

## BÖLÜM 21

# BİFURKASYON LEZYONLARINDA ERİYEBİLEN STENTLER, İLAÇ KAPLI BALONLAR, ÖZELLEŞTİRİLMİŞ STENTLER VE ROBOTİK STENTLEME

[Kadriye MEMİÇ SANCAR](#)

[Ayan IŞIK](#)

### 1.Giriş

Perkütan koroner girişim esnasında %15-20 oranında bifurkasyon lezyonlarıyla karşılaşmaktadır (1). Bu lezyonların tedavisi, darlığın anatomik paternlerindeki farklılıklar, dalların her birinin çapındaki değişiklikler ve yan dalın ana daldan çıktığı açı nedeniyle daha zordur. Bifurkasyon lezyonlarında düşük işlem başarısı, işlem esnasında sık komplikasyon olması, yüksek tromboz ve restenoz riski bu lezyonların yönetimi için alternatif tekniklere olan ihtiyacı ortaya çıkarmıştır. Bu nedenle bu bölümde, gelecek için ümit veren eriyebilen stentler, ilaç kaplı balonlar, özelleştirilmiş (dedicated) stentler ve robotik bifurkasyon stentleme ilgili güncel bilgileri paylaşarak, bifurkasyon lezyonlarında kullanımlarıyla ilgili bugün için bildiklerimizi tartışıp okuyuculara genel bakış açısı kazandırmayı amaçlamaktayız.

### 2. Eriyebilen Stentler (ES)

Günümüzde ticari olarak onaylı ilaç salınlı stentler, metalik bir iskelet, polimer bir kaplama (dayanıklı veya eriyebilen) ve polimer içerisine yerleştirildikten sonra haftalar-aylar içerisinde salınan ilaçtan oluşur.

Günümüzde yeni nesil ilaç salınlı stent kullanımı, eski nesil ilaç salınlı stent veya çıplak metal stentlere göre düşük restenoz, ve düşük stent tromboz oranına sahiptir (2). Restenoz veya stent trombozu gibi geç komplikasyonların gelişimi kalıcı inflamasyon, bozulmuş damar hareketi, stent içinde devam eden doku büyümesi ve neoaterosklerozla ilişkilidir (3). Bu olumsuz komplikasyonları azaltmak için yapılan çalışmalar, stentin bir veya birden fazla bileşenine (iskelet, polimer veya ilaç) yönelik tasarlanmıştır. ES'in tasarımında, koroner arterde subakut daralma ve erken restenozu önleyecek süre kadar iskelet kısmının yerinde kalması

#### 4.2.4. Gerçek Bifurkasyon Stent

Bifurkasyon stent sistemi, yan dalın açısından ve plak yerinden bağımsız olarak kısa ve kolay tekniikle implante etmek üzere bifurkasyon lezyonları için tasarlanmıştır. 2 balon katater ve 2 stentten oluşur. 2 tipi vardır. 1-Medtronic Bifurkasyon Stent, 2- Advanced Bifurkasyon Stent. İki stent stratejisinin içerdiği tüm dezavantajları içerir (39).

Bifurkasyon lezyonlarının tedavisinde kullanılmak üzere çok sayıda DBS geliştirilmesine rağmen klinik çalışmalar sınırlı sayıdadır. Özellikle güncel çalışmaların DBS'lerin etkinlik ve güvenliği ile ilişkili olması, konvansiyonel stentlerle birebir karşılaştırılmalı az sayıda çalışma olması kullanımını sınırlandırmaktadır. Bu konuyla ilgili daha fazla klinik çalışmaya ihtiyaç olduğu aşikardır.

### 4. Robotik Bifurkasyon Stentleme

Robotik perkütan koroner girişimler (R-PCI) (Cor-Path 200, Corindus, Waltham, Massachusetts), girişimsel kardiyoloji için yeni bir sınırı temsil etmektedir (65). R-PCI özellikle radyasyonla ilişkili sorunları hafifletebilecek olması açısından girişimsel kardiyologlar açısından cazip teknik olacağı kesindir.

- Beyar ve ark. (66) ilk olarak R-PCI tanımlamışlardır. Daha sonrasında küçük ölçekli insan çalışmaları yapılmıştır (67).
- PRECISE (Percutaneous Robotically Enhanced Coronary Intervention) çalışmasında (çok merkezli 164 hastanın dahil edildiği çalışmada) güvenlik ve uygunluk test edilmiştir. (68) Hastalarda radyasyon ve kontrast kullanımında artış olmadığı saptanmıştır (69, 70). Fakat bu çalışmada basit lezyonlara müdahale edilmiştir.
- Mahmud ve ark. (71) ise kompleks lezyonlarda R-PCI'nin güvenlik ve uygulanabilirliğini araştırmıştır. Kontrol grubu manuel perkütan koroner girişim (M-PCI) yapılan hastalardan oluşmaktadır. Fakat bu çalışmada iki stent stratejisi gerektiren lezyonlar ve kronik total lezyonlar çalışma dışı bırakılmıştır. R-PCI grubunda teknik başarı %91.7 saptanmıştır. Klinik başarı (R-PCI grubunda % 99.1 ve M-PCI grubunda % 99.1;

p= 1.00), stent kullanımı, floroskopi süresi arasında robotik ve kontrol grubu arasında fark bulunmamıştır. R-PCI grubunda işlem süresi kontrol grubuna göre daha uzun saptanmıştır. Çalışmanın sonucunda kompleks koroner girişimlerde R-PCI uygulanabilirlik, güvenlik, yüksek teknik başarı gösterdiği vurgulanmıştır.

İki stent tekniği gerektiren bifurkasyon lezyonları, aynı anda birden fazla tel ve cihazı aktif olarak kontrol etmesi gerekliliğinden mevcut nesil R-PCI cihazları için bir zorluk teşkil etmektedir. Khokhar ve ark. bu zorluğun üstesinden gelmek için hibrit bir yaklaşımı olgu bildiri olarak sunmuştur (72). 65 yaşında erkek hastada Medina 1,1,1 distal ana koroner lezyonu hibrit robotik ve manuel yaklaşımla double kissing crush tekniği ile başarılı bir şekilde tedavi edilmiştir (72).

Yapılan çalışmaların sonucunda, robotik yöntemle yapılan perkütan koroner girişimlerin gelecekte girişimsel kardiyolojiye farklı bir yön vereceği görülmektedir. Bugün için özellikle bifurkasyon lezyonlardaki kullanımı olgu bildiri düzeyindedir. Özellikle bifurkasyon lezyonlarında kullanımı için operatör tecrübesi, teknolojik gelişmelere daha fazla ihtiyaç vardır.

### Kaynaklar

1. Latib A, Colombo A. Bifurcation disease: what do we know, what should we do? JACC Cardiovasc Interv 2008; 1:218. doi: 10.1016/j.jcin.2007.12.008
2. Donald Cutlip, J Dawn Abbott ( 2022). Bioresorbable scaffold coronary artery stents. Stephan Windecker, Nisha Parikh (Ed.), Uptodate. Retrieved May, 2022.
3. From <https://www.uptodate.com/contents/bioresorbable-scaffold-coronary-artery-stents?search=Bioresorbable%20scaffold%20coronary%20artery%20stents>
4. Ellis SG, Kereiakes DJ, Metzger DC, et al. Everolimus-Eluting Bioresorbable Scaffolds for Coronary Artery Disease. N Engl J Med 2015; 373:1905.doi: 10.1056/NEJMoa1509038
5. Chau KH, Kennedy KF, Messenger JC, et al. Uptake of Drug-Eluting Bioresorbable Vascular Scaffolds in Clinical Practice: An NCDR Registry to Practice Project. JAMA Cardiol 2019; 4:564.doi: 10.1001/jamacardio.2019.0388.
6. Byrne RA, Stefanini GG, Capodanno D, et al. Report of an ESC-EAPCI Task Force on the evaluation and use of bioresorbable scaffolds for percutaneous coronary intervention: executive summary. EurHeart J 2018; 39:1591.

- doi: 10.1093/eurheartj/ehx488
7. Sorrentino S, Giustino G, Mehran R, et al. Everolimus Eluting Bioresorbable Scaffolds Versus Everolimus-Eluting Metallic Stents. *J Am Coll Cardiol* 2017; 69:3055. doi: 10.1016/j.jacc.2017.04.011
  8. Byrne RA, Alfonso F, Schneider S, et al. Prospective, randomized trial of bioresorbable scaffolds vs. everolimus-eluting stents in patients under going coronary stenting for myocardial infarction: the IntraCoronary Scaffold Assessment a Randomized evaluation of Absorb in Myocardial Infarction (ISAR-Absorb MI) trial. *EurHeart J* 2019; 40:167. doi:10.1093/eurheartj/ehy710
  9. Stone GW, Ellis SG, Gori T, et al. Blinded out comes and angina assessment of coronary bioresorbable scaffolds: 30-day and 1-year results from the ABSORB IV randomized trial. *Lancet* 2018; 392:1530. doi: 10.1016/S0140-6736(18)32283-9
  10. Palmerini T, Benedetto U, Biondi-Zoccai G, et al. Long-term safety of drug-eluting and bare-metal stents: evidence from a comprehensive network meta-analysis. *J Am Coll Cardiol* 2015;65:2496–507. doi:10.1016/j.jacc.2015.04.017
  11. Colombo A, Bramucci E, Sacca S, et al. Randomized study of the crush technique versus provisional side-branch stenting in true coronary bifurcations: the CACTUS (Coronary Bifurcations: Application of the Crushing Technique Using Sirolimus-Eluting Stents) study. *Circulation* 2009;119:71–8. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.108.808402
  12. Steigen TK, Maeng M, Wiseth R, et al. Randomized study on simple versus complex stenting of coronary artery bifurcation lesions: the Nordic bifurcation study. *Circulation* 2006;114:1955–61. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.106.664920
  13. Zimarino M, Corazzini A, Ricci F, et al. Late thrombotic after double versus single drug-eluting stent in the treatment of coronary bifurcations: a meta-analysis of randomized and observational studies. *J Am Coll Cardiol Intv* 2013;6:687–95. doi: 10.1016/j.jcin.2013.03.012
  14. Hildick-Smith D, de Belder AJ, Cooter N, et al. Randomized trial of simple versus complex drug eluting stenting for bifurcation lesions: the British Bifurcation Coronary Study: old, new, and evolving strategies. *Circulation* 2010;121:1235–43. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.109.888297
  15. Lassen JF, Holm NR, Stankovic G, et al. Percutaneous coronary intervention for coronary bifurcation disease: consensus from the first 10 years of the European Bifurcation Club meetings. *EuroIntervention* 2014;10:545–60. doi: 10.4244/EIJV10I5A97
  16. Kawamoto H, Ruparelia N, Tanaka A, et al. Bioresorbable Scaffolds for the Management of Coronary Bifurcation Lesions. *JACC Cardiovasc Interv* 2016 May 23;9(10):989–1000. doi: 10.1016/j.jcin.2016.02.038. doi: 10.1016/j.jcin.2016.02.038
  17. Kawamoto H, Latib A, Ruparelia N, et al. Clinical outcomes following bioresorbable scaffold implantation for bifurcation lesions: overall outcomes and comparison between provisional and planned double stenting strategy. *Catheter Cardiovasc Interv* 2015;86:644–52. doi: 10.1002/ccd.26045
  18. Diletti R, Karanasos A, Muramatsu T, et al. Everolimus-eluting bioresorbable vascular scaffolds for treatment of patients presenting with ST segment elevation myocardial infarction: BVS STEMI first study. *EurHeart J* 2014;35:777–86. doi: 10.1093/eurheartj/ehs546
  19. Dudek D, Rzeszutko L, Zasada W, et al. Bioresorbable vascular scaffolds in patients with acute coronary syndromes: the POLAR ACS study. *Pol Arch Med Wewn* 2014;124:669–77. doi: 10.20452/pamw.2550
  20. Gori T, Schulz E, Hink U, et al. Clinical, angiographic, functional, and imaging outcomes 12 months after implantation of drug-eluting bioresorbable vascular scaffolds in acute coronary syndromes. *J Am Coll Cardiol Intv* 2015;8:770–7. doi: 10.1016/j.jcin.2014.12.244
  21. Gori T, Schulz E, Hink U, et al. Early outcome after implantation of Absorb bioresorbable drug eluting scaffolds in patients with acute coronary syndromes. *EuroIntervention* 2014;9:103641. doi: 10.4244/EIJV9I9A176
  22. Ielasi A, Cortese B, Varricchio A, et al. Immediate and midterm outcomes following primary PCI with bioresorbable vascular scaffold implantation in patients with ST-segment myocardial infarction: insights from the multicentre “Registro ABSORB Italiano” (RAI registry). *EuroIntervention* 2015;11:157–62.
  23. Elabbassi W, Chowdhury MA, Hatala R. Use of Bioresorbable Vascular Scaffold technology in treating coronary bifurcation lesions: A report about long-term clinical results and review of available literature. *Bratisl Lek Listy*. 2019;120(8):545-551. doi: 10.4149/BLL\_2019\_088.
  24. Barkholt TØ, Neghabat O, Holck EN, et al. Bioresorbable magnesium scaffold in the treatment of simple coronary bifurcation lesions: The BIFSORB pilot II study. *Catheter Cardiovasc Interv*. 2022;99(4):1075-1083. doi: 10.1002/ccd.30051.
  25. Liang XY, Li Y, Zhang WJ, et al. Efficacy and safety of bioresorbable scaffolds in patients with coronary bifurcation lesions: A systematic review and meta-analysis. *Cardiol J*. 2022;29(4):563-573. doi: 10.5603/CJ.a2021.0040.
  26. Bennett J, McCutcheon K, Vanhaverbeke M, et al. Complex Bifurcation Lesions: RANdOmized Comparison of Modified-T Stenting vs Reconstruction With Self-Expanding Stent and Bioresorbable Scaffold: COBRA II. *J Invasive Cardiol*. 2021;33(4):E281-E293.
  27. Jeger RV, Eccleshall S, Wan Ahmad WA, et al. Drug-Coated Balloons for Coronary Artery Disease Third Report of the International DCB Consensus Group. *JACC Cardiovasc Interv* 2020;13(12):1391-1402. doi: 10.1016/j.jcin.2020.02.043.

28. Wykrzykowska JJ, Kraak RP, Hofma SH, et al. Bioresorbable scaffolds versus metallic stents in routine PCI. *N Engl J Med* 2017;376:2319–28. doi: 10.1056/NEJMoa1614954
29. Speck U, Scheller B, Rutsch W, et al. Local drug delivery—the early Berlin experience: single drug administration versus sustained release. *EuroIntervention* 2011;7 supplK:K17–22.
30. Herdeg C, Oberhoff M, Baumbach A, et al. Local paclitaxel delivery for the prevention of restenosis: biological effects and efficacy in vivo. *J Am Coll Cardiol* 2000;35:1969–76. doi: 10.1016/s0735-1097(00)00614-8
31. Creel CJ, Lovich MA, Edelman ER. Arterial paclitaxel distribution and deposition. *Circ Res* 2000;86:879–84. doi: 10.1161/01.res.86.8.879
32. Speck U, Scheller B, Abramjuk C, et al. Inhibition of restenosis in stented porcine coronary arteries: uptake of paclitaxel from angiographic contrast media. *Invest Radiol* 2004;39:182–6. doi: 10.1097/01.rli.0000116125.96544.64
33. Scheller B, Hehrlein C, Bocksch W, et al. Treatment of coronary in stent restenosis with a paclitaxel-coated balloon catheter. *N Engl J Med* 2006;355:2113–24. doi: 10.1056/NEJMoa061254
34. Ali RM, Abdul Kader MASK, Wan Ahmad WA, et al. Treatment of coronary drug-eluting stent restenosis by a sirolimus- or paclitaxel-coated balloon. *J Am Coll Cardiol Intv* 2019;12:558–66. doi: 10.1016/j.jcin.2018.11.040
35. Mathey DG, Wendig I, Boxberger M, et al. Treatment of bifurcation lesions with a drug-eluting balloon: the PEPCAD V (Paclitaxel Eluting PTCA Balloon in Coronary Artery Disease) trial. *EuroIntervention* 2011;7 supplK:K61–5. doi: 10.4244/EIJV7SKA11
36. Worthley S, Hendriks R, Worthley M, et al. Paclitaxel-eluting balloon and everolimus-eluting stent for provisional stenting of coronary bifurcations: 12-month results of the multicenter BIOLUX-I study. *Cardiovasc Revasc Med* 2015;16:413–7. doi: 10.1016/j.carrev.2015.07.009
37. Bruch L, Zadura M, Waliszewski M, et al. Results from the International Drug Coated Balloon Registry for the Treatment of Bifurcations. Can a bifurcation be treated without stents? *J Interv Cardiol* 2016;29:348–56. doi: 10.4244/EIJV11I8A177
38. Corballis NH, Paddock S, Gunawardena, et al. Drug coated balloons for coronary artery bifurcation lesions: A systematic review and focused meta-analysis. *PLoS One* 2021;16(7):e0251986. doi: 10.1371/journal.pone.0251986.
39. Gao XF, Ge Z, Kan J, et al. Rationale and design for comparison of non-compliant balloon with drugcoating balloon angioplasty for side branch after provisional stenting for patients with true coronary bifurcation lesions: a prospective, multicentre and randomised DCB-BIF trial. *BMJ Open* 2022;12(3):e052788. doi: 10.1136 / bmjopen-2021-052788.
40. Mishra S. Dedicated bifurcation stents – Mechanistic, hardware, and technical aspects. *Indian heart journal*.2016: 841-850. doi.org/10.1016/j.ihj.2015.07.054
41. Finet G, Gilard M, Perrenot B, et al. Fractal geometry of arterial coronary bifurcations: a quantitative coronary angiography and intravascular ultrasound analysis. *EuroIntervention*. 2008;3:490–498. doi: 10.4244/eijv3i4a87
42. Steigen TK, Maeng M, Wiseth R, et al. Randomized study on simple versus complex stenting of coronary artery bifurcation lesions: the Nordic bifurcation study. *Circulation*. 2006;114:1955–1961. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.106.664920
43. Kuchulakanti PK, Chu WW, Torguson R, et al. Correlates and long-term outcomes of angiographically proven stent thrombosis with sirolimus- and paclitaxel-eluting stents. *Circulation*. 2006;113:1108–1113. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.105.600155
44. Mohamed MO, Mamas MA, Nagaraja V, et al. Dedicated Bifurcation Stents for Coronary Bifurcation Lesions: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized-Controlled Trials. *J Invasive Cardiol*. 2019;31(12):E344-E355.
45. Genereux P, Kumsars I, Lesiak M, et al. A randomized trial of a dedicated bifurcation stent versus provisional stenting in the treatment of coronary bifurcation lesions. *J Am Coll Cardiol*. 2015;65:533-543.
46. Gil RJ, Bil J, Dzavik V, et al. Regular drug-eluting stent vs dedicated coronary bifurcation BiOSS Expert stent: multicenter open-label randomized controlled POLBOS I trial. *Can J Cardiol*. 2015;31:671-678. doi: 10.1016/j.cjca.2014.12.024.
47. Gil RJ, Bil J, Grundeken MJ, et al. Regular drug-eluting stents versus the dedicated coronary bifurcation sirolimus-eluting BIOSS LIM stent: the randomised, multicentre, open-label, controlled POLBOSS II trial. *Eurointervention* 2015; 11(7):20140419-05. doi: 10.4244/EIJY15M11\_11
48. Dubois C, Bennett J, Dens J, et al. Complex coronary bifurcation lesions: randomized comparison of a strategy using a dedicated self-expanding biolimus-eluting stent versus a culotte strategy using everolimus-eluting stents: primary results of the COBRA trial. *EuroIntervention*. 2016;11:1457-1467.
49. Cervinka P, Bystron M, Spacek R, et al. Treatment of bifurcation lesions using dedicated bifurcation stents versus classic bare-metal stents. Randomized, controlled trial with 12-month angiographic follow up. *J Invasive Cardiol*. 2008;20:516-520.
50. Kiris A, Kiris G. Bifurkasyon Lezyonlarında Dedicated Stentler ve Gelecek. Sahin Kaplan (Ed.). *Türkiye Klinikleri J Cardiol-Special Topics*. 2017;10(2):114-20.
51. Ormiston J, Webster M, El-Jack S, et al. The AST Petal dedicated bifurcation stent: first-in-human experience. *Catheter Cardiovasc Interv* 2007; 70(3):335-40. doi: 10.1002/ccd.21206
52. Ormiston JA, Lefevre T, Grube E, et al. First human use

- of the TAXUS Petal paclitaxel-eluting bifurcation stent. *Eurointervention* 2010; 6(1):46-53.
53. Del Balanco BG, Marti G, Bellara N, et al. Clinical and procedural evaluation of the Nile Croco dedicated stent for bifurcations; a single centre experience with the first 151 consecutive non-selected patients. *Eurointervention* 2011; 7(2):216-24. doi: 10.4244/EIJV7I2A36
  54. Verheye S, Grube EA, Ramcharitar S, et al. First-in-man (FIM) study of the Stentys bifurcation stent-30 days results. *Eurointervention* 2009; 4(5):566-71. doi: 10.4244/eijv4i5a96
  55. Naber CK, Pyxaras SA, Nef H, et al. Final results of a self-apposing paclitaxel-eluting stent for the Percutaneous treatment of de novo lesions in native bifurcated coronary arteries study. *Eurointervention* 2016; 12(3):356-8. doi: 10.4244/EIJY15M06\_02
  56. Gil RJ, Vassiliev D, Michalek A, et al. First-in-man study of paclitaxel eluting stent BIOSS (Bifurcation Optimisation Stent System) dedicated for coronary bifurcation stenoses: three months results. *KardiolPol* 2012; 70(1):45-52.
  57. Gil RJ, Vassiliev D, Michalek A, et al. Dedicated paclitaxel-eluting bifurcation stent BIOSS (Bifurcation Optimisation Stent System): 12-month results from a prospective registry of consecutive all-comers population. *Eurointervention* 2012; 8(3):316-24. doi: 10.4244/EIJ-V8I3A50
  58. Gil RJ, Vassiliev D, Iniqo Garcia LA. First-in-man study of dedicated bifurcation sirolimus-eluting stent: 12-month results of BIOSS LIM Registry. *J IntervCardiol* 2015; 28(1):51-60. doi: 10.1111/joic.12180
  59. Mamas MA, Faoug V, Latib A, et al. Use of Sideguard (Cappella) stent in bifurcation lesions: a real-world experience. *Eurointervention* 2012; 7(10):1170-8. doi: 10.4244/EIJV7I10A188
  60. Grundeken MJ, Asqedom S, Damman P, et al. Six-month an one-year clinical outcomes after placement of a dedicated coronary bifurcation stent: a patient-level pooled analysis of eight registry studies. *Eurointervention* 2013; 9(2):195-203. doi: 10.4244/EIJV9I2A34
  61. MJ, Winter RJ, Wykrzykowska JJ. Safety and efficacy of the Tryton Side Branch Stent™ for the treatment of coronary bifurcation lesions: an update. *Expert Review of Medical Devices*, 14:7, 545-555, DOI: 10.1080/17434440.2017.133813.
  62. Miyazawa A, Ako J, Hassan A et al. Analysis of bifurcation lesions treated with novel drug-eluting dedicated bifurcation stent system: intravascular ultrasound results of the AXXESS PLUS trial. doi: 10.1002/ccd.21269
  63. Grube E, Buellesfeld L, Neumann F J. Six-month clinical and angiographic results of a dedicated drug-eluting stent for the treatment of coronary bifurcation narrowings. *Am J Cardiol* 2007 Jun 15;99(12):1691-7. doi: 10.1016/j.amjcard.2007.01.043.
  64. Buyschaert I, Dubois CL, Dens J, et al. Three-year clinical results of the Axxess Biolimus A9 eluting bifurcation stent system: the DIVERGE study. *EuroIntervention* 2013;9(5):573-81. doi: 10.4244/EIJV9I5A93.
  65. Verheye S, Buyschaert I, Grube E. Impact of side branch stenting on five-year long-term clinical outcome with the bifurcation-dedicated Axxess Biolimus A9-eluting stent system. *EuroIntervention* 2015 ;11(8):860-7. doi: 10.4244/EIJV11I8A176.
  66. Beyar R, Davies JE, Cook C, et al. Robotics, imaging, and artificial intelligence in the catheterisation laboratory. *EuroIntervention*. 2021;17:537–549. doi: 10.4244/EIJ-D-21-00145.
  67. Beyar R, Gruberg L, Deleanu D, et al. Remote-control percutaneous coronary interventions: concept, validation, and first-in-humans pilot clinical trial. *J Am Coll Cardiol* 2006;47: 296–300. doi: 10.1016/j.jacc.2005.09.024.
  68. Granada JF, Delgado JA, Uribe MP, et al. First-in-human evaluation of a novel robotic-assisted coronary angioplasty system. *J Am Coll Cardiol Interv* 2011;4:460–5. doi: 10.1016/j.jcin.2010.12.007.
  69. Weisz G, Metzger DC, Caputo RP, et al. Safety and feasibility of robotic percutaneous coronary intervention: PRECISE (percutaneous robotically-enhanced coronary intervention) study. *J Am Coll Cardiol* 2013;61:1596–600. doi: 10.1016/j.jacc.2012.12.045.
  70. Smilowitz NR, Weisz G. Robotic-assisted angioplasty: current status and future possibilities. *Curr Cardiol Rep* 2012;14:642–6. doi: 10.1007/s11886-012-0300-z.
  71. Smilowitz NR, Moses JW, Sosa FA, et al. Robotic-enhanced PCI compared to the traditional manual approach. *J Invasive Cardiol* 2014;26: 318–21.
  72. Mahmud E, Naghi J, Ang L, et al. Demonstration of the Safety and Feasibility of Robotically Assisted Percutaneous Coronary Intervention in Complex Coronary Lesions: Results of the CORA-PCI Study (Complex Robotically Assisted Percutaneous Coronary Intervention). *JACC Cardiovasc Interv* 2017;10(13):1320-1327. doi:10.1016/j.jcin.2017.03.050.
  73. Khokhar A, Zeliass A, Giannini F, et al. Hybrid step-by-step approach to perform a Robotic DK Crush PCI. *EuroIntervention: image in cardiology* 2022. <https://www.pcronline.com/Cases-resources-images/Images-interventional-cardiology/EuroIntervention-images/Hybrid-step-by-step-approach-perform-Robotic-DK-Crush-PCI> (12.07.2022 tarihinde ulaşılmıştır.)