

BÖLÜM 9

BAKTERİYEL BİYOFİLMLER

Tuğba AYVALIK RÜZGARKESEN¹

GİRİŞ

Bakteriyel biyofilmler, bakterileri kendi ürettikleri ekstraselüler polimerik maddeler (EPS) aracılığıyla bir yüzeye veya birbirlerine bağlayabilen, bir matris içinde yaşayan mikrobiyal topluluklardır (1). Bu bağlanma sonucunda oluşan biyofilm yapısı, mikroorganizmayı konak savunma mekanizmalarından kaçabilme ve antimikrobiyallere karşı direnç geliştirme avantajı sağlar. Biyofilmler daha çok doğal ortamlarda bulunmakla birlikte tıbbi cihazların yüzeylerinde de yaygındır. Günümüzde tüm bakteriyel enfeksiyonların yaklaşık %65-80'inden biyofilm oluşumunun rol aldığı düşünülmektedir (2).

Bakteriyel Biyofilmlerin Oluşum Aşamaları

Bakteriler doğada planktonik formda serbest halde bulunabildikleri gibi, canlı veya cansız yüzeylere tutunarak topluluk halinde de yaşamlarını sürdürebilirler (2). Bu topluluk halinde yaşamla oluşan biyofilmler polisakkaritler, proteinler, ekstraselüler deoksiriboz nükleik asit (DNA), su ve iyonlardan oluşan karmaşık yapısı ile mikroorganizmaların çevreye adaptasyonunda kritik bir rol üstlenmektedir. Ayrıca biyofilmler, mikroorganizmaların kolonizasyonunu kolaylaştırmasının yanında, pH değişiklikleri ve besin yetersizliği gibi olumsuz çevresel koşullara karşı direnç sağlaması ve antibiyotikler ile dezenfektanlara karşı dayanıklılığı artırması bakımından önemli bir virülans faktörü olarak kabul edilmektedir (3, 4). Planktonik formlara kıyasla biyofilm yapısındaki bakteriler, stres faktörlerine karşı çok daha dirençli özellik göstermektedir. Bu direnç, EPS matriksinin sağladığı koruyucu bariyerle ilişkilidir. EPS kimyasal ve fiziksel ajanların biyofilm içerisine girişini sınırlar (5). Biyofilm oluşum aşamaları şu şekildedir:

¹ Uzm. Dr., Cizre Dr. Selahattin Cizrelioğlu Devlet Hastanesi, tuubaayvalik@gmail.com, ORCID iD: 0000-0003-0958-1502

DOI:

yapıyı zayıflatırken; deterjanlar ve yüzey aktif maddeler de biyofilmin çözünmesine katkı sağlamaktadır (25). Ayrıca quorum sensing inhibitörleri, bakterilerin iletişim ağını bozarak sinyal moleküllerinin üretimini veya algılanmasını engellemekte, böylece biyofilm oluşumu ve virülansı azaltmaktadır. Nanoteknolojik yaklaşımlar ise antibiyotik veya antimikrobiyal ajanların polimerik ya da metal nanopartiküller aracılığıyla doğrudan biyofilm içine taşınmasını sağlayarak ilaç salınımı gerçekleştirmekte; fototermal ve fotodinamik nanopartiküller ise ışık altında aktive olarak biyofilmleri parçalayabilmektedir (22). Tüm bu yöntemler, tek başına ya da kombine şekilde uygulandığında biyofilm kaynaklı enfeksiyonların önlenmesi ve tedavisinde gelecek için umut verici alternatifler olarak değerlendirilmektedir.

SONUÇ

Bakteriler, biyofilmin yapısal özellikleri sayesinde antibiyotiklerden ve konak savunma mekanizmalarından kaçabilir. Bakteriyel biyofilmler, antimikrobiyal direnç gelişimine yol açarak enfeksiyonların tedavisini güçleştirmektedir. Bu nedenle, biyofilm kaynaklı enfeksiyonların kontrol altına alınabilmesi için biyofilme özgü hedefler üzerinden yeni tedavi stratejilerinin geliştirilmesi önemlidir.

KAYNAKLAR

1. Donlan RM, Costerton JW. Biofilms: survival mechanisms of clinically relevant microorganisms. Clin Microbiol Rev 2002;15:167-93.
2. Costerton JW, Stewart PS, Greenberg EP. Bacterial biofilms: a common cause of persistent infections. Science. 1999;284(5418):1318-22.
3. Marcinkiewicz J, Strus M, Pasich E. Antibiotic resistance: a “dark side” of biofilm associated chronic infections. Pol Arch Med Wewn. 2013;123(6):309-13.
4. Fleming D, Rumbaugh KP. Approaches to dispersing medical biofilms. Microorganisms. 2017;5(2):E15. <https://doi.org/10.3390/microorganisms5020015>
5. Temel A, Eraç B. Bakteriyel biyofilmler: Saptama yöntemleri ve antibiyotik direncindeki rolü. Türk Mikrobiyol Cem Derg, 2018; 48(1), 1-13.
6. Donabedian H. Quorum sensing and its relevance to infectious diseases. J Infect. 2003;46(4):207-14. <https://doi.org/10.1053/jinf.2002.1120>
7. Redfield RJ. Is quorum sensing a side effect of diffusion sensing? Trends Microbiol. 2002;10(8):365-70. [https://doi.org/10.1016/S0966-842X\(02\)02400-9](https://doi.org/10.1016/S0966-842X(02)02400-9)
8. Lynch AS, Robertson GT. Bacterial and fungal biofilm infections. Annu Rev Med. 2008;59:415-28. <https://doi.org/10.1146/annurev.med.59.110106.132000>
9. Diggle SP, Winzer K, Lazdunski A, Williams P, Cámara M. Advancing the quorum in Pseudomonas aeruginosa: MvaT and the regulation of N-acylhomoserine lactone production and virulence gene expression. J Bacteriol. 2002;184(10):2576-86. <https://doi.org/10.1128/JB.184.10.2576-2586.2002>
10. Mdowell P, Affas Z, Reynolds C, et al. Structure, activity and evolution of the group I thiolactone peptide quorum-sensing system of Staphylococcus aureus. Mol Microbiol. 2001;41(12):503-12.
11. Djordjevic D, Wiedmann M, Mclandsborough LA. Microtiter plate assay for assessment of Lis-

- teria monocytogenes biofilm formation. *Appl Environ Microbiol* 2002; 68:2950–8.
12. Öztürk İ, Yurtman AN, Erač B, Gül-Yurtsever S, Ermertcan Ş, Hoşgör-Limoncu M. In vitro effect of moxifloxacin and rifampicin on biofilm formation by clinical MRSA isolates. *Bratisl Lek Listy*. 2014;115(8):483-6.
 13. Atshan SS, Shamsudin MN, Lung LT, Sekawi Z, Ghaznavi-Rad E, Pei CP. Comparative characterisation of genotypically different clones of MRSA in the production of biofilms. *J Biomed Biotechnol*. 2012;2012:417247.
 14. Cengiz SA, Us E, Cengiz AT. Slime faktörünün klinikteki yeri ve önemi. *Inönü Univ Tıp Fak Derg*. 2006;13(3):193-7.
 15. Christensen GD, Simpson WA, Younger JJ, et al. Adherence of coagulase-negative staphylococci to plastic tissue culture plates: A quantitative model for the adherence of staphylococci to medical devices. *J Clin Microbiol*. 1985;22(6):996-1006.
 16. Azeredo, J., Azevedo, N. F., Briandet, R., Cerca, N., Coenye, T., Costa, A. R., ... Sternberg, C. (2016). Critical review on biofilm methods. *Critical Reviews in Microbiology*, 43(3), 313–351. <https://doi.org/10.1080/1040841X.2016.1208146>
 17. Dongari-Bagtzoglou A. Pathogenesis of mucosal biofilm infections: challenges and progress. *Expert Rev Anti Infect Ther*. 2008;6(2):201-8. <https://doi.org/10.1586/14787210.6.2.201>
 18. Anderson GG, Palermo JJ, Schilling JD, Roth R, Heuser J, Hultgren SJ. Intracellular bacterial biofilm like pods in urinary tract infections. *Science*. 2003;301(5629):105-7. <https://doi.org/10.1126/science.1084550>
 19. Hall-Stoodley L, Hu FZ, Gieseke A, et al. Direct detection of bacterial biofilms on the middle-ear mucosa of children with chronic otitis media. *JAMA*. 2006;296(2):202-11. <https://doi.org/10.1001/jama.296.2.202>
 20. Liu HY, Prentice EL, Webber MA. Antimicrobial resistance mechanisms in biofilms. *npj Antimicrobials and Resistance*. 2024;2(1):27.
 21. Shan Y, Lazinski D, Rowe S, Camilli A, Lewis K. ATP-dependent persister formation in *Escherichia coli*. *mBio*. 2017;8(2):e02267-16.
 22. Belay WY, Getachew M, Tegegne BA, Teffera ZH, Dagne A, Zeleke TK, et al. Mechanism of antibacterial resistance, strategies and next-generation antimicrobials to contain antimicrobial resistance: a review. *Front Pharmacol*. 2024;15:1444781.
 23. Elshobary ME, Badawy NK, Ashraf Y, Zatioun AA, Masriya HH, Ammar MM, et al. Combating antibiotic resistance: mechanisms, multidrug-resistant pathogens, and novel therapeutic approaches: an updated review. *Pharmaceuticals (Basel)*. 2025;18(3):402. doi:10.3390/ph18030402.
 24. Grooters KE, Ku JC, Richter DM, Krinock MJ, Minor A, Li P, et al. Strategies for combating antibiotic resistance in bacterial biofilms. *Front Cell Infect Microbiol*. 2024;14:1352273.
 25. Ghorbani J, Rahban D, Aghamiri S, Teymouri A, Bahador A. Photosensitizers in antibacterial photodynamic therapy: an overview. *Laser Ther*. 2018;27(4):293-302. doi:10.5978/islsm.27_18-RA-01.