coronavirus-19 da bu boyutun içerisinde yer alan partikül grubuna giriyor. İnternette yaptığım yabancı kaynaklı ve daha çok da tıbbi bilgi içeren sitelerden okuduğum kadarı ile, Corona virüslerini 70-90 nm boyutunda tanımlayan (1),(2) bilim çevreleri varken, 80-200 nm boyutunda (3) gözlemlediklerini yazanlar da var. Bu boyutlar maalesef hepa filtrelerin standarda uygun olarak test edildikleri ve tutulma verimliliği garanti edilen minimum partikül boyutunun altında kalıyor.

Yukarıda açıkladığım üzere, hepa grubu filtreler, 0,1 µm ve altındaki partikülleri difüzyon yöntemi ile tutabiliyorlar ancak ne oranda tutabildikleri (bu boyutlardaki verimliliği) belirleyen bir test standardı ve bunu uygulayacak özellikte laboratuvara haiz akredite bir kurum yok. Bu konuda belki yüksek teknolojili çalışmalar yapan özel laboratuvarlar vardır ve uyguladıkları bir yöntem vardır. Ancak bizim Isıtma-Soğutma-Havalandırma sektörü içerisinde yaygınca kullandığımız hepa filtrelerimiz için 0,3 µm altında partikül tutma özelliğini güvenli olarak kullanabilir durumda değiliz, çünkü filtrelerin bu konuda ne kadar tutuculuk sağladığı verilen sertifikalarında da belirtildiği üzere garanti edilemiyor, ilgili standart da zaten bunun tariflenmesini beklemiyor. Ancak konuya yaklaşım, hiç yoktan iyidir şeklinde ise kabul görebilir, serbest dolaşım halinde bulunan virüsün tutulumu garantisinin hepa filtre kullanımı ile verilmesini, bugünkü şartlarımız altında mümkün olmadığı görüşündeyim.

Bu küçüklükte partiküllerin bazıları, kendilerinden daha büyük ve tutulumu garanti edilen partiküllere yapışarak da hareket halinde olabilirler, ancak bu durumda hepa filtre üzerinde tutulumları garanti sınırlarında kalır. Virüsün bu yolla tutulumu bir öngörüdür, bu konuda da güvenli kaynaklarca yapılmış bir araştırma yok. Virüsler bizi ve dünyamızı tehdit ettikçe, bu tür konularda daha fazla araştırma ve labaratuvar modellemeleri yapılarak, net konuşabileceğimiz bilgiler yayınlanacaktır.

Konunun bir diğer yönü ise türbülanslı hava akımı altında partiküllerin zemine çökme süresi ile ilgili. Yapılarımız tavandan üfleme ve tavandan emişe uygundur, bu sebeple klima edilen mekanlarımız, hastahane ortamları da dahil (laminar akış kullanılan özel operasyon odaları, bazı laboratuvarlar ve benzeri özel mekanlar hariç) türbülanslı hava akımına maruzdur. Aşağıdaki tabloda 2,5 metre yüksekliğinde bir odada türbilanslı akım altında 0,5 µm ile 100 µm aralığındaki partiküllerin yere çökme süreleri ile ilgili yapılan bir test sonucu verilmiştir. (4)

Partikül boyutu	0,5 µm	1 µm	3 µm	10 µm	100 µm
Süre	41 saat	12 saat	1,5 saat	8,2 dak	5,8 saniye

Virüs grubuna giren ve nano boyutlu partiküller için benzer bir çalışma bulamadım ama tablo türbülanslı akım altında ufak boyutlu partiküllerin zemine çökmelerinin uzun zamanlar aldığını gösteriyor. Laminar akım altında olsalar dahi, aşırı ufak boyutlu partiküllerin çökme süreleri de

mutlaka laboratuvar şartlarında test edilerek, belirlenmesi gerektiğini düşünüyorum. Yukarıda değinildiği gibi 0,1 µm ve altındaki boyutlarda Brownian hareketi etkileri de gözlenip değerlendirilmelidir. Ancak bunun gibi konular, güvenebileceğimiz kaynaklarca kanıtlandıktan sonra Corona gibi virüslerin serbest dolaşım halindeyken tutulabileceği sistemlerin mekanik dizayn tasarımı ve mekanik malzeme temini üzerine konuşabiliriz.

(1) https://www.researchgate.net/publication/339414588_Identification_of_Coronavirus_Isolated_from_a_Patient_in_Korea_with_COVID-19

(2) https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7045880/

(3) https://www.intmedpress.com/serveFile.cfm?sUID=3bf520d7-9fb0-43a1-9df4-16f44afe8f87

(4) https://www.bing.com/search?q=paul+baron+airborne+particle&form=EDGTCT&qs=PF&cvid=1d5d3850bf2a47169fff2688263929c0&cc=TR&setlang=tr-TR&plvar=0