



Journal of Turkish Operations Management

Bir otomobil bakım servisinde müşteri randevu planlaması için model önerisi

İbrahim Yılmaz^{1*}

¹Department of Industrial Engineering, School of Engineering and Natural Sciences, Ankara Yıldırım Beyazıt University, Ankara, Turkey, 06010

e-mail: i.yilmaz@aybu.edu.tr, ORCID No: <https://orcid.org/0000-0002-5959-7353>

*Sorumlu Yazar

Makale Bilgisi

Makale Geçmişi:

Geliş: 07.12.2022

Revize: 12.12.2022

Kabul: 14.12.2022

Anahtar Kelimeler:

Randevu planlama
Stokastik Metotlar
Örtüşen zamanlama
Araç servis çizelgeme

Özet

Bu makalede stokastik bir hizmet süresi göz önüne alındığında, periyodik bakım hizmetleri sunan bir araç bakım servisinde müşteri bekleme süresini ve teknisyen boş zamanını en aza indirmek için stokastik örtüşen randevu planlama (SOAP) modelini sunulmaktadır. Genel olarak araç bakım veya onarım hizmeti veren yetkili servisler teknisyen kullanımını ve müşteri memnuniyetini en üst düzeye çıkarmak için uygun randevu çizelgeleri belirlemeyi hedeflemektedirler. Ancak, servis işlem sürelerindeki belirsizlikler veya müşterilerin randevuya gelme durumları olduğunda servis hizmeti veren işletmelerde randevu planlarında aksamalara neden olmaktadır. Yaşanan aksaklıklar, teknisyenlerin boş kalmasına veya fazla çalışmasına ya da müşterilerin bekleme sürelerine etki etmektedir. Bu durum, işletmelerin işgücü kullanım oranında azalma, personel fazla mesai ücretlerinde artma, artan bekleme süresinden kaynaklanan müşteri memnuniyetsizliği gibi işletmeler açısından olumsuz sonuçları getirmektedir. Karşılaşılan sorunları en aza indirmek amacıyla müşteri bekleme süresi ile günlük planlanan randevu sayısı arasında denge sağlamayı amaçlayan SOAP modeli geliştirilmiştir. Bu amaçla, müşteri memnuniyetsizliği ve teknisyen kullanım oranından kaynaklanan maliyetleri en aza indirmek için SOAP modelinde randevu planlarındaki uyumsuzluğa sebep olan servis hizmet süresi normal dağılım varsayımı ile analiz edilmektedir. Yapılan benzetim deney sonuçlarına göre SOAP modelini uygulamak için en uygun ortamın; müşterilerinin yüksek gelme oranına sahip, uzun randevu sürelerinde yüksek servis zamanı varyasyon katsayısına sahip olan periyodik servis bakım işlemlerinin gerçekleştiği işletmelerde toplam maliyetlerin % 45-85 oranında azalmaya yol açabileceğini göstermektedir. Sonuç olarak, SOAP randevu planlama modeli ile belirsizliklerin yoğun olduğu sistemlerde etkin olarak kullanılabileceği gösterilmiştir.

Model Suggestion for Customer Appointment Scheduling in an Automobile Maintenance Services

Article Info

Article History:

Received: 07.12.2022

Revised: 12.12.2022

Accepted: 14.12.2022

Keywords:

Appointment scheduling
Stochastic Methods
Overlapping timing
Auto service scheduling

Abstract

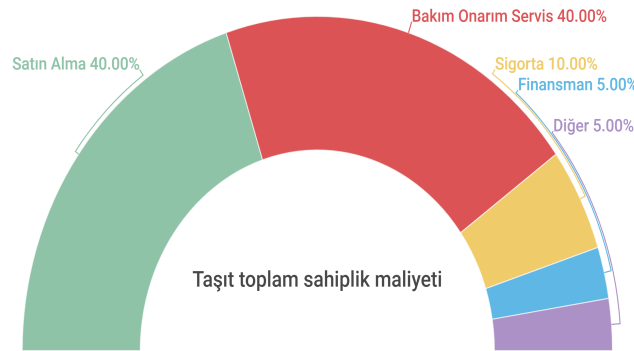
This article addresses a new stochastic overlapping appointment planning model (SOAP) to minimize customer waiting time and technician idle time in an authorized vehicle maintenance service that offers periodic maintenance services. In general, authorized services that provide vehicle maintenance or repair services aim to determine appropriate appointment schedules in order to maximize the use of technicians and customer satisfaction. However, disruptions occur in the appointment plans of service providers when uncertainties in service processing times or customer no-shows appear for appointments. Such disruptions affect the idle or overwork time of the technicians and the waiting times of the customers. As a result of these disruptions, it brings negative consequences for authorized services, such as a decrease in the rate of technician utilization, an increase in

technician overtime wages, and customer dissatisfaction due to high waiting time. In order to minimize such negative consequences, the SOAP model is developed, which provides a balance between the customer waiting time and the number of scheduled appointments per day. In the SOAP model, which aims to minimize the costs arising from customer dissatisfaction and technician utilization rate, the service time that causes the conflict in appointment plans is analyzed with the assumption of normal distribution. Experimental results show that when the SOAP model is applied the total costs can be reduced by 45-85% in workshops where periodic service maintenance operations are carried out and in which have a high rate of customer no-show, long appointment intervals, and a high service time variation coefficient.

1. Giriş

Covid-19 pandemisi ile baş gösteren arz talep dengesinde yaşanan bozulmaların ve çip krizi olarak tanımlanan etkinin azalması ile müşteri memnuniyetinin ön planda tutulduğu işletmeler arası rekabet yeniden artmaya başlamıştır. Artan rekabet ortamında tüm sektörlerde yaşanan değişimler, otomotiv sektöründe de kendini göstermektedir. Otomotiv sektörünün sahip olduğu müşteriler sadece araç alımı ile ilgilenmemektedir. Aynı zamanda, müşteriler firmaların sağladıkları satış sonrası hizmetleri de göz önünde bulundurarak araç satın alma kararlarını vermektedirler. Diğer sektörlerde göre satış sonrası hizmetlerin daha yoğun olarak yaşandığı otomotiv sektöründe, firmaların araçlarının fiziksel özellikleri kadar sağladıkları satış sonrası servis ve bakım hizmetleriyle de fark yaratmaya çalışmaktadırlar.

Gelişen teknolojiler ve artan rekabet şartları nedeniyle firmaların üretim karlıklarını her geçen gün azalmaktadır. Ancak, satış sonrası sağlanan hizmetlerden elde edilen gelir firmalar için her geçen gün dikkat çeken bir değer olarak karşılımlarına çıkmaktadır. Şekil 1’de görüldüğü üzere bir araç için toplam sahip olma maliyetine bakıldığında taşıt satın alma bedeli %40’lık bir orana sahiptir. Yapılan araştırmalar satış sonrası hizmetlerle firmalar karlılıklarını %80 oranında artırabilmektedirler (Dombrowski ve Malorny, 2017). Satış sonrası hizmetlerin en büyük bölümünü ise bakım ve onarım giderleri oluşturmamaktadır. Şekil 1’de görüldüğü gibi yapılan araştırma sonuçlarına göre bakım ve onarım giderleri taşıt bedeli kadar öneme sahiptir. Bu farkındalığa sahip firmalar, müşterilerinin memnuniyetini sadece araç satışında değil aracın toplam sahiplik süresinde de sağlamak için çaba göstererek karlarını sürekli olarak arttırmak istemektedirler.



Şekil 1. Taşıt toplam sahip olma bedel dağılımı

Fabrikadan müşteriye aracısız bir satış modeli bulunmamasından dolayı otomotiv sektöründe müşteriler öncelikle yetkili servisler ile tanışmaktadırlar. Ancak, müşteriler taşıt almından daha çok satış sonrası hizmetler için yetkili servislerde zaman geçirmektedirler. Taşıt satın almından sonra araçlarından en iyi performans seviyesinde yararlanmak, orijinal parça desteklerinden faydalanmak, firmanın sunduğu garanti şartlarını sağlamak için firma yetkili servislerini tercih etmektedirler (Gupta ve Williams, 2004). Müşteriler herhangi bir sebeple yetkili servisten memnun kalmadıklarında ilk tercih olarak bölgesinde bulunan diğer yetkili servislere yönelmektedir. Servis işletmeleri açısından değerlendirildiğinde aynı durum müşteri kaybı olarak büyük maddi sorunlara sebep olmaktadır. Yetkili servislerde sunulan hizmetler, müşterilerin sadece servis hizmetlerini tercih etmede değil aynı zamanda müşterilerin yeni araç alımında etkileyen unsurlar arasında bulunmaktadır. Giardelli ve diğ. (2007) satış sonrası servis işlemlerine harcana para miktarının araç satın alma bedelinin 3 katına kadar yükselebileceğini ortaya çıkarmaktadır. Bu yüzden, araç üreticileri müşterilerini kaybetmemek için yetkili servislerde yaşanan müşteri şikayetleri ile yakından ilgilenmektedirler. Bu çalışmada satış sonrası hizmet veren yetkili servislerde yaşanan müşteri memnuniyetsizliklerin de önemli yer tutan müşteri bekleme süresi ile teknisyen kullanım oranını en

iyilemeyi amaçlayan stokastik örtüşen randevu planlama (SOAP) modeli önerilmektedir. Önerilen SOAP model Anderson ve diğ. (2015) tarafından sunulan OLAS (overlapping appointment scheduling) modelinden geliştirilmiştir. Geliştirilen SOAP modeli ile yetkili servislerin karlılık oranı, teknisyen kullanım oranı ve müşteri memnuniyetlerinin artması hedeflenmektedir.

Yetkili servis hizmeti veren araç bakım servislerinin randevu planlamaları bir kuyruk sisteminden oluşur. Aracını servise getiren bir müşteri belirtilen saatte servise geldiğinde, eğer bir önceki müşterinin bakım faaliyetlerinin planlanandan uzun sürmesi veya istenilen parçanın bulunmaması nedeniyle teknisyenin müsait olacağına garanti bulunmamaktadır. Çoğu zaman müşteriler, önceki aracın işlemi tamamlanana kadar kendi araçlarının işleme alınmasını beklemek zorundadırlar. Bu durum müşteri memnuniyetsizliğine neden olmaktadır. Tüm müşteriler periyodik bir muayene önceden randevu alırlar ve belirtilen randevu saatinde işlemlerinin tamamlanmasını beklerler. Periyodik bakım esnasında araçlarının serviste kaldıkları süre zarfında müşteri tarafından kullanılmaması veya yetkili servislerin müşterilerin buldukları lokasyonlara uzak olması nedeniyle yaşanan aksaklıklar zaman kayıplarına yol açmaktadır. Bu yüzden araçların belirtilen sürede müşterilere teslim edilmesi gerekmektedir.

Randevu planlarında karşılaşılan diğer bir sorun ise müşterilerin planlanan randevu saatinde gelmemesidir. Bu durum teknisyenin boşta kalmasına ve randevu kayıplarına neden olarak servis hizmeti veren işletmelerin gelir kaybına yol açmaktadır. Lombard ve diğ., (2020) 15 teknisyen için geçmiş verilerin analizi ile teknisyen çalışma saatlerinde planlanan randevular analiz ederek, teknisyen kullanımının iki hafta boyunca %25 ile %150 arasında değiştiğini göstermiştir. Randevu iptalleri veya randevuya gelmeme sorunları karşılaşılan bir işletmede, bir müşterinin işlemleri alınsımdık derecede uzun hizmet süresine sahipse, müşteri randevu saatinde son derece geç gelirse veya hiç gelmezse randevu sisteminde kaos olması muhtemeldir. Sonuç olarak, bu çalışmada geliştirilen SOAP modelinin amacı, randevuları belirli bir zaman periyodu ile örtüşen randevu planlama modeli geliştirmek ve ardından belirli bir işletmenin müşteri profili özellikleri için en uygun örtüşme süresini belirlemektir.

Örtüşen randevular, bir müşteriye ait randevunun beklenen bitiş saatinde (ft_i) daha önce planlanan randevular ($ft_{(i+1)}$) olarak tanımlanmaktadır. İki randevu arasındaki fark ($ft_i - ft_{(i+1)}$) örtüşme periyodu olarak da adlandırılır. Müşteriler randevuya gelmediğinde veya teknisyenler bakım işlemlerini daha erken bitirdiğinde, çakışan randevu stratejisi teknisyenin boşta geçirdiği zamanı azaltmayı hedeflemektedir. Bu sayede, ek randevular oluşturularak sisteme yeni müşterilerin eklenmesi sağlanabilmektedir. SOAP modeli uygulanması ile yetkili servis hizmeti veren işletmeler için kaynaklarının etkin kullanılması için ek kazanç sağlanacaktır. Ancak, örtüşen randevu periyodunun iyi belirlenememesi sebebi ile teknisyenler fazla mesai yapabilir bu durum ise işletmelere ek maliyet çıkarabilir. Ayrıca, işlem sürelerinin uzaması veya belirsizliklerinin artması sonucunda müşteri bekleme süresi artacak ve bu durum sonucunda ise müşteri bekleme süresini artırarak müşteri memnuniyetsizliğine neden olabilecektir. Müşteri ve işletme arasında oluşan çatışan amaçları en iyilemek için örtüşen randevu periyodunun belirlenmesi kritik öneme sahiptir. Önerilen SOAP modeli ile müşterilerin bekleme süreleri ve randevularına gitmeme durumları ile teknisyenlerin boş kalma durumları ve fazla mesai durumlarını göz önünde bulundurularak en uygun örtüşen randevu periyodu hesaplanmıştır. Hesaplanan örtüşen randevu periyodu, tüm mesai süresine dağıtılarak bir randevu periyodu üzerine etkisi farklı simülasyon senaryoları ile analiz edilecektir.

Bu makalenin geri kalanı aşağıdaki gibi özetlenmiştir. Farklı sektörleri de içeren randevu planlama modellerine ait literatür araştırması Bölüm 2'de sunulmaktadır. Önerilen SOAP modelinin detayları ve çözüm metodolojileri Bölüm 3'te açıklanmıştır. SOAP model performansının çeşitli ortamlardaki benzetim temelli deneysel sonuçları ve analizleri Bölüm 4'te tartışılmaktadır. Son bölüm olan Bölüm 5'te ise sonuç, öneriler ve gelecekteki yapılması öngörülen çalışmalar hakkında bilgiler verilmiştir.

2. Literatür Taraması

Otomobil servisinde servis ve onarımlar için araç randevularının planlanması kuruluşların genel verimlilik ve müşteri memnuniyeti üzerinde etkisi vardır. Çalışmanın bu bölümünde, literatürde, farklı endüstrilerde yararlanan çizelgeleme sistemlerinin verimliliğini ve etkinliğini tanımlayan gereksinimler, yetkili araç bakım servislerinde randevu planlamalarında müşteri beklentilerinin neler olduğu ve yetkili araç bakım servislerinde randevu planlama örneklerine yer verilmektedir.

Otomotiv sektöründe satış sonrası bakım onarım hizmetlerini veren işletmeler özel ve yetkili servis olmak üzere iki ana grup altında toplanmaktadır. Yetkili servisler, araç üreticisi tarafından araç hakkında eğitim alan gerekli standartları sağlayarak sertifikalara sahip olan işletmeler olarak tanımlanmaktadır. Bu gerekli standartlar arasında müşteri memnuniyet araştırmaları da yer almaktadır (Kahraman ve Dinç, 2016). Bu sayede araç üreticileri müşterilerin satış sonrası hizmetlerden memnuniyetlerini de takip edebilmektedirler. Aksi takdirde müşteri kaybı yalnızca yetkili servis ile sınırlı kalmayarak araç üreticileri içinde bir tehdit oluşturacaktır (Timur ve Sarıyer, 2004). Otomotiv sektöründe müşteri memnuniyetinin devamlılığı sağlayabilmek için servis sağlayıcılarına büyük sorumluluklar düşmektedir. Araç servis işlemleri için gelen müşterilerin memnuniyet seviyesini artırmak, müşterilerin marka aidiyetini ve bağlılığını etkilemektedir. Bu sayede üreticiler, müşterilerini ellerinde tutabilecekler ve pazardaki acımasız rekabet koşullarında ayakta kalabileceklerdir (Dombrowski ve Malorny,

2017). Müşteri memnuniyetini karşılayamayan veya yeterli seviyede müşterilerine önem vermeyen yetkili servisler müşterilerinin diğer yetkili servislere veya özel servislere yönelmelerine neden olmaktadır.

Özel servisler, üreticiler tarafından yetkilendirilmemiş, teknik ve donanım alt yapısı daha sınırlı olan ancak daha ekonomik servis hizmeti sunan yerlerdir. Bu servislerin tercih edilme sebepleri arasında ekonomik olmaları ilk sırayı almaktadır. Ancak, araç üreticileri müşterilerinin özel servislere gitmemeleri adına garanti, parça temini veya teknik servis yetkisi gibi bağlayıcı şartlar koymaktadırlar. Bu şartlara rağmen müşteriler ekonomik açıdan daha uygun olan özel servisleri tercih etmektedirler. Özel servis ve yetkili servisleri tercih eden müşterilerin hizmet beklentilerinde veya önceliklerinde farklılıklar bulunduğu, özel servislerde müşteri şikâyetlerinin daha fazla olduğu, dolayısıyla müşteri memnuniyetinin daha düşük durumda olduğu ifade edilmiştir (Sezgin ve Arat, 2008). Bu yüzden yetkili servisler müşterilerinin memnuniyetini düşünürken, maliyet kriterini de göz önünde bulundurmalıdırlar (Tekin, 2006; Karahan ve Dinç, 2016).

Günümüzde artan maliyetler karşısında müşteriler kaliteli hizmeti en düşük maliyetle almaya, işletmeler ise yüksek müşteri memnuniyeti en az maliyetle sunma çabasıdadırlar (Gaiardelli ve Lucrezia Songini, 2007). Bu açıdan değerlendirildiğinde, literatürde müşteri memnuniyetini en iyilerken, işletme maliyetleri en aza çekmek için bir çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmalarda müşteri memnuniyetlerine etki eden ve sektörün daha büyük bir karlılık oranına sahip olmasına olanak sağlayacak yöntemler önerilmektedir. Bu yöntemler arasında toplam kalite yönetimi yaklaşımı ile müşterilerin memnuniyet kriterleri belirlenerek, servis personellerinin eğitim seviyesinin artırılması vurgulanmıştır (Akçay ve Okay, 2009). Toplam kalite yönetiminin yanı sıra istatistiksel süreç kontrolü ve malzeme ihtiyaç planlamasında rekabet gücünü artırmada etkili olduğu ortaya konulmuştur (Laosirihongthong ve Dangayach, 2005).

Karahan ve Dinç (2016) yaptıkları çalışmada araç servis hizmetlerinden yararlanan 20 adet müşterinin servis tercihlerini etkileyen faktörleri belirlemeye yönelik yapmış oldukları çalışma sonucunda çalışmaya katılanların %38'i verilen randevu zamanına uyulmasını önemli bulurken %49'u ise randevu zamanına uyulmasını çok önemli olduğunu vurgulamışlardır. Sonuç olarak yapılan anket çalışmasına katılanların %87'si randevu saatinin müşteri memnuniyeti açısından önemli olduğunu vurgulamışlardır. Lombard ve diğ. (2020) araç servis işlemlerinin yapıldığı işletmelerde randevu çizelgelemenin müşteri memnuniyeti etkileyen ana faktörlerden olduğu aynı zaman teknisyen kullanım oranı üzerinde de en etkin faktör olduğunu vurgulamıştır.

Randevu planlama modelleri birçok farklı sektörde çalışanların boşta kalma zamanlarını en aza indirmek, müşteri bekleme sürelerini en aza indirmek, kapasite kullanım oranını en iyilemek veya planlama periyodunda en fazla müşteri hizmet sunmak amacıyla kullanılmaktadır (LaGanga ve Lawrence, 2012). Bu amaçlar başta sağlık sektörü olmak üzere, restoran işletmeciliği, hotel rezervasyonları, bilet satış planlamalarında etkin olarak kullanılmaktadır.

Chen ve diğ., (2018) tarafından çifte rezervasyon stratejisi ile fazla randevu alındığında bir sağlık tesisindeki operasyonel maliyet ile hasta deneyimi arasında bir denge olduğu belirlenmiştir. Ayrıca çifte rezervasyonun, hastaların gelmemesi nedeniyle sistem verimsizliğini azaltabileceğini gözlemlenmiştir (Chen ve diğ., 2018). Randevuların geç iptal edilmesi ve randevu sahiplerinin randevu saatinde hazır bulunmamaları nedeniyle, boş kontenjanları doldurmak için neredeyse imkansız olmaktadır. Bu durum, muayene merkezinin işleyişini ciddi şekilde etkilemektedir. Randevu sahiplerinin gelmeme durumlarının sistem üzerinde oluşturduğu etkileri analiz etmek ve en uygun fazla randevu miktarını belirlemek için Monte Carlo benzetim yöntemi ile modelleme yöntemleri etkin bir şekilde kullanılmaktadır (Camargo, 2021; Ahmadi ve diğ., 2017).

Ayrıca, müşterilerin hotel randevularına gelmeme olasılığını tahmin etmek için bazı makine öğrenimi tekniklerini uygulanarak, bu kişiler olduğu randevu dilimlerine en iyi çifte rezervasyon limitlerini belirlemek için bir model önerisi geliştirilmiştir (Antonio, 2017). Restoran endüstrisindeki müşterilerin randevularına gelmeme ve son anda gerçekleşen iptalleri yönetmek için haber satıcısı modelinin bir uzantısı geliştirilerek, lüks ve kaliteli restoranlar için genişletilmiş bir kapasitenin oluşturulabildiği gösterilmiştir (Chiang, 2021).

Literatürde yapılan çalışmalar göz önüne alındığında, araç servis hizmeti sunan işletmelerde randevu planlama sistemleri blok randevu sistemleri ya da dalga modelleri olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu modellerde müşteri özelliklerine göre değil işletme kapasitesinin en iyilemesine göre planlamalar yapılmaktadır. Önerilen çalışma ise araç servis hizmeti sunan işletmelerde hem müşteri hem de işletmenin özellikleri göz önünde bulundurularak bir yeni randevu modeli önerilmektedir. Önerilen model ile fazla randevu süresi tahmin edilerek kabul edilebilecek fazla randevu sayısının belirlenmesi hedeflenmektedir. Bu çalışma ile literatürde hizmet sektöründe servis sürelerinin büyük değişimler gösterdiği ve yüksek randevuya gelmeme durumlarının yaşandığı işletmeler için etkin bir randevu sistemi önerilmektedir. Önerilen çalışmada kullanılan metodoloji üçüncü bölümde açıklanmaktadır.

3. Metodoloji

Stokastik Örtüşen Randevu Planlama (SOAP) Modeli

Bu çalışmada bir araç bakım servis hizmetleri sunan işletmede randevu planlama periyodu için örtüşen randevu modeli sunulmaktadır. Bu amaçla, bir araç bakım servisi işletmesinde çalışan randevuların etkisini belirlemek

üzere sunulan model ile teknisyen boşa kalma süresi ve müşteri bekleme süresini birlikte içeren bir amaç fonksiyonu ile analiz edilmektedir. Oluşturulan modelde müşteri gelmeme durumunu analiz etmek için normal dağılım kullanılarak genel bir amaç fonksiyonu oluşturulmuştur. Oluşturulan fonksiyon dağılım parametreleri, ortalama servis süresi ve maliyet katsayıları ile test edilerek, sunulan model hakkında sonuçlara ulaşılmıştır. Oluşturulan model ve denklemlerde kullanılan notasyonlar Tablo 1’de tanımlanmıştır.

Tablo 1. Notasyonlar ve tanımları

Notasyonlar	
B_n	n . randevu aralığı için gerçekleşen servis uzunluğu
f_i	i . müşteriye ait randevunun beklenen bitiş saati
V_n	n . randevu aralığı için verilen randevu uzunluğu
MO	Maliyet oranı
N	Randevu periyodunda beklenen hasta sayısı
O	Randevu periyodunki örtüşen randevu periyodu
TM	Toplam maliyet
x	İşlemin tamamlanması için en az süre
y	İşlemin tamamlanması için en fazla süre
Z	Servis çalışma zamanı
α	Teknisyen boşa kalma birim zaman maliyeti
γ	Müşteri gelmeme ihtimali
δ	Müşteri bekleme birim süre maliyeti
ϑ	Teknisyen fazla mesai birim süre maliyeti
ω	Teknisyenin boşa kaldığı birim süre

Örtüşme periyodunu belirlemek için kullanılan model, Anderson ve diğ. (2015) tarafından geliştirilen modelden esinlenilerek, bekleme süresi ve teknisyen boşa kalma süresine bağlı olarak toplam maliyeti azaltmak amacıyla randevular arası örtüşme süresini belirlemek için geliştirilmiştir. Geliştirilen modelin amaç fonksiyonu maliyet fonksiyonu olarak Eş.1’de gösterilmektedir.

$$E[TM] = \alpha \sum_{n=1}^N [(B_n - V_n)P(V_n < B_n)] + \beta \sum_{n=1}^N [(V_n - B_n)P(B_n < V_n)] \quad (1)$$

Teknisyen boşa kalma maliyeti ve müşteri bekleme maliyeti benzer şekilde hesaplanmaktadır. Örneğin, teknisyen boşa kalma maliyeti hesaplanırken, maliyet parametresi (α), tüm randevular için beklenen teknisyen boşa kalma süresi ile çarpılır. Diğer bir ifade ile beklenen teknisyen boşa kalma süresi, beklenen hizmet süresinin fiili hizmet süresinden çıkarılarak randevu süresinin beklenen ortalamadan az olma olasılığı ile çarpılmasıyla hesaplanır. Diğer yandan, müşteri bekleme maliyeti ise maliyet parametresi, tüm randevular için beklenen hasta bekleme süresi ile çarpılır. Beklenen hasta bekleme süresi, fiili hizmet süresinin beklenen hizmet süresinden çıkarılması ve ardından randevu süresinin beklenen süreden uzun olma olasılığı ile çarpılmasıyla hesaplanır. Bu aşamada normal dağılım olasılık durumlarını tanımlamak için modelin analizinde kullanılmaktadır. Gerçek randevu zamanının beklenen randevu zamanından daha az olma olasılığı kümülatif dağılım fonksiyonuna bağlıdır ve bu durum Eş.2’de gösterilmiştir.

$$P(V_n < B_n) = \frac{B_n - x}{y - x} \quad (3)$$

İşlem süresinin ortalamadan büyük olma olasılığı için, aynı denklemin 1'den çıkarılmasıdır. Bunun nedeni, meydana gelebilecek yalnızca iki sonuç olmasıdır, ya teknisyen bekler ya da müşteri bekler. Bu iki sonucun toplamı her zaman 1'e eşittir (Anderson ve diğ., 2015). Sonuç olarak, maliyet denklemi Eş.4 ile ifade edilir.

$$E[TM] = \alpha \sum_{n=1}^N \left[(B_n - V_n) \left(\frac{B_n - x}{y - x} \right) \right] + \beta \sum_{n=1}^N \left[(V_n - B_n) \left(1 - \frac{B_n - x}{y - x} \right) \right] \quad (4)$$

Eş.4 daha sonra, beklenen maliyetin belirlenmesinde örtüşme periyodu dikkate alınarak yeniden oluşturulur. Örtüşme periyodu, beklenen randevu uzunluğundan örtüşme süresi çıkarılarak eklenir ve toplam maliyet (TM) fonksiyonu Eş.5 ile gösterilmektedir.

$$E[TM] = \alpha \sum_{n=1}^N \left[(B_n - O - V_n) \left(\frac{B_n - O - x}{y - x} \right) \right] + \beta \sum_{n=1}^N \left[(V_n - B_n + O) \left(1 - \frac{B_n - O - x}{y - x} \right) \right] \quad (5)$$

Eş.5'te belirtilen fonksiyonun birinci ve ikinci türevleri alınarak, oluşturulan toplam maliyet fonksiyonunda örtüşme periyodunu da içeren bir en küçük noktanın varlığı tanımlanmaktadır. Eğer 1. türevi alınabiliyorsa, en küçük nokta değerleri bulunabilir. Bu amaçla, beklenen toplam maliyet fonksiyonunun birinci Türevi Eş.6'da gösterildiği gibi hesaplanmıştır.

$$\frac{df}{dO} = \frac{(2\beta + 2\alpha)O + \beta y + \alpha x + (\beta + \alpha)V_n - 2B_n \beta - 2\alpha B_n}{y - x} \quad (6)$$

Daha sonra ikinci türevi kontrol edilerek birinci türevinden elde edilen sonuçların optimal sonuçlar olduğu söylenecektir. Bu amaçla, beklenen toplam maliyet fonksiyonunun ikinci türevi Eş.7'de gösterildiği gibi hesaplanmıştır.

$$\frac{d^2f}{dO^2} = \frac{2(\beta + \alpha)}{y - x} \quad (7)$$

β ve α değerleri her zaman sıfırdan büyük olacaktır. Aynı zamanda x alacağı değerler bakımından y değerinden küçük olduğu için Eş.7'nin değeri her zaman sıfır dan büyük bir değer olacaktır. Sonuç olarak, Eş.5'te verilen toplam maliyet fonksiyonunun konveks yapıda olduğu gösterilmektedir. Bu durum ise en uygun örtüşme periyodunun hesaplanabileceği açıklamaktadır. En uygun örtüşme periyodu hesabı ise Eş.6'nın sıfıra eşitlenmesi ile tanımlanabilmektedir. Eş.6 sıfıra eşitlenerek O değeri Eş.8 ile gösterilmiştir.

$$\frac{(2\beta + 2\alpha)O + \beta y + \alpha x + (\beta + \alpha)V_n - 2b\beta - 2ab}{y - x} = 0 \quad (8)$$

$$O = \frac{-\beta y - \alpha x - \beta V_n - \alpha V_n + 2B_n \beta + 2\alpha B_n}{2\beta + 2\alpha}$$

Gerçekleşen servis uzunluğunun (B_n) sabit olmaması nedeniyle, örtüşme periyodunun beklenen değeri ($E[O]$), B_n rastgele değişkenin alabileceği tüm olası değerlerin ağırlıklı ortalaması olarak hesaplanmaktadır. Bu nedenle, (O) fonksiyonunun, B_n 'nin en alt limitinden (x) üst limitine (y) rasgele değişkenlerinin olasılık dağılımı ile çarpılarak elde edilen fonksiyonun integrali alınarak hesaplanacaktır. Oluşturulan denklem Eş. (9)'da gösterilmektedir.

$$E[O] = \int_x^y g(O) \cdot f(B) dB \quad (9)$$

Eş. 9 yardımıyla oluşturulan $E[O]$ aşağıda Eş. 10 ile tanımlanmaktadır.

$$E[O] = \int_x^y \frac{-\beta y - \alpha x - \beta V_n - \alpha V_n + 2B_n\beta + 2\alpha B_n}{2\beta + 2\alpha} \cdot \frac{1}{y-x} dB \quad (10)$$

İntegral işlemi sonucunda beklenen örtüşme periyodu Eş. 11'de gösterilmiştir.

$$E[O] = \frac{(4B_n - 3y - x)\beta + 4\alpha B_n - (y - 3x)\alpha}{4\beta + 4\alpha} \quad (11)$$

Bu aşamada sistemlerin kendi karakteristik özelliklerine göre analizler Eş. 11'de gösterilen denklem yardımıyla yapılmasına imkan sağlayacaktır. Eş. 11'de, genel olarak incelendiğinde, denklemin bileşenleri arasında maliyet, hizmet süresi değişkenliği (dağıtım parametreleri) ve ortalama hizmet süresi arasında bir ilişki ortaya çıkmaktadır. Bir sonraki bölümde simülasyon analizinde önerilen örtüşme periyodunun etkilerini gösterebilmek için denklem katsayıları değiştirilerek farklı senaryolarda önerilen SOAP modelinin randevu sistemi üzerindeki olası etkileri daha detaylı ve ayrıntılı olarak incelenecektir.

4. Simülasyon Sonuçları ve Analizler

Bu bölümde simülasyon modeli geliştirilerek ve çeşitli senaryolar üzerinde örtüşme dönemlerinin analizi yapılarak, önerilen modelim toplam maliyet üzerinde etkisi incelenmektedir. Simülasyon modeli ile elde edilen sonuçlar daha sonra hangi örtüşme döneminin en düşük maliyete yol açtığını ve çeşitli örtüşme dönemleri arasındaki farkı belirlemek için kullanılmaktadır. Simülasyon modelinin tercih edilme nedeni ise, farklı dağılım parametreleri dikkate alındığında, $E[TM]$ 'nin birinci ve ikinci türevlerini değerlendirerek optimal örtüşme süresini analiz etmek son derece zor olması ve türev hesaplamalarının karmaşıklığı nedeniyle, çeşitli örtüşme dönemlerinin minimum maliyetini belirlemek için bir Monte-Carlo simülasyon modeli kullanılmıştır. Monte-Carlo simülasyon modeli kullanmadaki bir diğer sebep ise müşterilerin servislere gelmeme durumunu daha kolay gösterebilmek için tercih edilmiştir.

Servis sistemlerin randevu planlarında tutarsızlığa neden olan en büyük sorunların başında, önceden randevu alan bir müşterinin randevu saatine riayet etmemesi gelmektedir. Diğer bir ifade ile müşteriler randevularına zamanında gelmelerinin yanında, işletmeler açısından olumsuz olarak randevuya geç gelebilir ya da hiç gelmeyebilir. Bu durumlarda servis işletmeleri olumsuz durumlarla karşılaşır, bu durumların oluşturduğu maliyetlerle başa çıkmak için önlem almaya çalışırlar. Müşterilerin gelmeme durumu ortaya çıktığında işlem yapılan servis süresi azalacak ve teknisyenin boşa kalma süresi artacaktır. Bu durum Eş. 12 ile gösterilmektedir.

$$V_n = \begin{cases} 0, & \gamma < 0,4 \\ V_n, & \gamma \geq 0,4 \end{cases} \quad (12)$$

Müşterilerin gelme ya da gelmeme durumları da stokastik bir yapıya sahip olduğundan bu durumların ifade edilmesi matematiksel modellerle çok zor olmaktadır. Sonuç olarak, daha karmaşık ortamları incelemek için simülasyon modeli bu bölümde kullanılmaktadır.

Simülasyon modeli, maliyet hesabı için Eş. 13 de belirtilen toplam maliyet fonksiyonunu temel almaktadır. Bu çalışmada tercih edilen araç bakım servislerinin toplam maliyet fonksiyonu (TM), teknisyenin boşa kaldığı süre (TBM), toplam müşteri bekleme süresi (MBM) ve teknisyen fazla mesai süresinden (TFM) oluşmaktadır. TM Eş.13 ile tanımlanmıştır.

$$TM = \alpha TBM + \beta MBM + \omega TFM \quad (13)$$

Eş. 13'te teknisyenin boşa kaldığı birim süre maliyeti α ile, toplam müşteri bekleme birim süre maliyeti β ile ve teknisyen fazla mesai birim süre maliyeti ω ile gösterilmiştir. Toplam maliyet fonksiyonun 3 bileşeni olan TBM , MBM ve TFM Eş. 14-16 ile gösterilmektedir.

$$TBM = \alpha(B_n - O - V_n), \text{ eğer } B_n > V_n \quad (14)$$

$$MBM = \beta (V_n - O - B_n), \text{ eğer } V_n > B_n \quad (15)$$

$$TFM = \omega \left(\sum_{n=1}^N B_n - Z \right), \text{ eğer } \sum_{n=1}^N B_n > Z \quad (16)$$

Simülasyon modelinde uygulanan aşamalar Tablo 2’de gösterilmiştir. Simülasyon modeli için yapılan tekrarlarının sayısı ile optimum örtüşme süresini hesaplamak amaçlanmıştır. Daha fazla tekrar sayısı çalıştırılarak, optimum örtüşme süresinin değişimi, örtüşme süresine etki eden olası örüntüleri tanımlamak ve bu örüntülerdeki değişkenlerin etkisinin en az olduğu durumları tespit edilmiştir. Tüm bu senaryolar için ortalama minimum daha sonra şu şekilde seçilir:

Tablo 2. Önerilen simülasyon modelinin aşamaları

Adım	Açıklama
Adım 1.	N adet V_n ve B_n için rassal sayı üret.
Adım 2.	Örtüşme periyodu O için en az ve en çok değerleri belirle
Adım 3.	V_n seç ve B_n ile karşılaştır
Adım 4.	$B_n > V_n$ ise Eş. 13 uygula
Adım 5.	$V_n > B_n$ ise Eş. 14 uygula
Adım 6.	Eğer N adet sayı işleme alınmadıysa Adım 3. dön
Adım 7.	$\sum_{n=1}^N B_n > Z$ ise Eş.15 ile TFM hesapla
Adım 8.	En az ve en çok değer aralıklarındaki O değerlerini Eş. 12 ile test et
Adım 9.	En uygun örtüşme periyodu O değerini hesapla

Simülasyon modeli, 1) maliyet oranlarının örtüşme periyodu üzerine etkisini, 2) fazla mesai uygulmasının toplam maliyet üzerine etkisini, 3) önerilen örtüşme periyodunun teknisyen kullanımına olan etkisini, 4) üzerine müşteri gelmeme durumu ve servis verimliliği arasındaki ilişkisini ve 5) örtüşme periyodunu ile sistem verimliliğinin analizi yapmak için farklı senaryolarda çalıştırılmıştır. söz konusu senaryolar için en uygun örtüşme süresini belirlemek amacıyla 100 tekrar için çalıştırılarak ortalama örtüşme süreleri belirlenmiştir. Kullanılan parametre değerleri, araç bakım servislerin randevu ile yapılan periyodik bakım işlem süreleri göz önünde bulundurularak belirlenmiştir. Maliyet analizlerinde kullanılan birim maliyet değerleri ise araç bakım işletmelerinin yöneticileri ile yapılan mülakatlar sonucu karşılaştırılmıştır. Ancak yapılan analizler bir genel sistem modeli olarak belirlendiği için parametre değerlerinin güncellenerek veya değiştirilerek kullanılması modelin çalışması üzerinde herhangi bir etki oluşturmayacaktır. Simülasyon modelinde kullanılan parametrelerin özeti Tablo 3’te gösterilmektedir.

Tablo 3. Simülasyon parametre özeti

Parametre	Açıklama	Değerler
B_n	n . randevu aralığı için gerçekleşen servis uzunluğu	$U \sim (a, b)$
V_n	n . randevu aralığı için verilen randevu uzunluğu	$U \sim (35, 90)$
O	Randevu periyodunki örtüşen randevu periyodu	$[-45, 45]$
MO	Maliyet oranı	$[1-30]$
Z	Servis çalışma zamanı (dk.)	480 dk.
x	Uniform dağılım alt limiti	20
y	Uniform dağılım üst limiti	120
α	Müşteri bekleme birim süre maliyeti (₺)	$[10-40]$
ω	Teknisyen fazla mesai birim süre maliyeti (₺)	$[10-40]$

α	Teknisyen boşa kalma birim zaman maliyeti (₺)	[5-15]
γ	Müşteri gelmeme ihtimali	[%10-50]

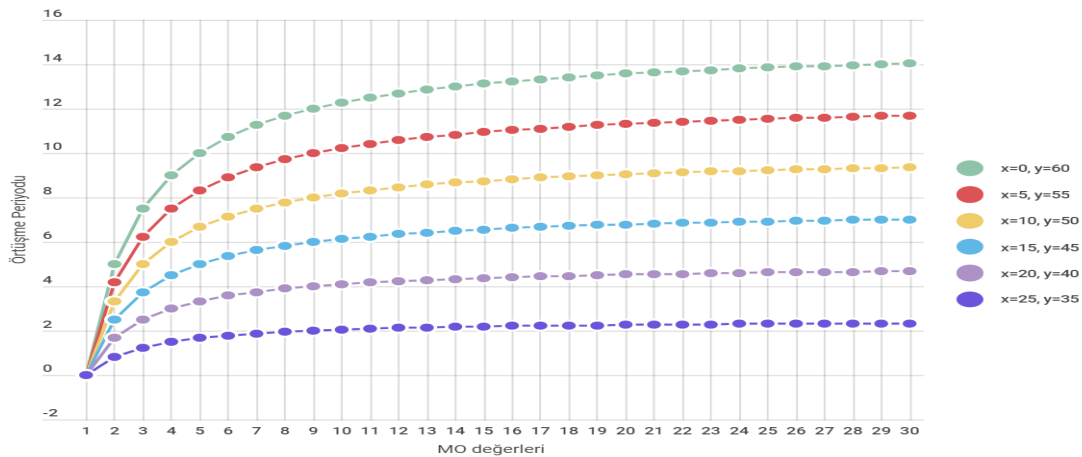
Tablo 2'deki adımlar takip edilerek ve Tablo 3'te belirtilen parametreler kullanılarak elde edilen 5 ayrı senaryo için simülasyon modelinin sonuçları ve analizleri aşağıda belirtilmektedir.

4.1 Teknisyen boşa kalma (α) ve müşteri bekleme (β) maliyet oranlarının örtüşme periyodu üzerine etkisi

Teknisyen boşa kalma (α) ve müşteri bekleme (β) birim maliyet oranı Eş. (17) ile aşağıda tanımlanmıştır (Anderson, 2015). Maliyet oranlarının örtüşme periyodu üzerine etkilerinin gösterilirken MO değerleri 1 ile 30 arasında alınmıştır. Şekil 2'de belirtildiği gibi MO değerlerinin 30'dan büyük olduğunda örtüşme periyodu üzerinde etkisinin çok az olduğu anlaşılmaktadır.

$$MO = \frac{\alpha}{\beta} \quad (17)$$

Maliyet oranının etkisi işletme ortamında bulması muhtemel parametrelerle altı farklı servis süresi dağılımı için analiz edilmiştir. Şekil 2'de gösterildiği gibi teknisyen boşa kalma maliyetinin aşırı yüksek olması belirli bir noktadan sonra örtüşme periyodu üzerindeki etkinin sınırlı olduğu anlaşılmaktadır. Örtüşme periyodu değerleri istikrarlı bir şekilde yükselir ve sonra düzleşir veya başka bir deyişle yatay bir eğri oluşmaya başlar.

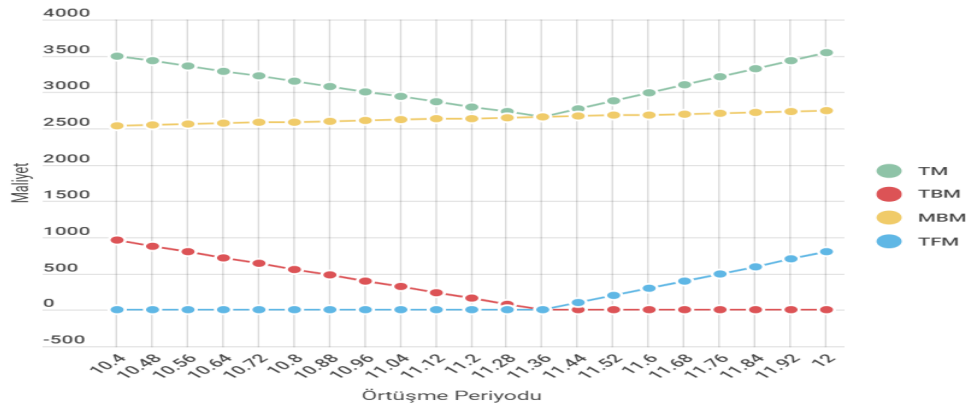


Şekil 2. MO değerlerine karşı örtüşme periyodu

Şekil 2'de görüldüğü gibi servis sürelerindeki aralık değeri azaldıkça, örtüşme periyodu daha küçük değerler almaktadır. Bir başka ifade ile, servis sürelerinde yaşanan belirsizliklerin fazla olduğu durumlar yüksek miktarda randevu çizelgelerinde sapmalar oluşmaktadır. Örtüşme periyodunun yüksek olduğunda, eğer işletme fazla randevu veya çifte rezervasyon yapmaz ise yüksek miktarda fırsat maliyeti ile karşılaşabilecektir. Sonuç olarak, önerilen örtüşme periyodu modeli ile servis sistemlerinde yaşanan randevu planlama sorunlarına karşı etkin çözüm önerileri getirilmektedir.

4.2 Örtüşme periyodu uygulamasının toplam maliyet üzerine etkisini

Daha karmaşık ortamları incelemek için toplam maliyet fonksiyonuna simülasyon modelinde teknisyen fazla mesai maliyeti ve müşteri gelmeme oranı eklenerek dört ayrı maliyet dikkate alınmıştır. Bu maliyetler, Eş. 13-16'da belirtilen toplam maliyet, teknisyen boşa kalma maliyeti, müşteri bekleme maliyeti ve teknisyen fazla mesai maliyeti olarak tanımlanmıştır.

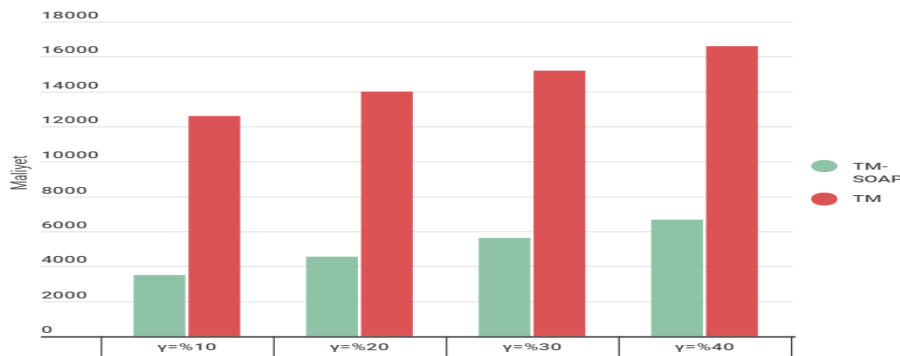


Şekil 3. Örtüşme periyodunun toplam maliyet üzerine etkisi

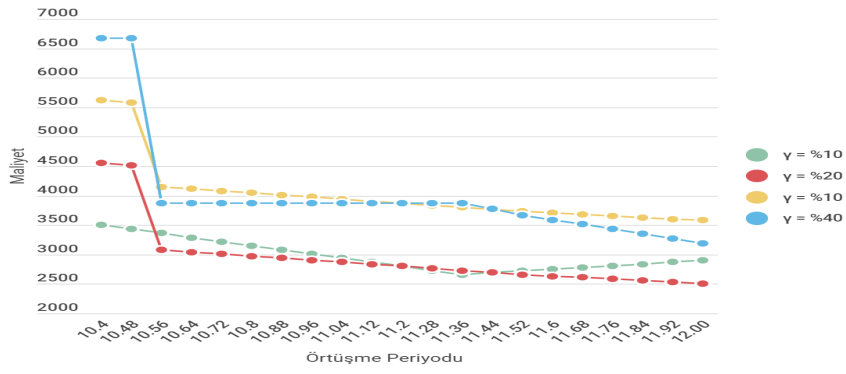
Şekil 3'te örtüşme periyodunun maliyet birimleri analiz edilirken, teknisyen boşa kalma, müşteri bekleme maliyetleri ve fazla mesai maliyetleri Tablo 3'de belirtilen parametreler dikkate alınarak incelenmiştir. Yapılan simülasyon denemeleri sonucunda parametre değerleri belirlenmiştir ($\alpha = 40$, $\beta = 15$, $\omega = 50$, $\gamma = \% 40$). Daha yüksek olan gelmeme oranına sahip müşteriler için analizler yapıldığında, toplam maliyetin daha büyük olduğu çünkü teknisyen boşa kalma maliyetinin büyük ancak müşteri bekleme maliyetinin düşük olduğu görülmektedir. Bu durum ise önerilen SOAP modeli ile tüm teknisyenlerin işlerini bitirdikten sonra diğer randevu saati başlama süresinden önce işlerini bitirmesi durumunda teknisyenin mesai süresinin geri kalan kısmında boşa kalmayacağı varsayılır. Ayrıca, yüksek bir gelmeme oranı ile fazla mesai yapılma olasılığı daha düşük olacağından işletmeler fazla mesai maliyetini ile düşük seviyede kalabilirler. Ancak, bu durum kapasite kullanım oranı, fırsat maliyeti gibi diğer istenmeyen maliyetleri de beraberinde getirmektedir.

4.3 Müşteri gelmeme ihtimalinin toplam maliyet üzerine etkisi

Müşterilerin randevulara gelmemelerinin maliyetler üzerindeki etkisini göstermek için gelmeme oranı %10-40 olarak tercih edilmiştir. Toplam maliyet üzerine etkisi Şekil 4'te gösterilen, gelmeme oranı değiştirildiğinde benzer durumlar ortaya çıkmaktadır. Gelmeme olasılığı arttıkça, müşterilerin sistemde bulunma sayıları azalmaktadır. Bu durum servis işletmelerinde kaynakların etkin kullanımını olumsuz etkilemekle kalmayarak aynı zamanda randevu alamayarak hizmet verilemeyen müşteri sayısını da olumsuz yönde etkilemektedir. Ayrıca, randevu saatinde bulunmayan randevu sahipleri, randevu periyodu boyunca teknisyenin boş kalmasına da sebep olmaktadır. İşletme boşa kalan teknisyen için sabit ödemelerini yapacağı için, teknisyenin boşa kalma maliyetine maruz kalacaklardır. Önerilen SOAP modeli ile teknisyen boşa kalma maliyeti, fırsat maliyeti en uygun seviyeye çekilerek toplam maliyet üzerine % 80'e kadar iyileşme elde edilmektedir. Şekil 4'te gösterildiği üzere müşteri gelmeme olasılığı arttığında servis işletmelerinin toplam maliyeti artmaktadır. Ancak, randevu sistemine önerilen SOAP modeli uygulandığında ise işletmelerin toplam maliyetlerinde önemli ölçüde avantaj sağladığı gözlemlenmiştir.



Şekil 4. Müşteri gelmeme ihtimalinin toplam maliyet üzerine etkisi

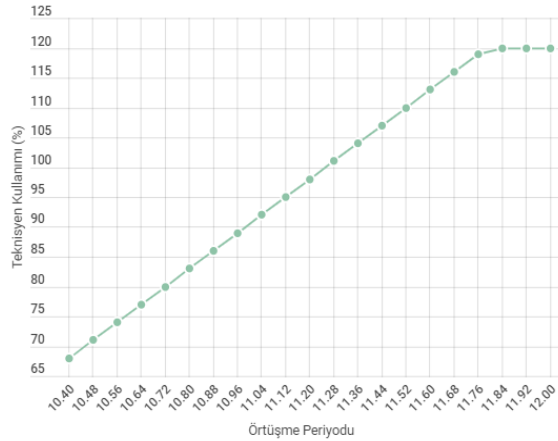


Şekil 5. Müşteri gelmeme ihtimalinin farklı örtüşme periyotları üzerine etkisi

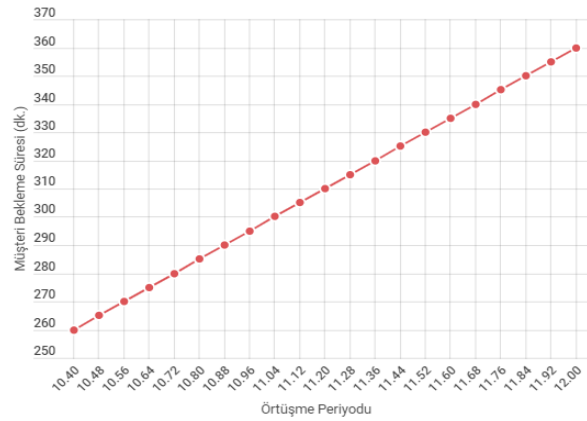
Müşterilerin randevu saatlerinde işletmede bulunmama olasılıkları ile SOAP modelinin etkinliği arasındaki ilişki analiz edildiğinde, önerilen randevu planlama modelinin farklı gelmeme olasılık değerlerine göre benzer özellikler gösterdiği gözlemlenmiştir. Şekil 5'te gösterildiği gibi artan gelmeme olasılıklarında, önerilen SOAP modeli toplam maliyet üzerinde en uygun örtüşme periyoduna kadar hızlı bir azalış gösterirken en uygun seviyeye ulaştıktan sonra ise modelin toplam maliyet üzerinde etkisinin azaldığı gözlenmektedir. Şekil 3'te belirtildiği üzere teknisyen boşa kalma maliyeti üzerinde önerilen randevu modeli en uygun örtüşme periyodunun aşılması durumunda müşteri bekleme maliyeti ve teknisyen fazla mesai maliyeti artacağından servis işletmelerinde toplam maliyet üzerinde olumlu etkisinin azalacağı belirlenmiştir. Sonuç olarak, önerilen SOAP modeli ile müşterilerinin gelmeme oranı yüksek olan işletmelerde etkin çözümlere ulaşılmaktadır.

4.4 SOAP Modelinin Hizmet Kazançları Üzerinde Etkisi

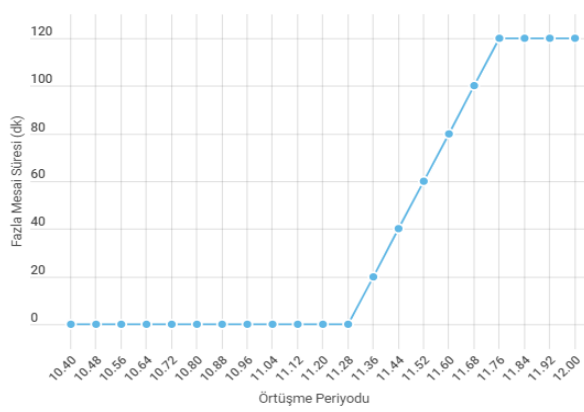
Yapılan simülasyon analizi sonuçlarına göre Şekil 6'da gösterilen SOAP modelinin randevu planlarına ilişkin bir dizi önemli çıkarımları göstermektedir. Bu amaçla, örtüşme periyodunun teknisyen kullanım oranına etkisi, müşterilerin randevu süreleri gelmeden önce bekleme süreleri üzerine etkisi, SOAP modeli ile fazla randevu sayısı üzerine etkisi ve teknisyen fazla mesai süreleri analiz edilmiştir.



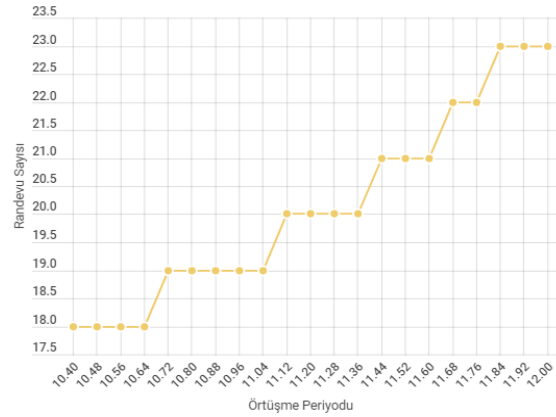
Şekil 6.a. Teknisyen kullanımına etkisi



Şekil 6.b. Müşteri bekleme süresine etkisi



Şekil 6.c. Fazla mesai süresine etkisi



Şekil 6.d. Randevu sayısına etkisi

Şekil 6. SOAP modelinin hizmet kazançları üzerinde etkisi

Şekil 6.a ile teknisyen kullanım oranının yasal sınırlar doğrultusunda maksimum seviyeye kadar artırılabilceği gösterilmektedir. Bu durum teknisyenler %20 daha fazla çalışmasına neden olacaktır. Teknisyen kullanım oranının önerilen SOAP modeli ile %65 seviyelerinde %120 seviyelerine çıkması mümkün olacaktır. Aynı zamandan, servis işletmelerinin bu sayede işgücü kullanım oranını da benzer bir şekilde artıracaktır. Ancak, teknisyen kullanım oranı artarken, yapılan fazla işlemlerden dolayı müşteri bekleme sürelerinde artış olması kaçınılmazdır. Şekil 6.b'de gösterildiği gibi işlem sürelerinin belirsizliğinden kaynaklanan servis işlemlerinde öngörülemez sarkmalar olması kaçınılmazdır. Bu durum ise müşterilerin sistemde uzun süre beklemesine sebep olmaktadır. Müşteri bekleme maliyetinin etkileri düşünüldüğünde, toplam maliyet üzerinde olumsuz bir etkisinin olacağı açıktır. Benzer bir trend ise teknisyen fazla mesai sürelerinde ortaya çıkmaktadır. Şekil 6.c'de teknisyen fazla mesai sürelerinin farklı örtüşme periyodu sürelerine göre değişimi göstermektedir. Teknisyen kullanım oranının %100 seviyesine ulaşmasından sonra teknisyen fazla mesai sürelerinin ortaya çıktığı gösterilmektedir. Fazla mesai sürelerinin belirlenen sınırlara kadar yükseltilebileceği Şekil 6.c'de gösterilmektedir. Randevu planlamaları yapılırken, eğer sabit işlem süreleri var ise toplam çalışma süre işlem süresine bölünerek toplam randevu sayısına ulaşılmaktadır. Ancak, işlem süresinin sabit olmadığı, farklı işlemlerin aynı mesai süresinde yapıldığı işletmelerde ise randevu sayısı toplam işlem süresinin toplam mesai süresine eşit olmasına kadar artırılarak bulunur. Şekil 6.c'de SOAP modeli uygulaması ile örtüşme periyodunun randevu sayısına olan etkisi gösterilmektedir. Randevu sayısının üst limitinin teknisyen süresi ile sınırlandırılması ile toplam randevu sayısının %35'e kadar yükseltilmesi mümkün olacaktır. Şekil 6'da fazla randevu süresi almanın, incelenen simülasyon senaryoları ve kullanılan parametreler aralığında net fayda kazanımları sağladığını göstermektedir. SOAP, yüksek gelme oranlarına ve işlem süresi değişkenliklerinin yüksek olduğu büyük işletmeler için toplam maliyet bakımından yararlı olduğu gösterilmektedir.

5. Sonuçlar ve Tartışmalar

Bu çalışma ile araç bakım işletmelerinde karşılaşılan randevu planlama sorunlarını en aza indirmeyi amaçlayan stokastik örtüşen randevu planlama (SOAP) modelini sunulmaktadır. SOAP modeli stokastik bir hizmet süresi göz önüne alındığında, müşteri bekleme süresini ve teknisyen boş kalma zamanını en aza indirmeyi amaçlamaktadır. Müşteriler ve işletme arasında oluşan sorunlarını ortadan kaldırmak için örtüşen randevu periyodunun belirlenmesi kritik öneme sahiptir. İşletmeler kaynaklarını verimli kullanmayı amaçlarken, müşteriler ise işlemlerinin en kısa sürede ve en az maliyetle yapılmasını beklemektedir. Ancak, randevu sistemlerinin stokastik yapısı gereği beklentilere aynı anda ulaşılamamaktadır. Müşterilerin bekleme süreleri ve randevularına gitme durumları ile teknisyenlerin boş kalma durumları ve fazla mesai durumlarını göz önünde bulundurularak en uygun örtüşen randevu periyodu hesaplanması gerekmektedir. Önerilen SOAP modeli ile hesaplanan örtüşen randevu periyodu, tüm mesai süresine dağıtılarak bir randevu periyodu üzerine etkisi farklı simülasyon senaryoları ile analiz edilmiştir. Bu sayede, servis işletmeleri randevuya gelme durumunda yaşanan teknisyen kullanım oranından en az seviyede etkilenecek, diğer yandan ise müşteriler daha erken tarihli randevuya ulaşabilecek ve kabul edilebilecek en uzun bekleme süresinde işlemlerini tamamlayabileceklerdir. SOAP modeli uygulaması sonucunda servis işletmelerinde yapılan simülasyon senaryolarına göre %40-85 arasında toplam maliyetlerinde azalma sağlanmıştır.

Önerilen SOAP modelinin analizi için Monte-Carlo simülasyon modeli kullanılmıştır. Simülasyon modeli ile farklı dağılım parametreleri dikkate alınarak örtüşme süresini analiz edilmiştir. Çeşitli örtüşme dönemlerinin minimum

maliyetini belirlemek için yapılan hesaplamalarının karmaşıklığı nedeniyle bir Monte-Carlo simülasyon modeli geliştirilerek analizlerde tercih edilmiştir. Monte Carlo simülasyon modeli dört farklı durumu analiz etmek için kullanılmıştır. İlk olarak teknisyen boşta bekleme maliyeti ve müşteri bekleme maliyetleri oranlarının örtüşme periyodu üzerine etkileri analiz edilmiştir. Bu aşamada servis ortamında bulması muhtemel altı farklı servis süresi dağılımı için analiz edilerek teknisyen boşta kalma maliyetinin yüksek olması nedeniyle belirli bir noktadan sonra örtüşme periyodu üzerindeki etkisinin sınırlı olduğu belirlenmiştir. Sonuç olarak, teknisyen boşta kalma maliyetinin çok yüksek olduğu durumlarda müşteri bekleme durumu göz ardı edilebilecektir. İkinci analiz olarak, simülasyon modelleri değiştirilerek farklı koşullar altında önerilen SOAP modelini incelemek için toplam maliyet fonksiyonuna teknisyen fazla mesai maliyeti ve müşteri gelmeme oranı eklenerek üç ayrı maliyet olarak toplam maliyet fonksiyonu oluşturulmuştur. Analiz sonucunda, yüksek gelmeme oranına sahip müşterilerin bulunduğu randevu planında, toplam maliyetin daha yüksek olduğu görülmektedir. Bu durum ise önerilen SOAP modeli ile tüm teknisyenlerin işlerini bitirdikten sonra diğer randevu saati başlama süresinden önce ek işlemlerin yapılmasına imkan sağlanmasını ortaya çıkarmaktadır. Daha sonra, Müşteri gelmeme ihtimalinin toplam maliyet üzerine etkisi analiz edilerek, önerilen SOAP modelinin randevu saatlerine riayet edilme oranının düşük olduğu işletmelerde daha etkin çalıştığını göstermektedir. Son olarak, SOAP modelinin hizmet kazançları üzerindeki etkisi analiz edilmiştir. SOAP modelinin uygulanması ile teknisyen kullanım oranı %125'e kadar artış gösterebilmekte, bir mesai süresinde randevu sayıları %30'a kadar artış göstereceği belirlenmiştir. Ayrıca, önerilen SOAP modelinin dezavantajı olarak müşteri bekleme sürelerindeki artış ve teknisyen fazla mesai sürelerindeki artış miktarları da analiz edilmiştir. Analiz sonuçlarına göre örtüşme periyodu arttıkça müşteri bekleme süresi ve teknisyen fazla mesai süresinde bir artış olmaktadır. Ancak, bu artışlar müşteriler ve işletmeler için kabul edilebilir düzeyde olacağından, artan hizmet kalitesi ve azalan maliyet miktarları nedeniyle bu dezavantajlar göz ardı edilebilecek düzeyde kalmaktadır.

Bu çalışmada daha yüksek sayıda müşteriye hizmet etme fırsatından bahsedilmiş ancak modelde sayısallaştırılmamıştır. Mevcut analizlerde maliyetlerin en uygun seviyeye çekilmesi hedeflenmektedir. Ayrıca, modele bir kar fonksiyonu eklenerek, fazla müşteri kabulünün faydaları analiz edilmesi önerilen modelin geliştirilmesine katkı sağlayacaktır. Bu çalışmada, müşterilerin randevularına gelmeme olasılıklarının belirlenmesinde normal dağılım takip edilmiştir. Ancak, farklı olasılık dağılımlarının önerilen model ile analizlerinin yapılması, işletmeler için hangi dağılım uygun olacağı belirlenmesine imkan sağlayacaktır. Önerilen modelde, müşteri önceliklendirilmesi ve ağırlıklandırılması bulunmamaktadır. Müşterilerin gelmeme durumları, şu ana kadar işletme özelliklerine göre belirlenmiştir. Müşterilerin geçmiş verileri analiz edilerek, her bir müşterinin gelmeme olasılıkları müşteri özelinde değerlendirilerek daha etkin modellere ulaşılması gelecek çalışmalarda kullanılacaktır.

Çıkar Çatışması

Yazar herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan etmiştir.

Kaynakça

- Ahmadi-Javid, A., Jalali, Z., & Klassen, K. J. (2017). Outpatient appointment systems in healthcare: A review of optimization studies. *European Journal of Operational Research*, 258(1), 3-34. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2016.06.064>
- Akçay, M. ve Okay, Ş. (2009). Otomotiv Yetkili Servis Dış Müşterilerinin Eğitim Seviyelerine Göre Memnuniyet Düzeylerine Etki Eden Faktörler Üzerine Bir Alan Araştırması *Makine Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 6(1), 25-40. <https://search.trdizin.gov.tr/yayin/detay/93560/>
- Alkan, H. (n.d.). Otomotiv Sektörünün En Değerli Gelir Kaynağı; Satış Sonrası Hizmetleri – Oto Sevdası. <https://www.otosevdasi.com/otomotiv-sektorunun-en-degerli-gelir-kaynagi-satis-sonrasi-hizmet/> Erişim tarihi 06.12.2022.
- Anderson, K., Zheng, B., Yoon, S. W., & Khasawneh, M. T. (2015). An analysis of overlapping appointment scheduling model in an outpatient clinic. *Operations Research for Health Care*, 4, 5-14. <https://doi.org/10.1016/j.orhc.2014.12.001>
- Antonio, N., De Almeida, A., & Nunes, L. (2017). Predicting hotel booking cancellations to decrease uncertainty and increase revenue. *Tourism & Management Studies*, 13(2), 25-39. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2016.06.064>

- Camargo Jr, A. S. (2021). Outpatient regulation system in health management: economic benefits of technological innovations. *Innovation & Management Review*, 18(1), 90-106. <https://doi.org/10.1108/INMR-03-2020-0035>
- Chen, Y., Kuo, Y. H., Fan, P., & Balasubramanian, H. (2018). Appointment overbooking with different time slot structures. *Computers & Industrial Engineering*, 124, 237-248. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2018.07.021>
- Chiang, C. I. (2021). Overbooking as a means to manage restaurant no-shows and cancellations: a novel model extension. *Journal of Hospitality & Tourism Research*, 10963480211064356. <https://doi.org/10.1177/10963480211064356>
- Dombrowski, U., & Malorny, C. (2017). Service planning as support process for a lean after sales service. *Procedia CIRP*, 64, 324-329. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2017.03.080>
- Gaiardelli, P., Saccani, N., & Songini, L. (2007). Performance measurement of the after-sales service network—Evidence from the automotive industry. *Computers in Industry*, 58(7), 698-708. <https://doi.org/10.1016/j.compind.2007.05.008>
- Gupta, N., & Williams, E. J. (2004). Simulation improves service and profitability of an automobile service garage. In *Proceedings of the 16th European Simulation Symposium*. <https://citeseerx.ist.psu.edu/document?repid=rep1&type=pdf&doi=dbf62e995826ebfad3dbd2668148387c40af762b>
- Ho, T. W., Kung, L. C., Huang, H. Y., Lai, J. F., & Chiu, H. M. (2021). Overbooking for physical examination considering late cancellation and set-resource relationship. *BMC Health Services Research*, 21(1), 1-20. <https://doi.org/10.1186/s12913-021-07148-y>
- Karahan, M., & Dinç, H. (2016). Otomobil Bakım ve Servis Hizmetleri Tercihine Etki Eden Faktörlerin Belirlenmesi. *MANAS Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 5(3), 199-214. <https://dergipark.org.tr/en/pub/mjss/issue/40505/485348>
- LaGanga, L. R., & Lawrence, S. R. (2012). Appointment overbooking in health care clinics to improve patient service and clinic performance. *Production and Operations Management*, 21(5), 874-888. <https://doi.org/10.1111/j.1937-5956.2011.01308.x>
- Laosirihongthong, T., & Dangayach, G. S. (2005). A comparative study of implementation of manufacturing strategies in Thai and Indian automotive manufacturing companies. *Journal of Manufacturing Systems*, 24(2), 131-143. [https://doi.org/10.1016/S0278-6125\(05\)80013-5](https://doi.org/10.1016/S0278-6125(05)80013-5)
- Lombard, A., T. S. Hattingh, and E. Davies. (2020). Improving vehicle service schedules at an automobile company. *SAIIE31 Proceedings*, 677-694. <https://www.researchgate.net/publication/345661532>
- Sezgin, M., & Tugay, A. R. A. T. (2008). Otomobil servislerinden yararlanan müşterilerin memnuniyeti üzerine bir araştırma/A research on customers' satisfaction using automobile services. *Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 5(10), 257-273. <https://dergipark.org.tr/en/pub/mkusbed/issue/19559/208523>
- Tekin, M. (2006). *Üretim Yönetimi*. (2. Cilt). Konya: Günay Ofset. ISBN: 4236621443227
- Timur, N., & SARIYER, N. (2004). Kayseri'deki otomobil bayilerinde müşteri tatmin aracı olarak şikâyet toplama yöntemlerine ilişkin bir uygulama. *Erciyes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 1(17), 9-32. <https://dergipark.org.tr/en/pub/erusosbilder/issue/23750/253033>
- Yayar, R., ÇOBAN, N., & Tekin, B. (2015). Otomobil sahipliğini etkileyen faktörlerin belirlenmesi: Tokat ili kentsel alanda bir uygulama. *Yönetim ve Ekonomi Dergisi*, 22(2), 603-617. <https://doi.org/10.18657/yecbu.30802>