



# 37. BÖLÜM

## HASTANELERDE SAĞLIK PERSONELİ NÖBET ÇİZELGELERİNİN YAPAY ZEKA ALGORİTMALARI İLE OPTİMİZASYONU

Esra CAN<sup>1</sup>

### GİRİŞ

Günümüzde artan nüfusla birlikte, hasta sayısı artmakta, bu artışa cevap verebilmek için hastanelerde daha fazla personele ihtiyaç duyulmaktadır. Personel sayısının az olması iş yükünün artmasına, hizmet kalitesinin de düşmesine sebep olmaktadır. Bu yüzden yüksek kapasiteli sağlık hizmeti veren kurumların personel gereksinimini sistematik bir şekilde karşılaması gerekmektedir. En alt kademeden en üst kademeye, sağlık hizmet basamaklarındaki tüm aktörler, ortaya çıkan personel ihtiyacını karşılamak için istihdam edilmektedir.

Sağlık hizmetleri tüm sağlık kurumlarında gün boyu aralıksız (7 gün 24 saat) devam etmektedir. Hizmetlerin kesintisiz sürdürülebilmesi için başta hekimler olmak üzere sağlık çalışanları nöbetleşe yani vardiya sistemiyle çalışmaktadır (1). Vardiya sistemindeki çalışma saatlerinin devamlı değişmesi ve dengesiz iş yükleri gibi durumlar çalışanları olumsuz etkilemektedir. Bu durum çalışanların mesai saatlerinin eşit işyükü dağılımı yapılarak, çizelgelenmesiyle çözümlenir.

Personel çizelgeleme problemi, hem işletme hem de personel isteklerini göz önüne alan, personelin belirli bir süre için tekrarlı çalışma zamanlarını düzenleyen çizelgelerin üretilmesi ile ilgilidir. Personel çizelgelemede amaç, hizmet kalitesini arttırırken, aynı zamanda çalışanların isteklerini karşılayabilecek, değişen ortamın gereksinimlerine göre kolayca uyarlanabilecek çizelgelerin üretilmesidir (2). Personel çizelgeleri oluşturulurken, çalışanların yaşam kalitelerine olumlu katkıda bulunan çalışma koşullarına sahip olması gerektiği unutulmamalıdır (3). Personel çizelgeleme yoluyla çalışanların işe başlayacağı ve bitireceği saatler, mola kullanacakları zaman dilimleri ve izinli olacakları

<sup>1</sup> Yüksek Endüstri Mühendisi, esracan545@gmail.com

şekilde çizelgelenmesi esas alınmalıdır. Ancak bu çalışma çizelgeleri oluşturulurken geleneksel metotlar kullanıldığında ciddi zaman kayıpları oluşmakta ve uygunsuz programlar ortaya çıkmaktadır. Karşılaşılan bu durumun ortadan kalkması için daha kullanışlı ve pratik çözüm yöntemlerine ihtiyaç duyulmaktadır. Gelişen teknoloji ile çizelgeleme problemlerinin çözümünde yapay zeka algoritmaları kullanılmaya başlanmıştır. Özellikle son yıllarda yapay zeka tekniklerine, sağlık kurumlarında nöbet çizelgeleme problemini çözmeye sıklıkla başvurulmaktadır. Literatürde yapay zeka yaklaşımlarının hastane personeli nöbet çizelgeleme problemine çözüm getirmede etkili olduğuna dair bir çok çalışma bulunmaktadır. Çalışmalar göstermiştir ki kullanılan algoritmalar ile elde edilen çözümlerle oluşturulan çizelgeler mevcut durumdaki çizelgelerden çok daha kullanışlı ve memnun edicidir. Yapay zeka algoritmalarından genetik algoritma, tabu arama, parçacık sürü optimizasyonu, tavlama benzetimi, yapay arı algoritması, karınca kolonisi algoritması, memetik algoritmalar ile hastane personeli çizelgeleme sorununa çözüm aranmıştır. Çalışmalarda, genetik algoritmaların diğer yapay zeka yaklaşımlarından daha çok kullanıldığı tespit edilmiş ve en çok hemşire çizelgeleme problemine çözüm arandığı gözlemlenmiştir. Doktor nöbet çizelgeleme problemi ile ilgili daha az çalışma yapılmış ve en çok acil servis hekimlerinin nöbet çizelgeleme probleminin ele alındığı görülmüştür. Anestezi ve reanimasyon birimi, cerrahi branş birimlerinde de nadir olarak doktor nöbet çizelgeleme çalışmaları bulunmaktadır. Hastanede nöbet usulü çalışan sekreter, teknisyen ve diğer personelinde çalışma çizelgeleri için yapay zeka teknikleri ve yazılımlarıyla optimal çözümler elde edilebilecektir.

## KAYNAKLAR

1. Geçici, E, Güler, M.G. Hemşire çizelgeleme problemi için bir karar destek sistemi uygulaması. Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 26(4), 749-757.
2. Atmaca, E, Pehlivan, C, Aydoğdu, C. B. Hemşire çizelgeleme problemi ve uygulaması. Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 28(4), 351-358.
3. Schmidt L.E. (1969). Scheduling and position control of hospital personnel. USA: South Dakota State University.
4. Karaatlı, M. (2010). Bulanık ortamda çok amaçlı işgücü çizelgeleme: Hemşireler için bir uygulama. Doktora Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Isparta, 165s.
5. Can, E. (2019). Çok amaçlı ders çizelgeleme probleminin çözümü için metasezgisel yaklaşım önerisi. Yüksek Lisans Tezi, Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kütahya, 87s.
6. Cheang, B, Li, H, Lim, A. Nurse rostering problems--a bibliographic survey. European Journal of Operational Research, 151, 447-460
7. Coşkun, A. (2007). Yapay zeka optimizasyon teknikleri: Literatür değerlendirmesi. Doğu Anadolu Bölgesi Araştırmaları, Gazi Üniversitesi, Endüstriyel Sanatlar Eğitim Fakültesi, Bilgisayar Eğitimi Bölümü, Ankara.

8. Russell, S.J, Norvig, P. (2020). Artificial intelligence a modern approach. (Dördüncü baskı) Pearson Series In Artificial Intelligence, US: Pearson Education, Inc.
9. Köse, U. (2017). Yapay zekâ tabanlı optimizasyon algoritmaları geliştirilmesi. Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya, 203s.
10. Goldberg, D. E. (1975). Genetic algorithm in search, optimization and machine learning. USA: Addison Wesley Publishing Inc.
11. Almeida, B.S.G., Leite, V.C. (2019). Particle swarm optimization: A powerful technique for solving engineering problems. Javier Del Ser (Ed.), Swarm Intelligence - Recent Advances, New Perspectives and Applications içinde, Doi: 10.5772/intechopen.89633.
12. Hillier, F.S, Lieberman, G.J. (2010). Introduction to operations research (9th edition): McGraw-Hill International Edition.
13. Geem, Z.W., Kim, J.H., Loganathan, G.V. A new heuristic optimization algorithm: Harmony search. SIMULATION: Transactions of the Society for Modeling and Simulation International, 76(2), 60-68.
14. Glover, F, Laguna, M. Tabu Search. Boston, USA: Kluwer Academic Publishers, 1997.
15. Aycan, E. (2008). Kısıtlı programlama ve benzetimli tavlama yöntemleri ile ders programlama probleminin çözülmesi. Yüksek Lisans Tezi, İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, 89s.
16. Karaboga, D. An idea based on honey bee swarm for numerical optimization. (Technical Report-Tr06, October, 2005)
17. Hart, W. E, Krasnogor, N, Smith, J. E. (2005). Memetic Evolutionary Algorithms. Hart, Krasnogor, Smith (Ed.), Recent Advances in Memetic Algorithms içinde, (s. 3-27), Part of the Studies in Fuzziness and Soft Computing book series, Berlin: Springer.
18. Puente, J, Gomez, A, Fernandez, I. Medical doctor rostering problem in a hospital emergency department by means of genetic algorithms. Computers & Industrial Engineering, 56, 1232-1242.
19. Jan, A., Yamamoto, M. & Ohuchi, A. (2000). Evolutionary Algorithms for Nurse Scheduling Problem, IEEE, (pp. 196-203).
20. Moz, M.M.M., Pato, V. A genetic algorithm approach to a nurse rostering problem. Computers & Operations Research, 34, 667-691.
21. Miwa, M., Matsuzaki, S. & Okuma, T. (2002). Nurse scheduling system using bacterial evolutionary algorithm hardware. IEEE, (pp. 1801-1805).
22. Özcan E. (2005). Memetic Algorithms for Nurse Rostering. International Symposium on Computer and Information Sciences (ISCIS), (pp. 482-492).
23. Rosocha, L, Vernerova, S, Verner, R. Medical staff scheduling using simulated annealing. Quality Innovation Prosperity, 19(1).
24. Kundu, S, Mahato, M. & Acharyya, S. Comparative performance of simulated annealing and genetic algorithm in solving nurse scheduling problem. Proceedings of the International MultiConference of Engineers and Computer Scientists (IMECS), 19-21 March 2008, Hong Kong, Vol I.
25. Kuo, Y. H. Integrating simulation with simulated annealing for scheduling physicians in an understaffed emergency department. HKIE transactions, 21(4), 253-261.
26. Banet, D. (2010). Heuristic scheduling for clinical physicians, University of Louisville, Industrial Engineering, Yüksek Lisans Tezi, Kentucky, 44s. Doi: <https://ir.library.louisville.edu/etd/66/>.
27. Lo C. C., Lin T. H. (2011). A particle swarm optimization approach for physician scheduling in a hospital emergency department. Seventh International Conference On Natural Computation (ICNC), July 2011, China, (pp. 1929-1933).
28. Samah, A.A, Zainudin, Z, Abdul, Majid, H. A framework using an evolutionary algorithm for on-call doctor scheduling. Journal of Computer Science & Computational Mathematics, 2(3), 9-16
29. Büyükoçkan, K. (2012). Hemsire cizelgeleme probleminin çözümünde arı kolonisi algoritması ve bir sağlık kuruluşunda uygulama. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bi-

- limleri Enstitüsü, Konya, 66s.
30. Rahimian, E, Akartunalı, K, Levine, J. A hybrid integer programming and variable neighbourhood search algorithm to solve nurse rostering problems. *European Journal of Operational Research*, 258(2), 411-423.
  31. Li, H., Lim, A. (2003). A hybrid ai approach for nurse rostering problem. *Proceedings of the 2003 ACM Symposium on Applied Computing (SAC)*, 9-12 March, 2003, Melbourne, FL, USA. Doi: 10.1145/952532.952675.
  32. Tohidi, M, Zanjani, M.K, Contreras I. Integrated physician and clinic scheduling in ambulatory polyclinics. *Journal of the Operational Research Society*, 70 (2), 177-191.
  33. Carter, M.W, Lapierre, S.D. Scheduling emergency room physicians. *Health Care Management Science*, 4, 347-360.
  34. Wong, T.C, Xu, M, Chin, K.S. A two-stage heuristic approach for nurse scheduling problem: a case study in an emergency department. *Computers and Operations Research*, 51, 99-110.
  35. Youssef, A., Senbel, S. (2018). A bi-level heuristic solution for the nurse scheduling problem based on shift-swapping. *8th Annual Computing and Communication Workshop and Conference (CCWC)*, IEEE, Las Vegas, Nevada.
  36. Dowsland, K.A. ve Thompson, J.M. Solving a nurse scheduling problem with knapsacks, networks and tabu search. *Journal of the Operational Research Society*, 51(7), 825-833.
  37. Burke, E., Cowling, P., Causmaecker P.D. A memetic approach to the nurse rostering problem. *Applied Intelligence*, 15, 199-214.
  38. Rousseau, L.-M, Gendreau, M, Pesant, G. A general approach to the physician rostering problems. *Annals of Operations Research*, 115, 193-205.
  39. Inoue, T, Furuhashi, T, Maeda, H. A proposal of combined method of evolutionary algorithm and heuristics for nurse scheduling support system. *Industrial Electronics*, 50(5), 833-838.
  40. White, C. A, White, G.M. (2003). Scheduling doctors for clinical training unit rounds using tabu optimization. *PATAT 2002, International Conference on the Practice and Theory of Automated Timetabling PATAT 2003: Practice and Theory of Automated Timetabling IV*, 2003, (pp. 120-128).
  41. Aickelin, U., Dowsland, K.A. An indirect genetic algorithm for a nurse-scheduling problem. *Computers & Operations Research*, 31(5), 761-778.
  42. Ohki, M., Morimoto, A. & Miyake, K. (2006). Nurse scheduling by using cooperative ga with efficient mutation and mountain-climbing operators. *3rd International IEEE Conference Intelligent Systems*, October 2006, London, (pp. 164-169).
  43. Gutjahr, WJ, Rauner, M.S. An ACO algorithm for a dynamic regional nurse-scheduling problem in Austria. *Computers & Operations Research*, 34(2007), 642-666.
  44. Carrasco, R. C. Long-term staff scheduling with regular temporal distribution. *Computer Methods and Programs in Biomedicine*, 100(2), 191-199.
  45. Awadallah M, Khader A.T, Al-Betar M.A. Nurse scheduling using harmony search. *BIC-TA*, 2011 ,(pp. 58-63).
  46. Jerić, S. V, Figueira, J. R. Multi-Objective scheduling and a resource allocation problem in hospitals. *Journal of Scheduling*, 15(5), 513-535.
  47. Todorovic, N, Petrovic, S. Bee colony optimization algorithm for nurse rostering. *Systems, Man, and Cybernetics: Systems*, IEEE Transactions on. 43(2), 467-473.
  48. Hadwan, M., Ayob, M., Kendall, G., Qu, R. A harmony search algorithm for nurse rostering problems. *Information Sciences*, 233, doi:10.1016/j.ins.2012.12.025.
  49. Tassopoulos, I.X, Solos, I.P, Beligiannis, G.N. A two-phase adaptive variable neighborhood approach for nurse rostering. *Computers and Operations Research*, 60, 150-169.
  50. Lin, C. C., Kang, J. R., Chiang, D. J. Nurse scheduling with joint normalized shift and day-off preference satisfaction using a genetic algorithm with immigrant scheme. *International Journal of Distributed Sensor Networks*, 11(7), 1-10.
  51. Alharbi, A., Al-Qahtani, K. (2006). A genetic algorithm solution for the doctor scheduling

- problem. The Tenth International Conference on Advanced Engineering Computing and Applications in Sciences (ADVCOMP), 2016.
52. Ramli, M., Abas, Z., Ibrahim, N. Solving complex nurse scheduling problems using particle swarm optimization. *International Review on Computers and Software (IRECOS)*, 11.
  53. Zhong, X, Zhang, J, Zhang, X. A two-stage heuristic algorithm for the nurse scheduling problem with fairness objective on weekend workload. *IISE Transactions on HealthCare Systems Engineering*, 7(4), 224-235.
  54. Liu, Z., Liu, Z., Zhu, Z. Simulated annealing for a multi-level nurse rostering problem in hemodialysis service. *Applied Soft Computing*, 64, 148-160.
  55. Yeh, W.C, Lai, C.M, Tsai, H.T. Nurse scheduling problem using simplified swarm optimization. *Journal of Physics: Conference Series*, the 8th International Conference on Engineering, Mathematics and Physics, 1-3 July 2019, Ningbo, China.
  56. Yağmur, E.C., Sarucan, A. nurse scheduling with opposition-based parallel harmony search algorithm. *Journal of Intelligent Systems*, 28(4), Doi: <https://doi.org/10.1515/jisys-2017-0150>.
  57. Lan, S, Fan, W, Liu, T. A hybrid SCA-VNS meta-heuristic based on Iterated Hungarian algorithm for physicians and medical staff scheduling problem in outpatient department of large hospitals with multiple branches. *Applied Soft Computing*, 85, 105813.
  58. Ala, A. Effects of NSGA-II Algorithm in Compare to Bee Colony Optimization on Nurse Scheduling Problem. *International Journal of Applied Optimization Studies*, 2(03), 1-33. Doi: <http://ijaos.com/index.php/home/article/view/40>.
  59. Chen, P.S, Huang, W.T, Chiang, T.H. Applying heuristic algorithms to solve inter-hospital hierarchical allocation and scheduling problems of medical staff. *International Journal of Computational Intelligence Systems*, 13(1), 318-331.
  60. Turhan, A.M, Bilgen, B. A hybrid fix-and-optimize and simulated annealing approaches for nurse rostering problem. *Computers & Industrial Engineering*, 145, 106531
  61. Senbel, S. A fairness-based heuristic technique for long-term nurse scheduling. *Asia-Pacific Journal of Operational Research*, Doi: <https://doi.org/10.1142/S0217595920500475>.
  62. Rochman, E.M.S., Rachmad, A., Imamah. (2020). The application of genetic algorithms as an optimization step in the case of nurse scheduling at the Bringkoning community health center. *Journal of Physics: Conference Series, Computer and Mathematics*, 20 April 2020.
  63. Chen, P.S., Zeng, Z.Y. Developing two heuristic algorithms with metaheuristic algorithms to improve solutions of optimization problems with soft and hard constraints: An application to nurse rostering problems. *Applied Soft Computing*, 93, 106336.
  64. Abuhamdah, A., Boulila, W., Jaradat, G.M. A novel population-based local search for nurse rostering problem. *International Journal of Electrical and Computer Engineering*, 11(1), 471-480.
  65. Ceschia, S., Guido, R., Schaerf, A. Solving the static INRC-II nurse rostering problem by simulated annealing based on large neighborhoods. *Annals of Operations Research*, 288, 95-113.
  66. Ramli, R., Ahmad, S.N.I., Abdul-Rahman, S. A tabu search approach with embedded nurse preferences for solving nurse rostering problem. *Int. J. Simul. Multidisci. Des. Optim.*, 11.