

## HDROZONE™

Ultra Düşük Sıcaklıkta Sterilizasyon (37–42 °C):

## Polimer Güvenliği, Lümen Performansı ve Klinik Sonuçlar

Hasan Tahsin ÖZBEK • Bülent DEVECİ • Yüksel ERGÜN

White Paper - **05.11.2025**

### ÖZET

Modern cerrahi ve endoskopi pratiğinde sterilizasyon, yalnızca mikrobiyal eliminasyon değil; aynı zamanda cihaz bütünlüğünün korunması ve klinik güvenliğin sürdürülebilirliği açısından kritik bir süreçtir.

Fleksibl endoskoplar, robotik cerrahi enstrümanları ve polimer ağırlıklı medikal cihazlar; ısıya ve oksidatif strese duyarlı yapıları nedeniyle sterilizasyon süreçlerinde özel gereksinimler ortaya koymaktadır.

Bu çalışmada, HDROZONE™ yaklaşımı; ultra düşük sıcaklık (37–42 °C) ve kontrollü reaktif kimya prensipleri temelinde değerlendirilmiş, polimer güvenliği, lümen içi sterilizasyon performansı ve klinik sonuçlara etkisi sistematik olarak ele alınmıştır.



### KEYLER

HDROZONE, Polimer, Lümen, TASS, Kalıntı, Toksikite, Mikroyapı, Biyofilm, Penetrasyon, Stabilitate

## GİRİŞ

Sterilizasyon teknolojileri, medikal cihazların güvenli kullanımının temel belirleyicisidir.

### Geleneksel yaklaşımlar:

- Yüksek sıcaklık
- Agresif kimyasal ajanlar üzerine kuruludur.

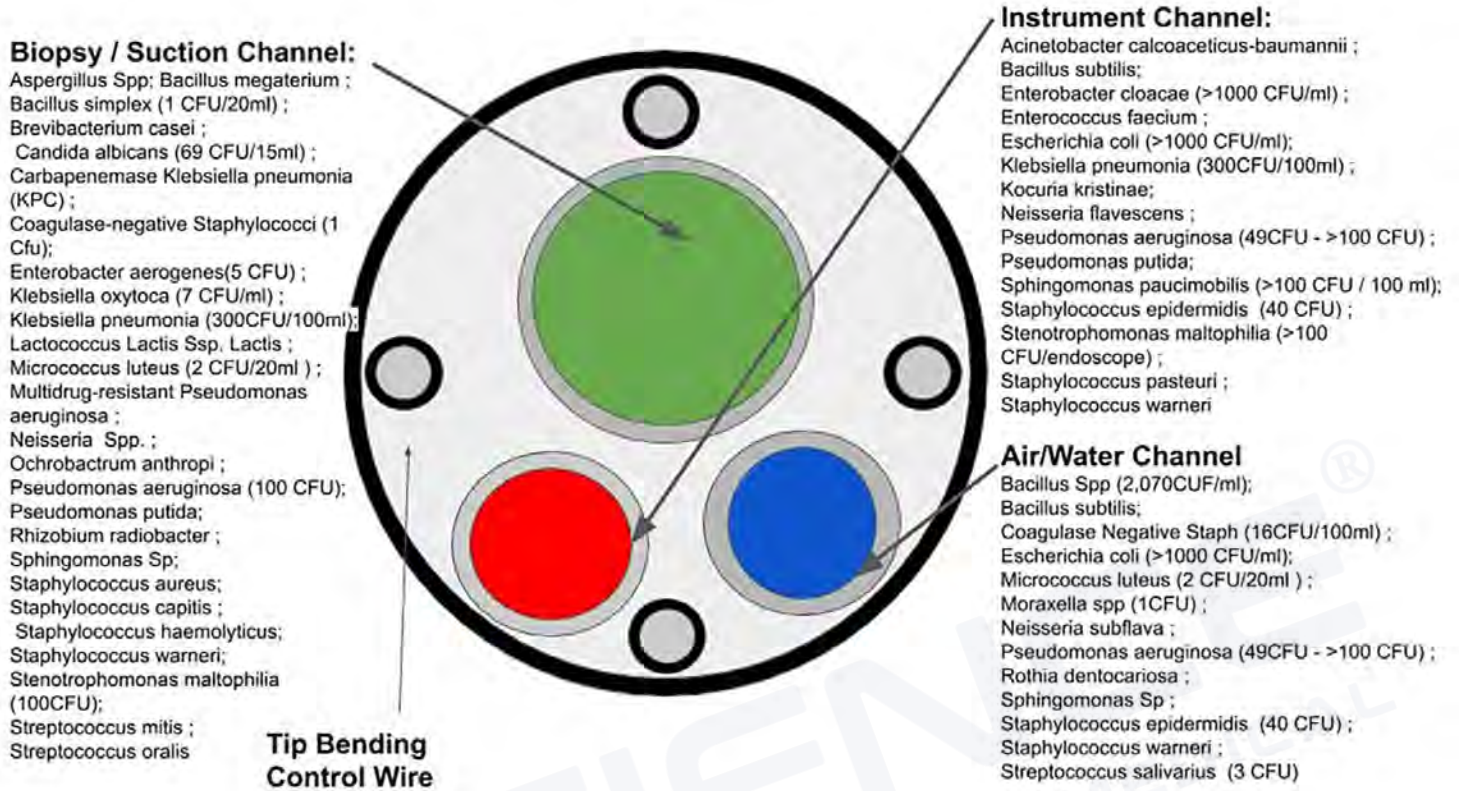
### Ancak günümüzde kullanılan medikal cihazlar:

- Fleksibl endoskoplar
- Robotik cerrahi enstrümanları
- Polimer bazlı kompleks sistemler olduğundan, klasik sterilizasyon yöntemleri ile tam uyum sağlanamamaktadır.

Bu durum, sterilizasyon etkinliği ile malzeme bütünlüğü arasında kritik bir denge ihtiyacını ortaya çıkarmaktadır.

## KLİNİK PROBLEMİN TANIMI





## Endoskop ve Polimer Çağı

**Modern cihazlar artık metal ağırlıklı değildir:**

- PEEK
- PTFE
- Silikon
- Elastomerler
- Optik fiber sistemler

**Bu materyaller:**

- Yüksek sıcaklığa duyarlı
- Mikroyapısal deformasyona açık
- Kimyasal strese hassas

## Sahadaki Klinik Riskler

**Klinik uygulamalarda gözlenen temel problemler:**

- Lümen içi sterilizasyon belirsizliği
- Endoskop hasarı (mikro çatlaklar)
- Görüntü kalitesinde bozulma
- TASS riski
- Tekrar kullanım güvenliği

Bu durumlar doğrudan klinik sonuçlara yansımaktadır.

# ULTRA DÜŞÜK SICAKLIK (37–42 °C): KRİTİK EŞİK

## Mevcut Sistemlerin Sıcaklık Aralığı

### Birçok düşük sıcaklık sistemi:

- 45–55 °C aralığında çalışmaktadır

Bu aralık, polimerler için kritik eşik değerlerine yakındır.

## Polimerlerin Termal Davranışı

### Polimerler için temel kavram:

- Glass Transition Temperature (T<sub>g</sub>)

### T<sub>g</sub>'ye yaklaşıldığında:

- Zincir hareketliliği artar
  - Mikroyapı gevşer
- Deformasyon başlar

## 37–42 °C Aralığının Etkisi

### HDROZONE çalışma aralığı:

- T<sub>g</sub> altında kalır
- Zincir stabilitesi korunur
- Yüzey gerilimi değişmez

### SONUÇ:

- Mikro çatlak oluşumu engellenir
  - Optik bozulma oluşmaz
- Lümen iç yüzey stabil kalır

## POLİMER HASARI: KLİNİK ÖNEMİ

### Mikro Hasar Mekanizması

Yüksek sıcaklık ve oksidatif stres:

- Kılcal çatlak oluşumu
- Yüzey pürüzlenmesi
- Protein tutunması

### Klinik Etkiler

Bu hasarlar:

- Biyofilm oluşumuna
- Sterilizasyon direncine
- Enfeksiyon riskine neden olur.

## HDROZONE™ YAKLAŞIMI

**HDROZONE yaklaşımı:**

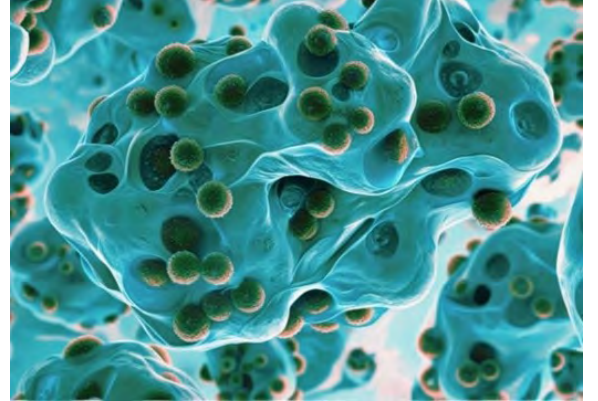
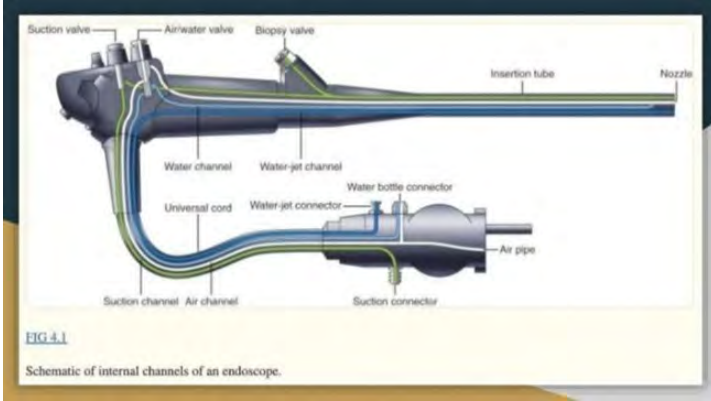
- Düşük sıcaklık
- Kontrollü oksidasyon
- Stabilize reaktifler temelinde çalışır.

**Klinik etkiler:**

- Yüzey korunur
- Cihaz ömrü uzar
- Tekrar sterilizasyon güvenliği artar



# LÜMEN İÇİNDE STERİLİZASYON



## Kritik Klinik Problem

Endoskopların en zayıf noktası:

- Lümen iç yüzeyleridir

## Mevcut Sistemlerin Sınırlamaları

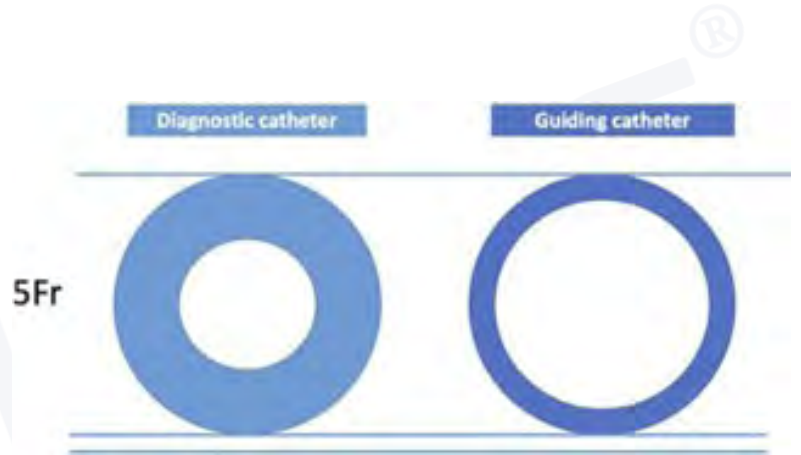
- Gaz ilerledikçe etkisini kaybeder
- Uç noktada sterilite düşer

## HDROZONE Yaklaşımı

- Reaktiflerin yönlendirilmesi
- Merkezde taşınması
- Yüzey kaybının azaltılması

## SONUÇ:

- Derin penetrasyon
- Homojen sterilizasyon



## Kalıntı ve Toksikite

### Sterilizasyon sonrası kalıntılar:

- Doku irritasyonu
- Toksik reaksiyon
- TASS oluşturabilir.

### HDROZONE yaklaşımı:

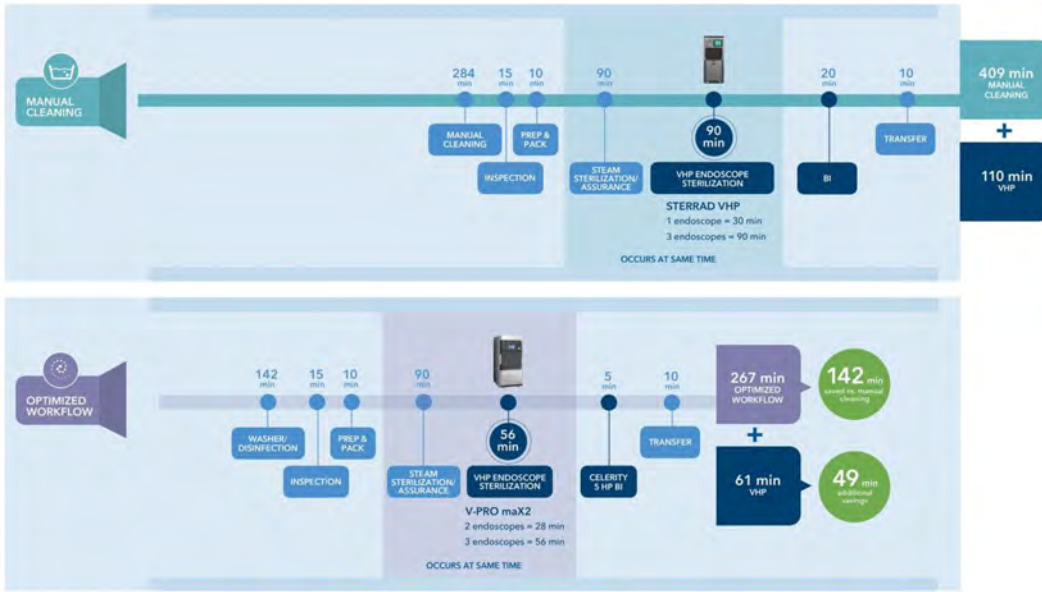
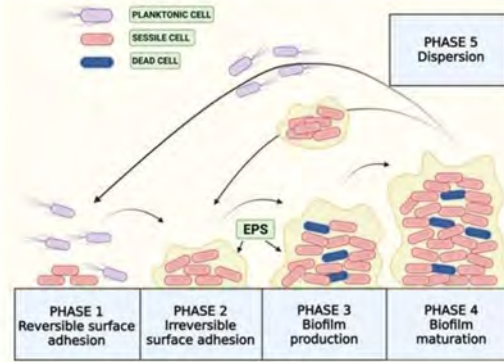
- Reaktiflerin süreç sonunda parçalanması
- Kalıntının minimum seviyeye inmesi

## SONUÇ:

- Hasta güvenliği artar
- Komplikasyon riski azalır

# KARŞILAŞTIRMALI KLİNİK DEĞERLENDİRME

Sterilisation methods		Compatibility with delicate instruments	Low power consumption	Toxic exhaust residues	Short cycle times	Cost-effective	In-situ supply	Notes
		High-Temp.	Low-Temp.	High-Temp.	Low-Temp.	High-Temp.	Low-Temp.	
UV-C	High-Temp.	Red	Green	Green	Green	Green	Green	Most popular technique but not suitable for delicate instruments
EtO (C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> O)	Low-Temp.	Green	Green	Red	Red	Yellow	Red	Ineffective where the UV light does not reach
MediPlus RONS	Low-Temp.	Green	Green	Yellow	Green	Green	Green	Extremely toxic exhaust residues released into environment during every cycle, necessitating long airing-out times
								MediPlus enables in-situ RONS generation, such as hydrogen peroxide, for cost-effective solutions in a fraction of the time of traditional cycles



## Pazar oyuncuları:

- Advanced Sterilization Products
- STERIS

Kriter	Klasik H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> Sistemleri	HdrOzone
Sıcaklık	45–55 °C	37–42 °C
Polimer etkisi	Riskli	Kontrollü
Lümen performansı	Sınırlı	Geliştirilmiş
Kalıntı	Mevcut olabilir	Minimize
Nem etkisi	Problemlili	Tolere edilebilir

## KLİNİK KULLANIM FAYDALARI

### Endoskop Kullanımı

- Daha uzun cihaz ömrü
- Daha stabil görüntü
- Güvenli tekrar kullanım

### Cerrahi Güvenlik

- Enfeksiyon riski azalır
- Sterilizasyon güvenilirliği artar

### Operasyonel Süreklilik

- Daha az cihaz arızası
- Daha az tekrar sterilizasyon ihtiyacı

## KLİNİK SONUÇLARA ETKİ

### HDROZONE yaklaşımı:

- Hasta güvenliğini artırır
- Komplikasyonları azaltır
- Cihaz performansını artırır

## GELECEK PERSPEKTİFİ

### Sterilizasyon teknolojileri:

- Yüksek sıcaklık temelli sistemlerden
- Kontrollü kimya ve düşük sıcaklık temelli sistemlere doğru evrilmektedir.

## SONUÇ

### HDROZONE:

- Ultra düşük sıcaklıkta çalışır
- Polimerleri korur
- Lümen performansını artırır
- Kalıntıyı minimize eder

## RESMİ SONUÇ CÜMLESİ

Bu çalışma, HDROZONE sterilizasyon yaklaşımının fleksibl endoskoplarda mikrobiyal etkinliği sağlarken malzeme bütünlüğü, optik kalite, fonksiyonel performans ve kalıntı güvenliği açısından kabul edilebilir sınırlar içinde kalabileceğini değerlendirmek ve ultra düşük sıcaklıkta hasarsız sterilizasyon proses penceresinin tanımlanmasına yönelik teknik çerçeveyi ortaya koymak amacıyla hazırlanmıştır.



## KAYNAKÇA

Bu Daniela Trogolo, J. Samuel Arey, Peter R. Tentscher. Gas-Phase Ozone Reactions with a Structurally Diverse Set of Molecules: Barrier Heights and Reaction Energies Evaluated by Coupled Cluster and Density Functional Theory Calculations. *The Journal of Physical Chemistry A* 2019, 123 (2) , 517-536. DOI: 10.1021/acs.jpca.8b10323.

1. Alexandra Fischbacher, Katja Löppenber, Clemens von Sonntag, and Torsten C. Schmidt . A New Reaction Pathway for Bromite to Bromate in the Ozonation of Bromide. *Environmental Science & Technology* 2015, 49 (19) , 11714-11720. DOI: 10.1021/acs.est.5b02634.

2. Yi Yang, Jin Jiang, inglin Lu, Jun Ma, and Yongze Liu . Production of Sulfate Radical and Hydroxyl Radical by Reaction of Ozone with Peroxymonosulfate: A Novel Advanced Oxidation Process. *Environmental Science & Technology* 2015, 49 (12) , 7330-7339. DOI: 10.1021/es506362e.

3. Janez Cerkovnik and Božo Plesničar . Recent Advances in the Chemistry of Hydrogen Trioxide (HOOH). *Chemical Reviews* 2013, 113 (10) , 7930-7951. DOI: 10.1021/cr300512s.

4. Alexandra Fischbacher, Justus von Sonntag, Clemens von Sonntag, and Torsten C. Schmidt . The •OH Radical Yield in the H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> + O<sub>3</sub> (Peroxone) Reaction. *Environmental Science & Technology* 2013, 47 (17) , 9959-9964. DOI: 10.1021/es402305r.

5. Carlos Barrera-Díaz, Lina. A. Bernal-Martínez, Reyna Natividad, and Juan M. Peralta-Hernández . Synergy of Electrochemical/O<sub>3</sub> Process with Aluminum Electrodes in Industrial Wastewater Treatment. *Industrial & Engineering Chemistry Research* 2012, 51 (27) , 9335-9342. DOI: 10.1021/ie3004144.

6. Sergej Naumov and Clemens von Sonntag . Standard Gibbs Free Energies of Reactions of Ozone with Free Radicals in Aqueous Solution: Quantum-Chemical Calculations. *Environmental Science & Technology* 2011, 45 (21) , 9195-9204. DOI: 10.1021/es2018658.

7. J. Pablo Pocostales, Myint M. Sein, Wolfgang Knolle, Clemens von Sonntag, and Torsten C. Schmidt. Degradation of Ozone-Refractory Organic Phosphates in Wastewater by Ozone and Ozone/Hydrogen Peroxide (Peroxone): The Role of Ozone Consumption by Dissolved Organic Matter. *Environmental Science & Technology* 2010, 44 (21) , 8248-8253. DOI: 10.1021/es1018288.

8. Helena Jablonowski, Joao Santos Sousa, Klaus-Dieter Weltmann, Kristian Wende, Stephan Reuter. Quantification of the ozone and singlet delta oxygen produced in gas and liquid phases by a non-thermal atmospheric plasma with relevance for medical treatment. *Scientific Reports* 2018, 8 (1) DOI: 10.1038/s41598-018-30483-w.

9. Yalei Ding, Jiejie Wang, Shanshan. u, Kun-Yi Andrew Lin, Shaoping Tong. Oxygen vacancy of CeO<sub>2</sub> improved efficiency of H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>/O<sub>3</sub> for the degradation of acetic acid in acidic solutions. *Separation and Purification Technology* 2018, 207, 92-98. DOI: 10.1016/j.seppur.2018.06.027.

10. Donggwan Lee, Jae-Cheol Lee, Joo-Youn Nam, Hyun-Woo Kim. Degradation of sulfonamide antibiotics and their intermediates toxicity in an aeration-assisted non-thermal plasma while treating strong wastewater. *Chemosphere* 2018, 209, 901-907. DOI: 10.1016/j.chemosphere.2018.06.125.
11. David B. Miklos, Christian Remy, Martin Jekel, Karl G. Linden, Jörg E. Drewes, Uwe Hübner. Evaluation of advanced oxidation processes for water and wastewater treatment – A critical review. *Water Research* 2018, 139, 118-131. DOI: 10.1016/j.watres.2018.03.042.
12. Pierre-François Biard, Thom Thi Dang, Jenny Bocanegra, Annabelle Couvert. Intensification of the O<sub>3</sub>/H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> advanced oxidation process using a continuous tubular reactor filled with static mixers: Proof of concept. *Chemical Engineering Journal* 2018, 344, 574-582. DOI: 10.1016/j.cej.2018.03.112.
13. Emmanuel Mousset, Nihal Oturan, Mehmet A. Oturan. An unprecedented route of OH radical reactivity evidenced by an electrocatalytical process: Ipso-substitution with perhalogenocarbon compounds. *Applied Catalysis B: Environmental* 2018, 226, 135-146. DOI: 10.1016/j.apcatb.2017.12.028.
14. J.F. Pérez, S. Sabatino, A. Galia, M.A. Rodrigo, J. Llanos, C. Sáez, O. Scialdone. Effect of air pressure on the electro-Fenton process at carbon felt electrodes. *Electrochimica Acta* 2018, 273, 447-453. DOI: 10.1016/j.electacta.2018.04.031.
15. Guilherme Garcia Bessegato, João Carlos de Souza, Juliano Carvalho Cardoso, Maria Valnice Boldrin Zanoni. Assessment of several advanced oxidation processes applied in the treatment of environmental concern constituents from a real hair dye wastewater. *Journal of Environmental Chemical Engineering* 2018, 6 (2) , 2794-2802. DOI: 10.1016/j.jece.2018.04.041.
16. A. Privat-Maldonado, Y. Gorbanev, D. O'Connell, R. Vann, V. Chechik, M. W. van der Woude. Nontarget Biomolecules Alter Macromolecular Changes Induced by Bactericidal Low-Temperature Plasma. *IEEE Transactions on Radiation and Plasma Medical Sciences* 2018, 2 (2) , 121-128. DOI: 10.1109/TRPMS.2017.2761405.
17. Mika Sillanpää, Mohamed Chaker Ncibi, Anu Matilainen. Advanced oxidation processes for the removal of natural organic matter from drinking water sources: A comprehensive review. *Journal of Environmental Management* 2018, 208, 56-76. DOI: 10.1016/j.jenvman.2017.12.009.
18. B.W. Darvell. *More Chemistry*. 2018,,, 771-789. DOI: 10.1016/B978-0-08-101035-8.50030-4.
19. Erika Reisz, Clemens von Sonntag, Agnes Tekle-Röttering, Sergej Naumov, Winfried Schmidt, Torsten C. Schmidt. Reaction of 2-propanol with ozone in aqueous media. *Water Research* 2018, 128, 171-182. DOI: 10.1016/j.watres.2017.10.035.
20. João F. Gomes, Inês Leal, Katarzyna Bednarczyk, Marta Gmurek, Marek Stelmachowski, Magdalena Diak, M. Emília Quinta-Ferreira, Raquel Costa, Rosa M. Quinta-Ferreira, Rui C. Martins. Photocatalytic ozonation using doped TiO<sub>2</sub> catalysts for the removal of parabens in water. *Science of The Total Environment* 2017, 609, 329-340. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2017.07.180.

21. Pierre-François Biard, Thom Thi Dang, Annabelle Couvert. Determination by reactive absorption of the rate constant of the ozone reaction with the hydroperoxide anion. *Chemical Engineering Research and Design* 2017, 127, 62-71. DOI: 10.1016/j.cherd.2017.09.004.
22. Ozge Turkay, Sibel Barışçı, Mika Sillanpää. E-peroxone process for the treatment of laundry wastewater: A case study. *Journal of Environmental Chemical Engineering* 2017, 5 (5) , 4282-4290. DOI: 10.1016/j.jece.2017.08.012.
23. Minhwan Kwon, Homin Kye, Youmi Jung, Yejoon Yoon, Joon-Wun Kang. Performance characterization and kinetic modeling of ozonation using a new method: R OH,O<sub>3</sub> concept. *Water Research* 2017, 122, 172-182. DOI: 10.1016/j.watres.2017.05.062.
24. Ligy Philip, Bhallamudi Murty, Channarong Puchongkawarin, Miao Guo, Nilay Shah, David Stuckey, Benoit Chachuat, Yannic Vaupel, Sarojini Tiwari, Chitta Behera, Babji Srinivasan, Chedly Tizaoui, Olajumoke Odejimi, Ayman Abdelaziz. *3 Wastewater Treatment*. 2017,, 115-180. DOI: 10.1201/9781315153209-4.
25. Songjie Wu, Qian Zhang, Ruonan Ma, Shuang Yu, Kaile Wang, Jue Zhang, Jing Fang. Reactive radical-driven bacterial inactivation by hydrogen-peroxide-enhanced plasma-activated-water. *The European Physical Journal Special Topics* 2017, 226 (13) , 2887-2899. DOI: 10.1140/epjst/e2016-60330-y.
26. Julia Patzsch, Jonathan Z. Bloh. Improved photocatalytic ozone abatement over transition metal-grafted titanium dioxide. *Catalysis Today* 2017, DOI: 10.1016/j.cattod.2017.07.010.
27. Xinyang Li, Shaobin Sun., u Zhang, Guicheng Liu, Clark Renjun Zheng, Jianzhong Zheng, Dayi Zhang, Hong Yao. Combined electro-catazone/electro-peroxone process for rapid and effective Rhodamine B degradation. *Separation and Purification Technology* 2017, 178, 189-192. DOI: 10.1016/j.seppur.2016.12.052.
28. Jingxin Yang, Ji Li, Wenyi Dong, Jun Ma, Jiayin Li. Influence of nitrite on the degradation of atrazine by ozonation. *Journal of Chemical Technology & Biotechnology* 2017, 92 (2) , 442-450. DOI: 10.1002/jctb.5031.
29. George Wafula Wanjala, Arnold Onyango, Calvin Onyango, Moses Makayoto. . *African Journal of Biochemistry Research* 2017,, 79. DOI: 10.5897/AJBR2017.0967.
30. Glen Andrew de Vera, Wolfgang Gernjak, Howard Weinberg, Maria José Farré, Jurg Keller, Urs von Gunten. Kinetics and mechanisms of nitrate and ammonium formation during ozonation of dissolved organic nitrogen. *Water Research* 2017, 108, 451-461. DOI: 10.1016/j.watres.2016.10.021.
31. M. E. Zappi, R. Hernandez, D. Gang, R. Bajpai, C. H. Kuo, D. O. Hill. Treatment of groundwater contaminated with high levels of explosives using advanced oxidation processes. *International Journal of Environmental Science and Technology* 2016, 13 (12) , 2767-2778. DOI: 10.1007/s13762-016-1109-x.
32. Juhong Zhan, Yujue Wang, Huijiao Wang, Wenhua Shen., uejun Pan, Jinlin Wang, Gang Yu. Electro-peroxone regeneration of phenol-saturated activated carbon fiber: The effects of irreversible adsorption and operational parameters. *Carbon* 2016, 109, 321-330. DOI: 10.1016/j.carbon.2016.08.034.

33. Jingxin Yang, Ji Li, Wenyi Dong, Jun Ma, Jie Cao, Tingting Li, Jiayin Li, Jia Gu, Pingxin Liu. Study on enhanced degradation of atrazine by ozonation in the presence of hydroxylamine. *Journal of Hazardous Materials* 2016, 316, 110-121. DOI: 10.1016/j.jhazmat.2016.04.078.
34. Xin Cheng, Hongguang Guo, Hongwei Liu, Yang Liu, Ying Yang, Yongli Zhang. Performance and Mechanism on Degradation of Estriol Using O<sub>3</sub>/PS Process. *Ozone: Science & Engineering* 2016, 38 (5) , 358-366. DOI: 10.1080/01919512.2016.1170589.
35. László Wojnárovits, Erzsébet Takács. Radiation Induced Degradation of Organic Pollutants in Waters and Wastewaters. *Topics in Current Chemistry* 2016, 374 (4) DOI: 10.1007/s41061-016-0050-2.
36. Jaedon Shin, Zahra Ramadhany Hidayat, Yunho Lee. Influence of Seasonal Variation of Water Temperature and Dissolved Organic Matter on Ozone and OH Radical Reaction Kinetics During Ozonation of a Lake Water. *Ozone: Science & Engineering* 2016, 38, 100-114. DOI: 10.1080/01919512.2015.1079120.
37. Yury Gorbanev, Deborah O'Connell, Victor Chechik. Non-Thermal Plasma in Contact with Water: The Origin of Species. *Chemistry - A European Journal* 2016, 22 (10) , 3496-3505. DOI: 10.1002/chem.201503771.
38. Arnold N. Onyango. Alternatives to the 'water oxidation pathway' of biological ozone formation. *Journal of Chemical Biology* 2016, 9, 1-8. DOI: 10.1007/s12154-015-0140-6.
39. Fei Qi, Wei Chu, Bingbing. u. Comparison of phenacetin degradation in aqueous solutions by catalytic ozonation with CuFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> and its precursor: Surface properties, intermediates and reaction mechanisms. *Chemical Engineering Journal* 2016, 284, 28-36. DOI: 10.1016/j.cej.2015.07.095.
40. Erika Reisz, Sergej Naumov, Winfried Schmidt, Clemens von Sonntag. Reaction of Ozone with Ag(I)—Mechanistic Considerations. *Ozone: Science & Engineering* 2015, 37, 393-404. DOI: 10.1080/01919512.2015.1041583.
41. Huijiao Wang, Shi Yuan, Juhong Zhan, Yujue Wang, Gang Yu, Shubo Deng, Jun Huang, Bin Wang. Mechanisms of enhanced total organic carbon elimination from oxalic acid solutions by electro-peroxone process. *Water Research* 2015, 80, 20-29. DOI: 10.1016/j.watres.2015.05.024.
42. Jesús Ferre-Aracil, Salvador C. Cardona, Javier Navarro-Laboulais. Kinetic Study of Ozone Decay in Homogeneous Phosphate-Buffered Medium. *Ozone: Science & Engineering* 2015, 37, 330-342. DOI: 10.1080/01919512.2014.998756.
43. Fei Qi, Bingbing. u, Wei Chu. Heterogeneous catalytic ozonation of phenacetin in water using magnetic spinel ferrite as catalyst: Comparison of surface property and efficiency. *Journal of Molecular Catalysis A: Chemical* 2015, 396, 164-173. DOI: 10.1016/j.molcata.2014.10.001.
44. Erika Reisz, Alexandra Fischbacher, Sergej Naumov, Clemens von Sonntag, Torsten C. Schmidt. Hydride Transfer: A Dominating Reaction of Ozone with Tertiary Butanol and Formate Ion in Aqueous Solution. *Ozone: Science & Engineering* 2014, 36, 532-539. DOI: 10.1080/01919512.2014.891436.
45. Sergey L. Khursan. Peroxide intermediates of oxidation processes: Organic trioxides. 2014,, 1-72. DOI: 10.1002/9780470682531.pat0874.

46. S. Reed Plimpton, Mark Gołkowski, Deborah G. Mitchell, Chad Austin, Sandra S. Eaton, Gareth R. Eaton, Czesław Gołkowski, Martin Voskuil. Remote delivery of hydroxyl radicals via secondary chemistry of a nonthermal plasma effluent. *Biotechnology and Bioengineering* 2013, 110 (10.1002/bit.v110.7) , 1936-1944. DOI: 10.1002/bit.24853.
47. Zdenko Machala, Barbora Tarabova, Karol Hensel, Eva Spetlikova, Libusa Sikurova, Petr Lukes. Formation of ROS and RNS in Water Electro-Sprayed through Transient Spark Discharge in Air and their Bactericidal Effects. *Plasma Processes and Polymers* 2013, 10 (10.1002/ppap.v10.7) , 649-659. DOI: 10.1002/ppap.201200113.
48. Josep M. Anglada, Miquel Torrent-Sucarrat, Manuel F. Ruiz-Lopez, Marilia Martins-Costa. Is the HO<sub>4</sub><sup>-</sup> Anion a Key Species in the Aqueous-Phase Decomposition of Ozone?. *Chemistry - A European Journal* 2012, 18 (10.1002/chem.v18.42) , 13435-13445. DOI: 10.1002/chem.201201991.
49. Marek Golkowski, Czesław Golkowski, Jori Leszczynski, S. Reed Plimpton, Piotr Maslowski, Aleksandra Foltynowicz, Jun Ye, Bruce McCollister. Hydrogen-Peroxide-Enhanced Nonthermal Plasma Effluent for Biomedical Applications. *IEEE Transactions on Plasma Science* 2012, 40, 1984-1991. DOI: 10.1109/TPS.2012.2200910.
50. D. Gardoni, A. Vailati, R. Canziani. Decay of Ozone in Water: A Review. *Ozone: Science & Engineering* 2012, 34, 233-242. DOI: 10.1080/01919512.2012.686354.
51. Sergej Naumov, Clemens von Sonntag. The reaction of •OH with O<sub>2</sub>, the decay of O<sub>3</sub><sup>•-</sup> and the pK<sub>a</sub> of HO<sub>3</sub><sup>•-</sup> - interrelated questions in aqueous free-radical chemistry. *Journal of Physical Organic Chemistry* 2011, 24 (10.1002/poc.v24.7) , 600-602. DOI: 10.1002/poc.1812.
52. Rossano Amadelli, Luca Samiolo, Achille De Battisti, Alexander B. Velichenko. Electro-oxidation of Some Phenolic Compounds by Electrogenenerated O<sub>3</sub> and by Direct Electrolysis at PbO<sub>2</sub> Anodes. *Journal of The Electrochemical Society* 2011, 158, P87. DOI: 10.1149/1.3589913.
53. Pentax, White Paper
54. ASP, White Paper
55. Olympus, White Paper