

FİLTRASYON TEKNOLOJİSİNDE SON GELİŞMELER

Luciano COCCAGNA
Oswaldo CONIO

ÖZET

Ayırma teknolojileri su arıtımının her alanında temel bir rol oynamaktadır. Arıtma için en uygun teknolojiyi seçmek tam bir bulmaca olabilmekte çünkü zaman zaman bu teknolojiler birbirlerini tamamlayıcıdır.

Bu yüzden proje mühendisinin görevi ; ekonomik yapıları karmaşık da olsa arıtma amacıyla ilgili olarak her teknolojinin sınırlarını kestirebilmeyi kazanmak olmalıdır.

Bu makalede Çok Katmanlı Filtrasyon teknolojisinin geliştirilmiş şekli olan omnifiltrasyon (Bundan sonra OFSY diye anılacaktır) sistemlerinin en yeni teknik gelişimlerine yönelik bilgiler verilecektir.

GİRİŞ

Artan su ihtiyacı ile birlikte çok sık başgösteren su darboğazları, çevresel otoriteleri dünya çapında çok sıkı atık su standartları oluşturmaya, endüstriyi atık suyu mümkün oldukça geri kazanma (sıfır atık ideali) yoluna itmektedir.

Bu gelişmelere eş zamanlı olarak Su kalite standartları her geçen gün daha çok sıkılaşmaktadır, her iki standardı da tuturabilmek zorlaşmaktadır.

Sonuç olarak son on yılda filtrasyon teknolojileri en çok kirletilmiş kaynaklardan ultra temiz su elde edebilecek düzeyde gelişmiştir.

Problem artık fizibilite eye dayanmaktan çıkmış daha çok global ekonomi ile ilgili hale gelmiştir.

Piyasadaki tüm rakipler kendi ürünlerinin üstün performansından bahsetmekte lisede, Doğru şartlandırma sisteminin seçimi, her zaman prosesin gerçek kritik noktaları üstünde ve sistemin uzun dönemdeki işletim özellikleri hakkında derinlemesine bilgi sahibi olarak, gerçekleştirilebilir.

Yukarıda bahsedilen bilgilerin bir parçası olarak doğru sistem seçimi için aşağıda bahsedilen noktalarda dikkate alınması gereklidir.:

- Ham su kalitesi, mevcut veya oluşabilecek kirliliğin giderilebilmesi için uygun kimyasal ve fiziko kimyasal reaksiyonlar;
- Yeniden kullanım uygulamalarında üstüne çıkılması gereken su kalite standartları;
- Ham su ve ürün suyu kalitesini baz alarak alternatif ayırıştırma sistemlerinin masraflar (kuruluş,işletme, tamir ve bakım) dahil, performans karşılaştırması;

Pek çok uygulamada iki veya daha fazla ayırıştırma teknolojisi, pahalılık veya kalite barierine takılır.

Örneğin hiç kimse su uygun gibi görünsede tedbirsiz ön arıtım yapmaksızın bir ters osmos sistemini direkt kurmak istemez.

Uygulanabilir teknolojilerden en popüler olanları :

- Çok Katmanlı filtrasyon
- Mikrofiltrasyon
- Ultrafiltrasyon
- Nanofiltrasyon
- Ters osmos

Herkes bu teknolojilerin özellikleri hakkında bilgi sahibidir, bu çalışma sadece çok katmanlı filtrasyonu ve onun en gelişmiş şekli olan OFSY teknolojisi ile alakalıdır.

ÇOK KATMANLI SERİ FİLTRASYON TEKNOLOJİSİ

Filtrasyon teknolojisinin önceki aşamalarında kullanılan teknikler.

OSFY filtrasyon teknolojisinin üstün performansını kavrayabilmek için filtrasyon teknolojisinde atılan temel adımları ve bunların uygulamadaki sınırlılıklarını hatırlamak gerklidir.

- Tek tabakalı kum filtrelerinden çok tabakalı tasarım.

Çok tabakalı filtrelerin dizaynı filtrelerin kir tutma kapasitelerinde (aynı basınç düşümüne karşılık gelen) büyük bir artış getirmiştir, bu şekilde derin filtreleme (depth filtration) denilen yöntemler gelişmiştir.[1]

Gerçekte tabakaların boyutları değiştirilerek tek kademeli kum filtrelerinde görülen yüzey tıkanmasından kaçınmak mümkündür.

- Fiziksel bariyerden fizikokimyasal reaktör konsepti

Bu; filtrasyon prosesi derinlemesine keşfedildikten sonra gerçekleştirilmiş en büyük sıçramadır. Filtrasyon genelde çökelme işleminden sonra kullanılan bir işlem olarak görülür. Filtreyi oluşturan tabakalar birer süzgeç görevi görür.

Filtrasyon verimi tabakalardaki gözeneklerin büyüklüğü ile sudaki askıda katıların (topaklaşmış katıların) mekanik direncine bağlıdır.

Bu yüzden optimizasyon, topaklaşmış kirleticilerin karakterleri ile ortam karakterleri uyumlu hale getirilerek sağlanmakta, çökelme, gözenekten geçirme, ayırıştırma için kullanılacak yegane mekanizmalar olmaktadır.

Hareketten dolayı var olan kuvvetlerin (farklı şekil ve ağırlıktaki parçalara farklı etkiyen) birleşme meydana gelmeden önce önemli rol oynadıkları keşfedildi. Bu sayede topaklaşmış parçacıkların filtre ortamının her tanesine yapıştığı temassal flokülasyona dayanan filtreleri kullanmak mümkün oldu.[2]

Bu yöntemle sağlanan verim artışı Brezilya su işleri tarafından çok iyi anlaşıldı ve eski (çökeltme + filtreleme) işlemi yerine direkt filtreleme (ön çökeltme, ön toplama olmaksızın iki ortamlı filtre kullanımı) yöntemine geçerek 80 li yılların sonlarında kapasitesini ikiye katladı.

Ayrıca mevcutta bulunan durultma tankları filtrelerin ters yıkama sularının arıtılmasında kullanıldı. (3)

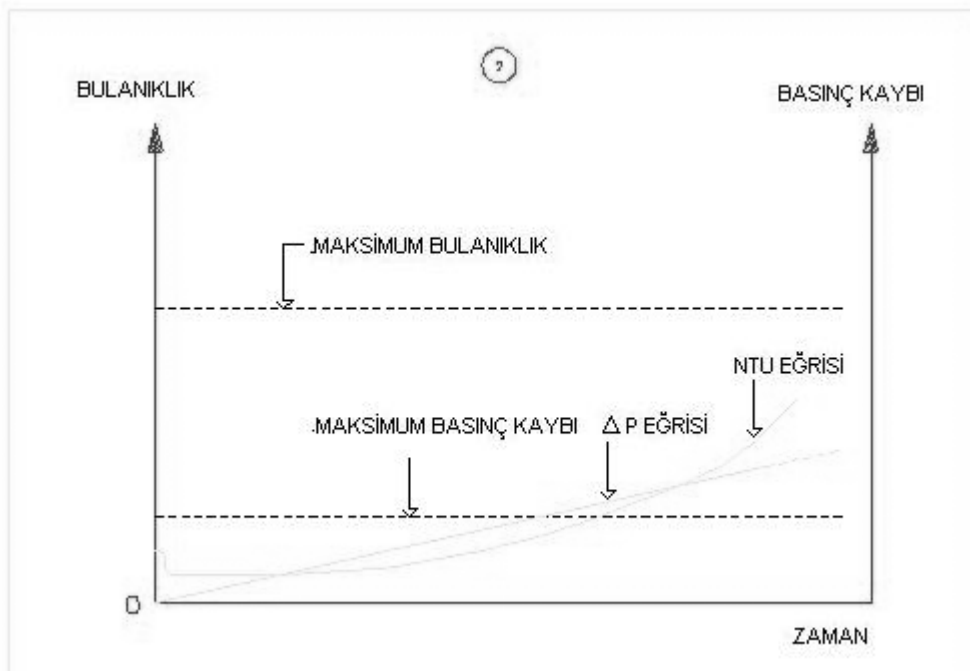
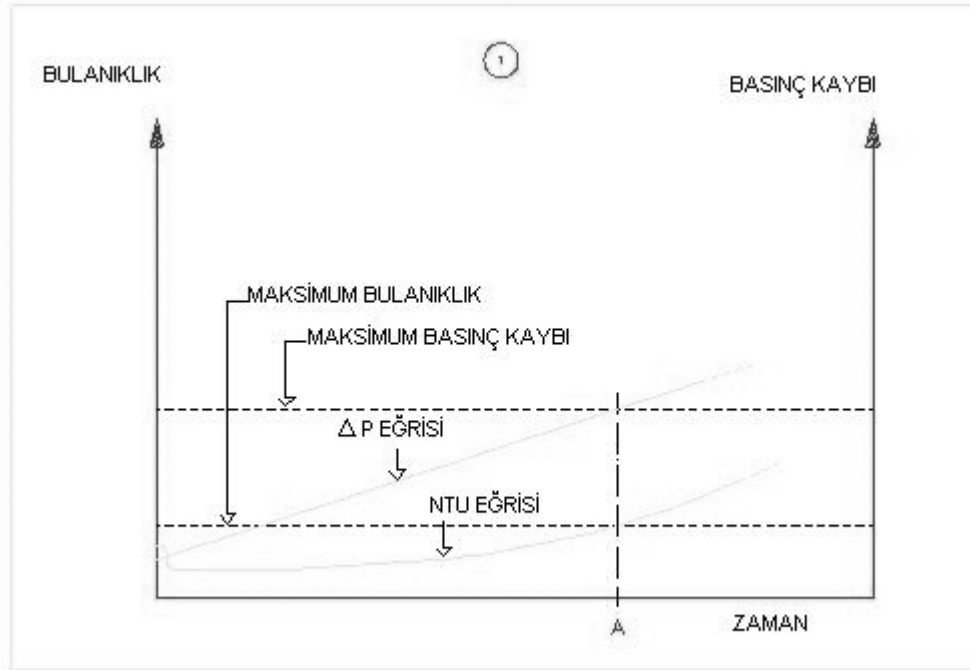
- Cazibeli filtrelerden basınçlı filtrelere

Enerji tasarrufu sebebiyle cazibeli filtreler çok alanda tercih edilse bile, basınçlı filtreleri pek çok alanda çok daha verimlidir, çok daha uzun bir filtreleme süresiyle birlikte tutulan kirletici miktarında da (daha yüksek ham su bulanıklık değerlerinde bile çalışma imkanı) üstünlük sağlamaktadır.

Temel gelişmelere rağmen çok katmanlı filtrelerin kullanımları, askıda katı madde miktarındaki değişmelere ve hertürlü hidrolik bozucu etkiye karşı olan hasaslıklarından dolayı sınırlı kalmıştır. Bu da partiküllerin filtre yatağındaki bir sızıntı gibi, filtreboyunca derinlemesine nüfuz etmelerinden kaynaklanır.[4]

Bir filtrenin optimal çalışmasından en yüksek basınç düşümü ve en yüksek turbidite kendiliğinden ulaşıldığında konuşulabilir. Genel bir deneyim olarak, basınç düşümü farkedilemeden önce, bulanıklıkta bir sıçramaya rastlandığında; özellikle farklı kaynaklardan gelen sular kullanıldığında, görülmektedir. (2)

Bu da pratikte sistemin çıkışı kalitesinde düşüş demektir



Seri filtrasyon: Temas filtrasyonu ile filtrasyon işleminde önemli bir adım.

Bir önceki kısımda tek filtreden oluşan, temas flokülasyonuna dayalı direkt filtrasyonun sınırlamaları üzerinde durulmuştu. Bu OFSY seri filtrelemenin sıradan ikili filtrelemeye göre ne kadar üstün bir adım olduğunu gösterebilmek içindir.

- İlk sebep tek filtreden oluşan sistemin optimizasyonunun imkansız olduğunu gösteren araştırma sonuçlarıdır.

Daha net ortaya koymak gerekirse, bulanıklık yükselmesi maksimum basınç düşümünden çok önce gerçekleştiği için filtreyi tam kapasitesini kullanmadan çok erken ters yıkamaya alma zorunluluğu vardır.

Pek çok araştırmacının deneysel sonuçlarla verdiği farklı sınırlar dışında ham suda gerçekleşebilecek bulanıklık değişimlerine karşı tek filtreli sistemin güvenilir olmadığı ortaya konulmuştur.

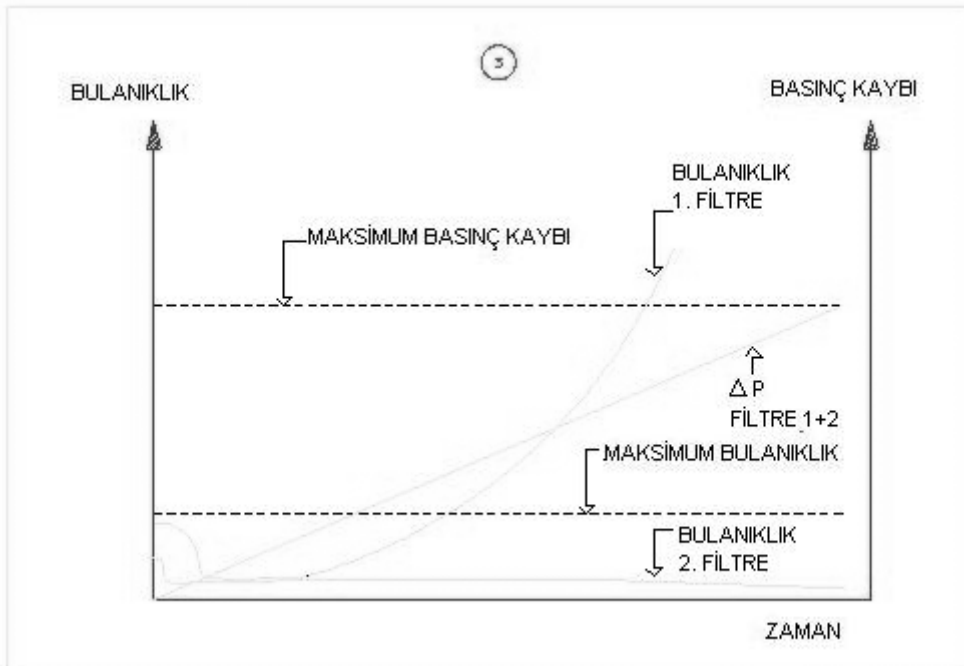
Sonçta daha güvenilir şekilde uzun süreli su elde edimi için iki filtreyi seri halde kullanma fikri ortaya çıkmıştır. Bu uygulamada beklenen ikinci filtrenin girişindeki kirlilik miktarı düşük olduğundan sadece bitirme işlemi için kullanılacağıydı, gerçekte iki katı kapasite elde edimi ve daha temiz bir su beklenirken, verimde de (tutulan kirlilik miktarı ve çevrimin duruşları bakımından) beklenenin çok üstünde artışlar elde edildi.

- Araştırmalar bu üstün performansı doğuran sebepleri aşağıdaki şekilde açıklamıştır.
- Birinci filtreyi terkeden katılar daha ufak ve homojen boyutludur, buda kopma (detachment) fenomeninin oluşumunu en aza indirir. Filtreyi oluşturan taneciklere yapışarak film oluşturmuş kirliliğin gelen yeni kirletici partikül etkisiyle taneden ayrılmasının önüne geçilmiş olunur.
- İkinci ve çok daha önemli olarak ilk filtreden sızan bulanıklığın elektromekanik doğasının ham sudaki bulanıklığa göre çok farklı olduğu görüldü. (5)

Özellikle Zeta potansiyeli sanal olarak tamamıyla nötrlenir bu da kalan bulanıklığın özel bir şekilde yeniden şartlandırılmasını mümkün kılar.

Bu özelliğin kazanılabilmesi için normalde zayıf anyonik veya nonionik polimer kullanımı gerekmektedir, bu özellikle birlikte metal koagülasyon (alüminyum veya demir tuzları) malzemelerinin kullanımı yeni bağlar oluşturduğu için sıradışı sonuçlar elde edilebilmektedir.

Aşağıdaki resimde filtrenin kullanım verimliliği açısından tüm sonuçlar sunulmuştur.

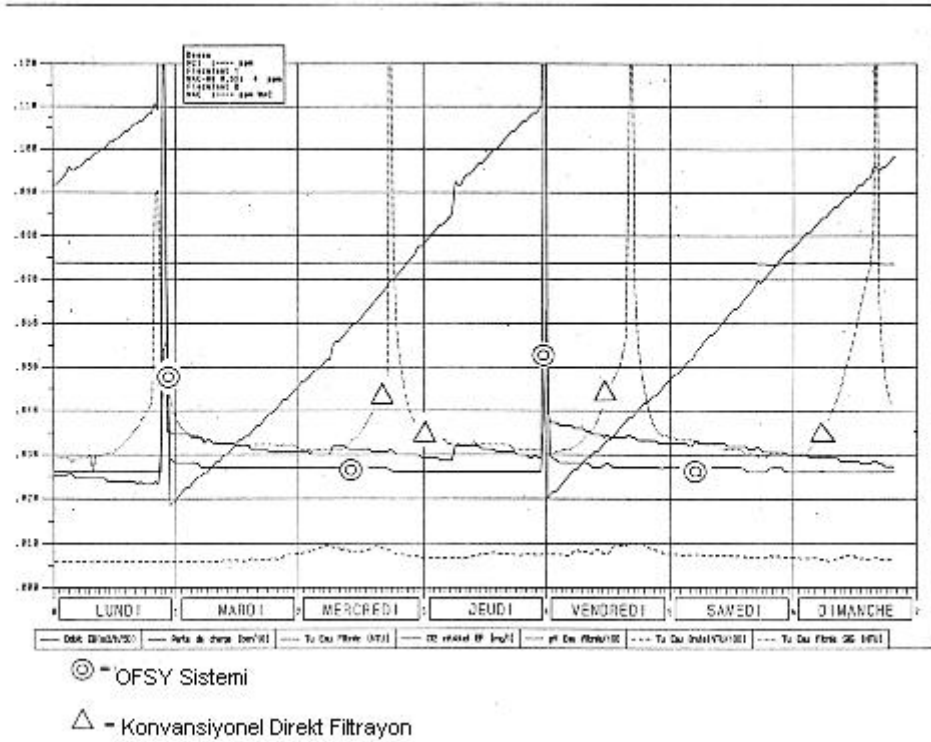


Ek olarak OFSY ham sudaki türbidite değişimlerine ve hidrolik bozuculara neredeyse duyarsızdır. Sonuçta çok geniş türbidite değişim aralıklarında bile kimyasal dozajını değiştirmeden güvenilir sonuçlar elde etmek mümkündür.

Konvansiyonel direkt filtrasyon sistemleri ile bulanıklık giderme açısından karşılaştırma:

a) Bulanıklık Giderme

Geneva (CH) su işlerinin bir yıllık bir period boyunca yaptığı testlerle mevcut konvansiyonel direkt filtreleme ile OFSY sistemi karşılaştırılmıştır. Kaydedilen bulanıklık sonuçları aşağıdadır. [6]



Bilinmektedirki tekli bir filtrenin olgunlaşma dönemine ihtiyacı vardır yani kabuledilebilir bulanıklık limiti olan 0.2 NTU ile optimum kaliteyi gösteren 0.1NTU arasında saatler süren bir süre ile çalıştıktan sonra optimum kaliteli su üretir yine ara bir dönemden sonra en yüksek basınç düşümüne ulaşmadan bir bulanıklık sıçraması yaşar ve artık ters yıkama yapılması gereklidir. Bunun karşısında OFSY sistemi ise birkaç dakika içinde optimum kalitede su üretmeye başlar ve uzun süren çevrimi boyunca buna devam eder çevrim sonu enyüksek basınç kaybı olan 0.7 bara ulaşması ile sonlanır.

b) Bulanıklık ve partikül sayısı

Günümüzde yüzey suyu arıtımı artan bir şekilde mikrobik patojenlerin bulunma ihtimali ile ilişkilendirilmektedir.(protozoa, metazoa, etc.). Bunlarda su şartlandırma pratiğinde belirli boyutaki suda askıda katı maddeler olarak değerlendirilirler. Gerçek partikül sayısı ile bulanıklık düzeyinin direkt bağlantılı olmaması sebebiyle, türbidite kontrolü, içme suyunun hijyenik olarak emniyetli olduğuna dair bir baz olmamaktadır.[7][8]

ÇALIŞMA ZAMANI	BULANIKLIK NTU	PARTİKÜL/ml 2-125 µm
10'	0.25	652
1 h	0.15	157
9 h	0.05	80
32 h	0.08	254
38 h	0.11	552

Dolayısıyla direkt filtrasyondaki olgunlaşma ve erken sıçrama evreleri mikroorganizmalar ve aynı boyutdaki askıda katı maddelerin sızması için çok riskli dönemler teşkil etmektedir.

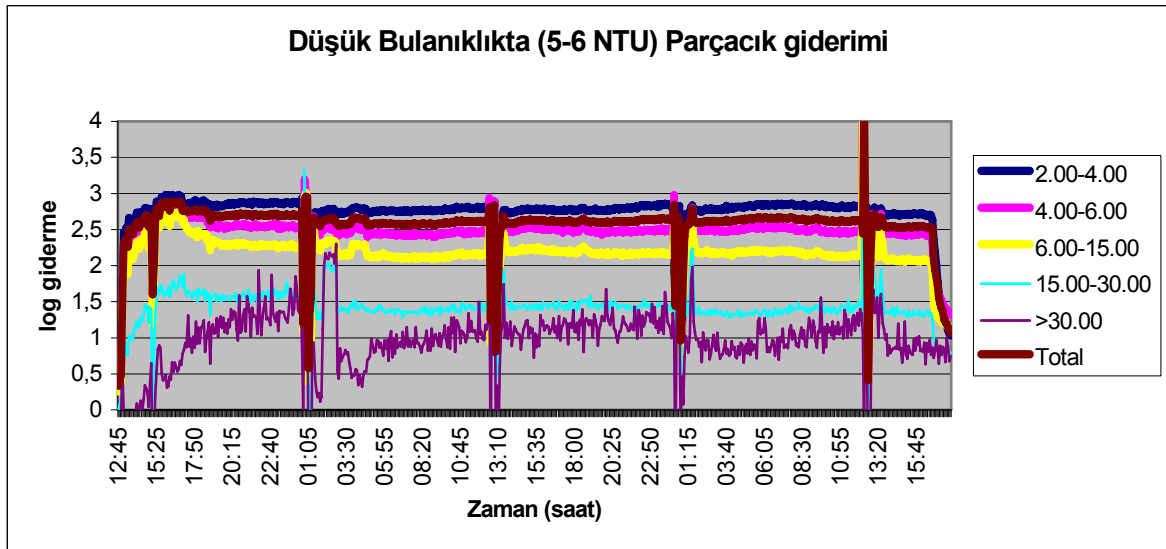
c) Partikül giderilmesi

OFSY sisteminin partikül giderme kapasitesi ile bağlantılı olarak ,OFSY sistemi ile aynı türbiditede olduğu gibi sürekli optimum kalite limitlerinin sağladığı ispatlanmıştır.[9]

Ek olarak, kanıtlanmıştır ki çok az bir kimyasal dozajı ile çok büyük miktarlarda türbidite giderimi mümkün olmaktadır.

İki grafiği karşılaştırırken aşağıdakilere dikkat edilmesi faydalıdır.

- Çok yüksek türbiditeye sahip ham suların kullanılması sırasında, çok büyük miktardaki partiküller sebebiyle toplam giderme kapasitesi açıkça daha yüksektir. Pratikte ürün suyu kalitesi ham sudaki değişimlerden bağımsız olarak aynı kalır.
- Sonuçlar büyük ölçüde kirletici partiküllerin boyutlarının dağılımına bağlıdır. (doğal türbidite genelde 4ten 30 mikrona kadar geniş partiküller tarafından arttırılmaktadır.
- En lineer ve sabit şekilli eğriler bile 15 mikrometreden büyük partiküller tarafından etkilenmektedir, buna karşın 2-4 mikrometre boyutundaki partiküllerin sayısı , artan türbiditeden nerdeyse hiç etkilenmemektedir.
- Son olarak eğer test ön kabul süresi olan 12 saat den daha uzun sürdürülürse servis çevriminin sonunun güvenli bir şekilde artan türbiditeyle tespit edilebileceği görülür.



ORTALAMA SONUÇLAR

	HAM SU	FİLTRE EDİLMİŞ SU	% GİDERİM	LOG GİDERİM
Bulanıklık NTU	5.6	0.07	98.75	1.9
Tanecik sayısı				
Toplam	8.684	22	99.75	2.6
2 – 4 µm	6.441	10	99.84	2.8
4 – 6 µm	1.280	4	99.68	2.5
6 – 15 µm	906	6	99.34	2.2
> 15 µm	57	2	98.25	1.45

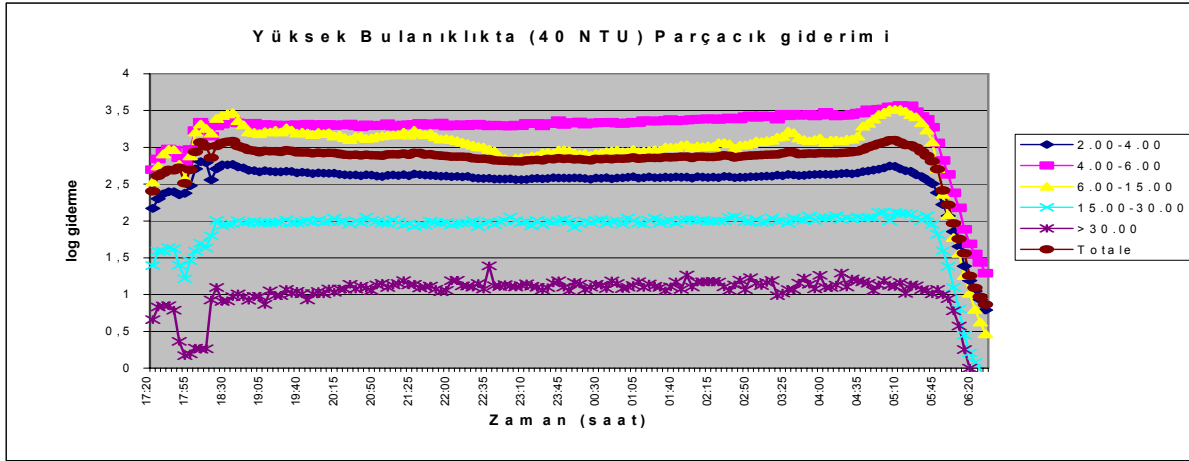
İşletme Şartları:

Filtrasyon Hızı: 22 m³/m² x h

Kimyasal Dozajı:

PAC (Aluminium polychloride): 8 mg/l (0.51 mg/l Al)

PF 81 (Non ionic polymer): 0.02 mg/l.



ORTALAMA SONUÇLAR

	HAM SU	FİLTRE EDİLMİŞ SU	% GİDERİM	LOG GİDERİM
Bulanıklık NTU	40	0.08	99.80	2.7
Parçacık Sayısı				
Toplam	14940	21	99.86	2.85
2 – 4 µm	5130	13	99.75	2.61
4 – 6 µm	5993	2	99.96	3.40
6 – 15 µm	3854	3	99.91	3.07
> 15 µm	233	3	98.40	1.89

İşletme Şartları:

Filtrasyon Hızı: 21,5 m³/m² x h

Kimyasal Dozajı:

PAC (Aluminium polychloride): 8 mg/l (0.51 mg/l Al)

PF 81 (Non ionic polymer): 0.02 mg/l.

Pıhtılaştırma ve adsorpsiyonla kirletici giderilmesi

OFSY sistemi ile filtrasyon işleminin doğru kullanılması direkt filtreleme işleminin kullanım limitlerinin literatürde kayıtlı örneklerin çok ötesine genişlemesine imkan vermiştir.

Özel olarak OFSY filtreleme sistemi pıhtılaştırma ve adsorpsiyon mekanizmaları ile birlikte çok yüksek miktarlarda kimyasal kullanımı gerektiren ve çökeltme basamağına ihtiyaç duyan sistemlerin yaptığı arsenik giderme , doğal renk giderme gibi özel proseslerde de kullanılmaktadır.[10][11]

Subotica Belediyesi Arsenik Arıtımı

Debi: 1800 m³/h
Ham Sudaki Arsenik Miktarı: 80-120 µg/l

Çalışma esnasındaki OFSY performansı

İşletme şartları : Fe=2 mg/l + PF 81 polymer=0.02 mg/l
Filtrasyon Hızı : 20 m³/m²xh

I. Filtre çıkışındaki Arsenik: <5-10 µg/l
II. Filtre çıkışındaki Arsenik: <5 µg/l
I. Filtre çıkışındaki Demir: 0-2.0 mg/l
II. Filtre çıkışındaki Demir: 0.02 mg/l
Çalışma süresi sonundaki basınç kaybı : 0.4 bar

NORWAY (Sarpsborg + SorOdal) Renk Arıtımı

Filtrasyon Hızı: 15 m³/m²xh

Parametre	SARPSBORG		SOR ODAL	
	IN	OUT	IN	OUT
Bulanıklık NTU	30-36	<0.1	0.8-1.2	<0.1
Renk (Pt-Co)	50-80	<5	135-150	5-10
Organik Madde (Kubel) mg/l KmnO4	24-38	8	-	-
Kimyasal Dozajları				
-Alum	18		25	
Aktif Silika	1.12		2.5	
Çalışma Saati	9		6	
Max. Basınç kaybı 0.9 bar olana kadar				

SUYUN GERİ KAZANIMI İÇİN OFSY UYGULAMALARI

OFSY' nin başarısı sadece yüksek veriminin sonucu değildir, bunun yanında OFSY'nin çok yüksek kullanım esnekliğine sahip olması ve çok küçük kullanımlardan binlerce metreküp/saat debiye sahip dev tesislere kadar kullanılabilmesindedir,onun bu başarısı tüm dünyada 1000 taneyi aşan kullanımı ile kanıtlanmıştır.

Pek çok birbirinden farklı uygulamada , her türlü çözünmemiş partikülden(ham suda olan veya, reaksiyon sonucu ortaya çıkan partiküller) kaynaklanan problemlerin çözümünde kullanılmaktadır.

Potabilizasyon işleminde bile en popüler yardımcı işlemcidir, OFSY endüstriyel uygulamalarda (Soğutma kulesi su çevrimleri, ters ozmoz öncesi ön arıtım,..) hatta lağım ve atıksuların yeniden geri kazanımında bile kullanılmaktadır.

İleride anlatılacak uygulamalar OFSY sisteminin sıradışı kullanımlarıdır, rutin uygulamalara değinilmemiştir.

Örnek olarak Kıbrısta nerdeyse tüm otellerin, bahçeleri, golf sahaları için oluşturdukları kendi su geridönüşüm sistemleri vardır. Su kullanımını azaltmak için yönetim tarafından seri filtreleme kullanımı yeni yapılan binalara önerilmektedir.

Yine OFSY atık suları yasal sınırlar dahiline indirmek için bir son işlem olarak da sıkça kullanılmaktadır.(örn.:nehre boşaltım öncesi tropik potansiel azaltımı için,fosfat giderilmesi)

Bazzano Belediyesi

Kötü Çalışan Arıtmadan Çıkan Suyun Gerikazanılıp Yeniden Kullanımı.

Uygulamanın Tanıtımı: Bazzano belediyesinin atık arıtımı için kullandığı sistem, dış hidrolik etkilerden dolayı, (yağmur,..) çökeltme tankından aktif çamur sızıntısına çok yatkındır.

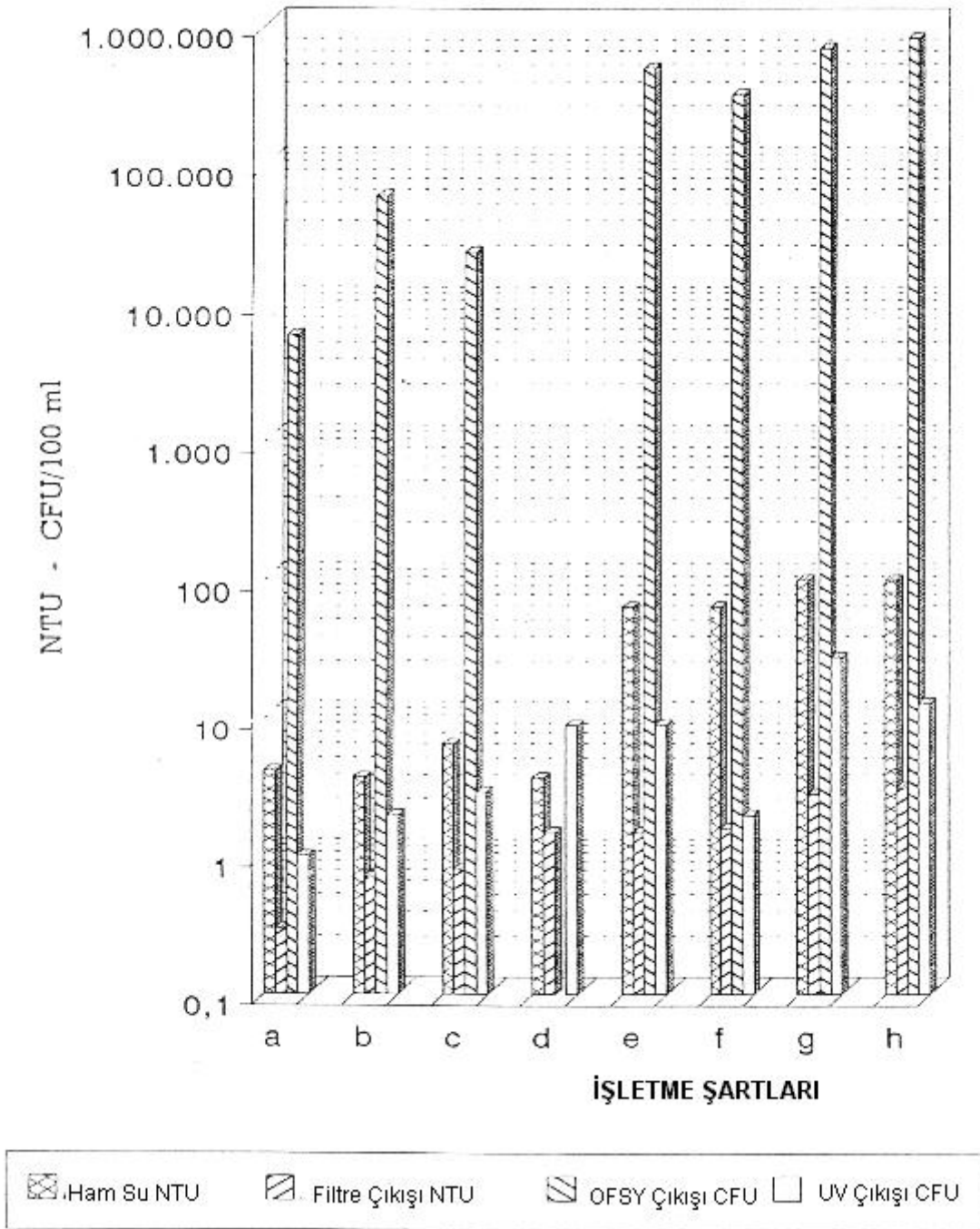
Dolayısıyla atık şartlarını sürekli olarak sağlayamamaktadır, üstelik su arıtma tesisinin altındaki küçük bir dereden, tarımsal sulama için yararlanılmaktadır, buda olaya hijyenik bir sorun boyutu katmaktadır. Belediye problemin OFSY filtrasyonu ve ardından UV dezenfeksiyonu kullanarak çözümünü sağlamıştır.

Tesis karakteri:

Toplam tasarım debisi	: 1760 m ³ /saat
OFSY	: Her biri 40 m ³ /saat olan iki paralel hat
Filtrasyon hızı	: 12 m ³ /m ² xh
Kimyasal Dozajı	: PAC (PoliAlüminyumpoliklorid) 10 mg/l (0.6 mg/l Al)
Arıtma felsefesi	: sistem normal olarak 12 saatte bir ters yıkama yapıyor Ayrıca basınç kaybı 0.7 bar'ı geçerse yada bulanıklık 3 NTU'yu geçerse sistem otomatik olarak ters yıkama yapıyor

Tesisin Performansı:

Kimyasal şartlandırma normal şartlar altında (Ham su bulanıklığı 5-10 NTU arasında) , daha yüksek bulanıklık değerlerinde(100 NTU ya kadar) olduğu gibi dozajı ayarlamaya gerek kalmadan, suyun bulanıklığını 1NTU'nun altında tutmak üzere tesis edilmiştir. Yukarıdaki şekiller bulanıklık giderimi (OFSY tarafından) ve mikroorganizma aktivitesinin ortadan kaldırılmasının verimlerini göstermektedir. Şekilde gösterilmemiş olsa da OFSY sisteminin ortalama mikroorganizma giderme kapasitesi %88 dir.(yüksek %97 – düşük % 80)



Carpi Belediyesi Tekstil Konsorsiyumu

Uygulamanın Tanıtımı:

Carpi kasabası italyan tekstil sanayinin önemli merkezlerinden biridir. Carpi kasabasının atık suyu bir atıksu ağına bağlıdır ve ordanda belediyenin biyolojik arıtma tesisine bağlanmaktadır. Arıtım sonuçlarının bütün olarak incelendiğinde iyi olmasına rağmen suda hala kanunen belirlenmiş sınırların üzerinde renk bulunmaktadır.

Ek olarak tekstil endüstrisi çok büyük miktarda kuyu suyu için bir hat yaptırmıştır ki buda ağır çökme (heavy subsidence) fenomenine yol açmaktadır.

Endüstri ve belediye arasında atık suyun geri kazanımı (tüm akış için renk giderimi ve yeniden tekstil üretiminde kullanılacak bölüm için son parlatma) üzerine bir antlaşma yapılmıştır.

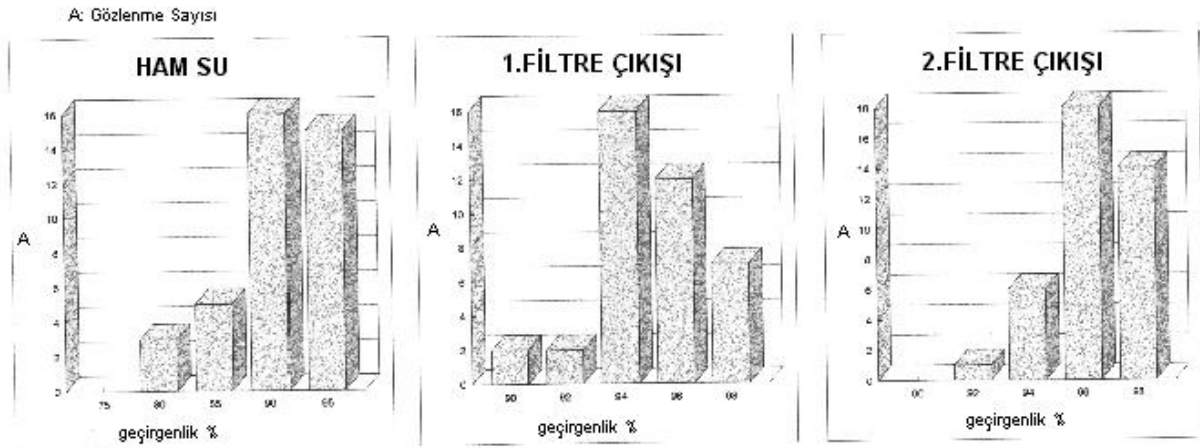
Altı ay süren çalışmalar boyunca arzulanan iki hedefinde gerçekleştirilebilmesi için atık suyun şartlandırılması ve tekstil endüstrisinin istediği çok sıkı şartları sağlayabilmesi doğrultusunda pek çok deneyler yapılmıştır.

Sonuç olarak tesis 1997 de kurulmuştur.

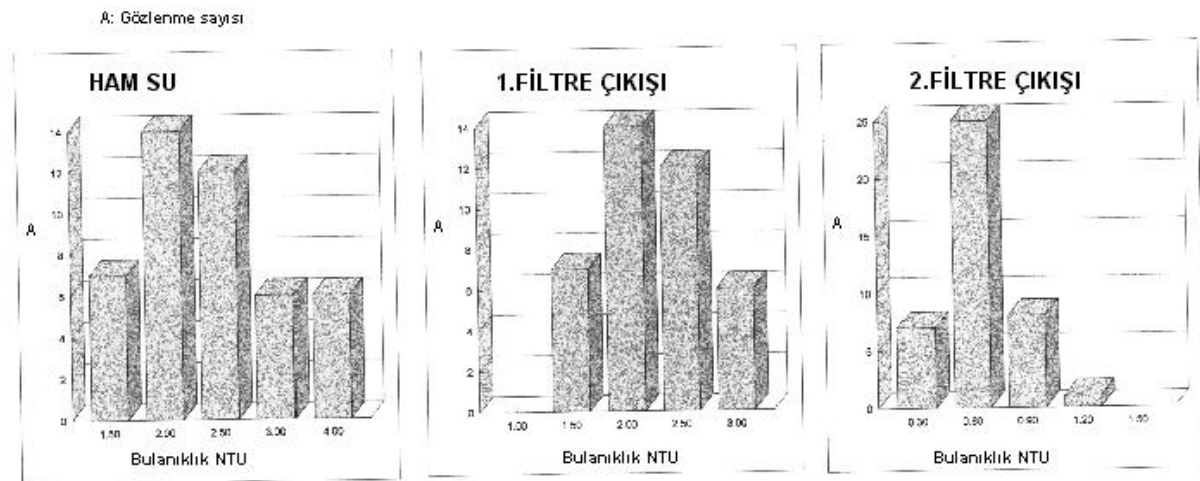
Tesis karakteri.

Toplam Arıtılan Su	: 40.000 m ³ /gün
Endüstrilere Giden Su	: 14.000 m ³ /gün
OFSY	: Her biri 400 m ³ /saat olan 5 paralel hat
Filtrasyon hızı	: 15 m ³ /m ² xh
Kimyasal Dozajı	: PF 90 C (katyonik polimer) 15 mg/l PF 81 (non-iyonik polimer) 0.02 mg/l

Renk Frekans Tabloları



Bulanıklık Frekans Tabloları



OFSY filtrasyonunda Mikrokirletici Giderimi

PARAMETRE	HAM SU (biyolojik arıtma çıkışı)	OFSY FİLTREASYONU ÇIKIŞI	% ARITIM
Mangan mg/l	0.08	0.06	25
Kurşun mg/l	0.1	0.057	43
Çinko mg/l	0.046	0.025	46
Krom mg/l	0.012	0.009	25
Nikel mg/l	0.022	0.02	10
Demir mg/l	0.126	0.072	43
KOI mg/l O2	52	41	21
Toplam P mg/l	3.7	1.8	51

OFSY filtrasyonunda Mikrobiyolojik kalite

PARAMETRE	HAM SU (biyolojik arıtma çıkışı)	OFSY FİLTREASYONU ÇIKIŞI	% ARITIM
Toplam Koliform	3.4×10^5	6.6×10^4	80.6
Fecal Koliform	5.7×10^4	1.0×10^4	80.0
Fecal Streptokok	4.0×10^2	6	98.5
Bakteriyofaj anti E. koli	1.5×10^3	1.15×10^3	23
Toplam Sayım 37 C	4.8×10^4	1.4×10^4	71
Toplam Sayım 22 C	4.1×10^4	1.6×10^4	61

Lumezzane' De Kromat Giderilerek Suyun Yeniden Kazanılması

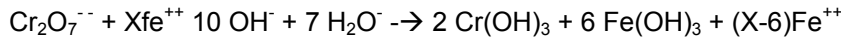
Uygulamanın Tanıtımı:

Lumezzane italyada silah (tabanca , tüfek) üretimi ile tanınan bir bölgedir. Geçmişte pek çok su kaynağı atık sular yüzünden kirlenmiştir.

Kuyu suları içerdikleri yüksek(90-110 mikrogram/litre) kromat(CrVI) yüzünden içme suyu olarak kullanılamaz duruma gelmişlerdir.

Burada yapılan çalışmalarla OFSY sisteminin hem filtre hemde kimyasal reaktör olarak çok başarılı bir şekilde kullanılabileceği kanıtlanmıştır.

Gerçekte ilk filtrasyon ünitesi aşağıdaki reaksiyonu yürütmek için kullanılmıştır.



Cr(OH)3 ve Fe(OH)3 ün çökelmiş formları birlikte giderilirken tüm Fe⁺⁺ çözünmüş olarak kalır. İki filtre arası oksidasyon ile demir de oksitlenir ve çözünemez forma dönüşüp ikinci filtre ile fazla demir de filtre edilir.

Tesis karakteri:

Toplam Arıtılan Su	: 2.000 m ³ /gün
OFSY	: 100 m ³ /saat tek hat
Filtrasyon hızı	: 18 m ³ /m ² xh
Kimyasal Dozajı	: FeSO ₄ x 7 H ₂ O Sodyum Hipoklorid

Tesisin Performansı

Ham sudaki Cr IV	: 90-110 µg/l
Aritılmış sudaki Cr IV	: Yok
Toplam Krom	: < 2 µg/l

KAYNAKLAR

- [1] T.D. LEKKAS, "Computer-Aided Design of Multilayer Water Filters", Filtration & Separation–Jan/Feb 1982 (26-36)
- [2] K.J. IVES, "Deep Bed Filtration: Theory and Practice", Filtration & Separation–Mar/April 1980 (157-166)
- [3] N.N, "Brasilia Changes Successfully to Direct filtration fot its Water Treatment Plant", Filtration & Separation–Mar/April 1990 (71)
- [4] R.R. TRUSSEL& al, "Recent Developments in Filtration System Design", J AWWA – Dec. 1980 (705-710)
- [5] A. ADIN & al., "The Application of Filtration Theory to Pilot Plant Design", J AWWA – Jan. 1979 (17-27)
- [6] D. FERRARI & al., "Experience of Lake Water Potabilization (Lake Lemana)", Water Filtration Congress – Ostenda (B) March 1993
- [7] S. HATUKAI & al., "Patricle Counts and Size Distribution in System Design for Removal of Turbidity by Granular Deep Bed Filtration", Wat. Sci. Techn. IAWQ – Apr. 1997 (225-230)
- [8] L. COCCAGNA, "Water Hygienicity, Turbidity and Particles Count", SNOP Congress – Sardara (I) Feb. 18 , 1995
- [9] L. COCCAGNA, O. CONIO, G. ZIGLIO, "Particles removal from Surface Water ", Unpublished Research Report AMGA – Genova 1998
- [10]L. COCCAGNA & al., "Arsenic Removal by Direct Filtration", Filtration & Separation – Jul/Aug. 1986 (227-230)
- [11]L. COCCAGNA & al., "Removal of Colour from Surface Water by Means of In-series Direct Filtration at High Velocity", 3rd Mediterranean Congress on Chemical Engineering", Barcelona (E) Nov. 19-21, 1984
- [12]A. NASO, F. RUGERRI, "New Disinfection Technologies for the Recovery of Sewage Treated Water", ANDIS Biennial Congress – Palermo(I) – Sep. 21-23, 1993
- [13]CARPI MUNICIPALITY, "Experimental Tests with Pilot Plant for the Recovering and Reuse of Sewage Water" 1995.

ÖZGEÇMİŞ

Luciano COCCAGNA

Endüstriyel Kimya Mühendisi olan yazar ilk olarak PANIGAL S.p.A.'da yağ ve deterjanlar konusunda çalışmaya başladı. Daha sonra 3M firmasında photo-sensitive malzemeler konusunda bir süre çalıştıktan sonra W.P.E. firmasında atıksu arıtımı ve kanalizasyon konularında 6 yıl çalıştı.

1977 yılında Culligan İtalyana S.p.A.'da AR-GE departmanında çalışmaya başlayan yazar şu anda Culligan İtalyana S.p.A.'da AR-GE müdürüdür. İçme suyu, Endüstriyel kullanım suyu ve Geri Kazanım konularında uzman olan yazar halen uluslararası bir çok önemli görevde de bulunmaktadır. İtalya Su Birliği Genel Başkanlığı, CEN (Comite European de Normalisation) İtalya delegesi, İtalya Sağlık Bakanlığı Teknik Komisyon Üyeliği ve OMS-WHO Danışma Kurulu Üyeliği bu görevlerden bazılarıdır.

1995'den bu yana Trento Üniversitesinde "Su Arıtma Teknolojileriyle ilgili yayınlanmış 4 kitabı ve 19 makalesi bulunmaktadır. Ayrıca 60'dan fazla Uluslararası Kongreye konuşmacı olarak çağrılan yazar aşağıda verilen Birlik ve Enstitülere de üyedir.

- ANIMA Environment Industry Association – Milano (Italy)
- UNICHIM Milano (Italy)
- W.Q.A. Water Quality Association
- W.P.C.F. Water Pollution Control Federation (U.S.A.)
- I.W.S.A. International Water Supply Association, London (England)
- I.A.W.Q. International Assosiation on Water Qualty, London (England)
- The Filtration Society, London (England)
- ISA International, Brussels (Belgium)
- UNI Italian Normation Institute, Milano (Italy)
- SCI Italyan Chemistry Society

Osvaldo CONIO

Kimya ve Endüstriyel Kimya alanlarında eğitim gören yazar şu anda AMGA S.p.A'da Çevre Kalite Sorumlusu olarak çalışmaktadır. İçme suyu analizi, Çevresel analiz, On-Line Çevresel İzleme, içme suyu arıtımı ve Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Çevresel Uygulamaları konularında çalışmaları bulunan yazarın 11 tane yayınlanmış makalesi bulunmaktadır. Ayrıca yazar halen birçok değişik komite ve birliklerde görev yapmaktadır. UNICHIM komite başkanlığı, İtalya Sağlık Bakanlığı Alt Komite üyeliği ve ISWA İtalya delegeliği bunlardan bazılarıdır.