

4. Ulusal Deniz Turizmi Sempozyumu
“Küresel Eğilimler-Yerel Etkiler”
23-24 ŞUBAT 2018 - İZMİR

**MARİNALARIN OPTİMUM BAĞLAMA KAPASİTESİNİN
BELİRLENMESİNDE KUYRUK TEORİSİ YAKLAŞIMI:
BODRUM ÖRNEĞİ**

¹Barış KULEYİN, ²Volkan ÇETİNKAYA, ³Onur AKDAŞ

ÖZET

Marinalardan hizmet alan yatların yoğun dönemlerde açıkta bekleme yapmaları veya ihtiyaç duydukları hizmete hemen ulaşamamaları söz konusudur. Yat sahipleri için bu durum sefer maliyetlerini arttırmakta ve çekme-atma, bakım-tutum gibi hizmetleri zamanında alamayan yatların değer kaybına uğramasına sebep olmaktadır. Bekleme süresini azaltarak hizmete ulaşımı kolaylaştırmak için yapılacakların başında ilgili marinadaki bağlama yeri kapasitesinin arttırılması gelmektedir. Marinalar için bağlama kapasitesinin arttırılması büyük yatırım planlamalarını beraberinde getirmektedir. Bu çalışmanın amacı, sıklıkla yaşanan Muğla Büyükşehir Belediyesi Bodrum Marina'nın yoğunluğunun analiz edilmesi ve ilgili marinanın optimum bağlama yeri kapasitesinin belirlenmesidir. Sıklığa bağlı olarak gelişen hizmet açığını ortadan kaldırmak için gerekli operasyonel ve yönetsel tedbirlerin belirlenmesi için Bodrum Marina'dan alınan veriler kuyruk teorisi yaklaşımı kullanılarak analiz edilmiştir. Bekleme süresi maliyetini en aza indirmek amacıyla kuyruk teorisi yaklaşımının uygulanması, marinadaki bağlama yeri sayısının yeterli olup olmadığını ortaya koymuştur. Sonuçlara göre marina yöneticilerine bağlama yeri kapasiteleri konusunda almaları gereken önlemler hakkında tavsiyelerde bulunulmuştur.

Anahtar Sözcükler: Yat limanı, Yoğunluk, Kuyruk Teorisi, Bağlama Yeri Kapasitesi, Optimizasyon.

¹ Yrd. Doç. Dr., Kpt. Barış KULEYİN Dokuz Eylül Üniversitesi, Denizcilik Fakültesi, baris.kuleyin@deu.edu.tr

² Öğr. Gör., Volkan ÇETİNKAYA Dokuz Eylül Üniversitesi, Denizcilik Fakültesi, volkan.cetinkaya@deu.edu.tr

³ Arş. Gör., Onur AKDAŞ Dokuz Eylül Üniversitesi, Denizcilik Fakültesi, onur.akdas@deu.edu.tr

1. GİRİŞ

Limanlardaki gemilerin bekleme sürelerinin azaltılması, ekonomik bakış açısıyla, charter sözleşmelerinde belirtilen sürelerin aşılmasından kaynaklanan demurajın azaltılması ihtiyacından kaynaklı özel bir öneme sahiptir. Belirtilen bu önemden ziyade, limanlardaki verimliliğin artırılması ve diğer maliyetlerin azaltılması da hem liman hem gemi işletmeleri için oldukça önemlidir. Tıpkı limanlarda olduğu gibi, marinalarda da hem marina hem de yat kullanıcıları beklemelerden kaynaklanan gelir kaybı ve maliyetlerden kurtulmak istemektedirler. Sıkışıklık sorununun nereden kaynaklandığını bilmek çözüme giden yoldaki ilk adımdır. Marinalar özelinde yapılan ön gözlem ve değerlendirmelerde, sıkışıklığın mevsimsel olabileceği, bağlama kapasitesinin yetersiz olabileceği, talebin kapasiteden fazla olabileceği, yavaşlama ve bağlama operasyonlarının yavaşlığı ve personel yetersizliği gibi göreceli nedenlerin sıkışıklığı doğurabildiği çıkarımları yapılmıştır. Bununla beraber, yapılan ayrıntılı literatür taramasında kuyruk teorisi yaklaşımının marinalarda daha önce kullanılmadığı tespit edilmiştir. Kuyruk teorisi yaklaşımının girdileri arasında yer alması beklenen bekleme maliyetinin ortaya koyulmasındaki güçlük ve oluşan trafiğin mevsimsellik derecesinin çok yüksek olması kuyruk teorisinin marinalara uygulanamama nedenleri arasındadır. Yine aynı şekilde, kuyrukta bekleyen teknenin girmesi için içerdeki herhangi bir teknenin değil, onun boyutlarına yakın bir teknenin çıkması zorunluluğu, bağlanmış teknelerin çıkış saatlerinin marina yönetimi tarafından değil de yat sahibi tarafından belirleniyor olması (keyfiyet içermesi), uzun dönemli kontratların yenilenip yenilenmeme durumlarının son ana kadar belli olmaması gibi şartlar da kuyruk teorisi yaklaşımının marinalara uygulanmasındaki zorluklara işaret etmektedir. Çalışmada yapılan varsayımsal kabuller ve elde edilen ayrıntılı veriler ışığında birtakım sonuçlara ulaşılmış ve marina yönetimine sıkışıklığın nedeni ve çözümleri hakkında bir karar desteği sağlanmıştır.

2. LİTERATÜR TARAMASI

Her ne kadar marinaların yaşadığı sıkışıklık problemine odaklanan bir akademik çalışma olmasa da, limanların deniz ve kara taraflı sıkışıklığına çözümler üretebilmek ve sıkışıklığın kaynağını tespit etmek için üretilmiş ve kuyruk teorisi yaklaşımını kullanan birçok akademik çalışma bulunmaktadır. Temel amaç olarak liman verimliliğini arttırmayı amaçlayan bu çalışmalardan yola çıkılarak marinalar için kuyruk teorisi yaklaşımının modeli çıkarımlanmaya çalışılmaktadır. Bu çalışmaların gemilerin açıkta bekleme sürelerini azaltmak, gemi boyutlarına göre rıhtım atama problemini çözmek, kullanılan

ekipmanların gemilere, rıhtımlara ve kara araçlarına dağılımını optimum hale getirmek gibi amaçlarının yanında, elleçlenen yükün limana karayolu ile giriş çıkışına dair bekleme sürelerini azaltma gibi bir amacı da vardır.

Zehendner vd. (2011), Marsilya Limanı için bir karma tamsayılı doğrusal programlama modeli sunarken, bir ağ akış gösterim modeli üzerinde durmuşlardır. Yazarlar, ekipmanların deniz ve liman içi ulaşım modları (kamyon, tren, mavnâ) arasında paylaşıldığını varsaydıkları model ile gemi bekleme sürelerini en aza indirmek için her aktarım moduna kaç tane ekipmanın ayrılacağına karar vermektedirler. Sonuç olarak önerilen model, her ulaştırma modu için özelliklerine göre bir alt modele dönüştürülmekte ve limanın tamamını temsil etmesi istendiğinde bu bağımsız alt modeller kolayca birleştirilmektedir.

Shiba (1959) çalışmasında kuyruk teorisi yaklaşımını balıkçı limanları için uygulamış ve balıkçı teknelerinin açıkta bekleme sürelerini azaltmaya yönelik bir model ortaya koymuştur. Japonya'da uygulanan çalışmadan faydalanarak idare gerekli önlemleri almış ve balıkçı teknelerinin gereksiz beklemelerini en aza indirmiştir.

Munisamy (2010), bir kereste terminalinde (Port Klang) uyguladığı kuyruk teorisi yaklaşımıyla, liman planlama ve operasyon süreçlerini eniyilemeye çalışmaktadır. Limanı bir sistem olarak gören çalışma, her bir operasyonu alt sistemler olarak tanımlamakta ve modelini bu varsayım üzerine oturtmaktadır. Model, tıkanma noktalarını ve her bir ekipmanın yük taşıma sisteminin diğer bölümlerini nasıl etkilediğini araştırmak için terminalin yük elleçleme elemanları, örneğin forkliftler, traktörler, römorklar ve rıhtım vinçleri arasındaki etkileşimi göz önünde bulundurur. Modelin çıktısı, terminalin yük elleçleme ekipmanlarının performans istatistikleridir. Önerilen model, kuyrukta bekleyen gemilerin liman maliyetlerini ve yönetim maliyetlerini en aza indirgeyen terminal elleçleme kapasitesinin ve optimum rıhtım sayısının belirlenmesi gibi stratejik kararlar için anahtar role sahiptir.

Zenzerović ve Mrnjavac (2009) ise çalışmalarında kuyruk teorisinin bir konteyner terminalinin modellenmesinde uygulanmasını göstermektedir. Bir konteyner terminalinin, temel parametrelerle tanımlanan bir kuyruk sistemi olarak kabul edilebilirliğine dayanan modelde birim zamandaki gemi veya konteyner varış ve servis hızları birer girdi mahiyetindedir. Operasyonların endeksleri bu parametrelere dayanılarak hesaplanır. Konteyner terminalinin optimum kapasitesi üzerine karar vermek için modele ayrıca gemilerin toplam bekleme süreleri ve bekleme maliyetleri de dahil edilmiştir.

Kuyruk teorisini, liman planlama için büyük bir esneklik sağlayan bir araç olarak tanımlayan çalışmalarında Dragović ve Znić (2011), kavramsal olarak kuyruk teorisinin limanlara uygulanma biçimlerini, limanlarda kullanılan kuyruk teorisi yaklaşımlarının

formülasyon ve kabullerini, matematiksel özgünlük derecelerini belirtmişlerdir.

Kizaki (2017), Am (2015) ve Jingjing ve Dong, (2012) çalışmalarında, kuyruk teorisini kullanarak, gemi bekleme maliyetinin ve ekipman kullanım maliyetinin toplamının asgari düzeyde olacağı bir liman ekipmanı boyutlandırma modeli sunmaktadırlar.

Saeed ve Larsen (2016) ise çalışmalarında Manila Limanı'ndaki sıkışıklığın nedenlerini ortaya koymak üzere kuyruk teorisi yaklaşımını kullanmışlardır. Çalışmadan önce yeni bir iskele yapım önerisinin şekillendiği modelin ardından varolan gemi trafiğiyle iskele sayısının uyumlu olduğu sonucu ortaya koyulmuş ve liman yöneticilerinin başka önlemler alması gerektiği sonucuna varılmıştır.

3. ARAŞTIRMANIN AMACI

Bu çalışmanın amacı, sıkışıklık yaşayan bir marinanın yaşadığı yoğunluğun analiz edilmesi ve ilgili marinanın optimum bağlama yeri kapasitesinin belirlenmesidir. Sıkışıklığa bağlı olarak gelişen servis açığını ortadan kaldırmak için gerekli operasyonel ve yönetsel tedbirlerin belirlenmesi için örnek bir marinadan alınan veriler kuyruk teorisi yaklaşımı kullanılarak analiz edilmiştir. Bekleme süresi maliyetini en aza indirmek amacıyla kuyruk teorisi yaklaşımının uygulanması, marinadaki bağlama yeri sayısının yeterli olup olmadığını ortaya koyacaktır. Belirlenecek olan ek kapasite ve bekleme sürelerinin maliyetleri de ekonomik modelleme ile karşılaştırılacaktır.

4. ARAŞTIRMANIN YÖNTEMİ

Kuyruk teorisi belirli sayıda servis noktalarında tıkanıklıkları çözmek amacıyla başvurulan analitik bir yöntemdir. Kuyruk teorisinin temel amacı, birimlerin servis ihtiyacına yönelik, analitik ya da matematiksel model oluşturmak ve bu model sayesinde kuyruk uzunluğu ve bekleme sürelerini tahmin etmektir (Tekin, 2015).

Kuyruk modelinin oluşturulabilmesi için, kuyruk tipi, servis noktasından hizmet alacak unsurların geliş hızı, servis noktası adedi, ortalama servis süresi gibi unsurlar belirlenmelidir.

Marinaya gelen tekneler için geliştirilen kuyruk modeli tek kuyruk ve çoklu servis noktası içeren, ilk gelenin servis aldığı bir modeldir. Bir diğer önemli unsur da tekne gelişlerinin ve servis sürelerinin oluşturduğu istatistiksel dağılımdır. Geliş sıklığı genelde Poisson dağılımına uygun gelişir.

Poisson dağılımına göre belirli bir sürede n adet teknenin limana gelme olasılığı (P_n) aşağıdaki gibi ifade edilmektedir (1):

$$P_n = \frac{\lambda^n}{n!} \times e^{-\lambda} \quad (1)$$

Burada λ ; günlük ortalama giriş yapan tekne sayısını, n ; olasılığı hesaplanan tekne sayısını, e ise doğal logaritma sayısını ($e=2.71828\dots$) ifade etmektedir.

Poisson'a göre n sayıdaki teknenin frekansı ise aşağıdaki gibi hesaplanır:

$$F_n = T \times P_n \quad (2)$$

Servis süresi, teknelerin limanda konaklama ve limandan ayrılması arasında geçen süredir. Servis süresi üssel, negatif üssel ve Erlang dağılımlarına uygun olarak modellenir. Çalışmada elde edilen verilerin üssel dağılıma uygun olduğu tespit edilmiş ve Şekil 2'de gösterilmiştir.

Üssel servis zamanı dağılımı da P_n yanaşma yerinde harcanan zamanın olasılığı, u ortalama servis süresi, t göz önüne alınan süre olmak üzere şöyle ifade edilmektedir (3).

$$P_n = u e^{-ut} \quad (3)$$

Gürhan'ın (2000) gerçekleştirdiği kuyruk modellemesi çalışmasında liman işletmesi parametreleri kullanılarak en uygun liman büyüklüğü hesabı gerçekleştirilmiştir. Bu parametreler marina için uyarlandığında γ trafik yoğunluğu, n_s ortalama tekne sayısı ve W_q ortalama bekleme süresidir.

$$\gamma = \frac{\lambda}{u} \quad (4)$$

Burada;

λ : Belirli bir periyotta tekne geliş sayısı

u : T periyodunda ortalama servis süresidir.

Marinada ortalama tekne sayısı n_s ve ortalama bekleme süresi W_q ise M. Notritake ve S. Kimura'nın eşitlikleri kullanılarak hesaplanır.

$$n_s = \frac{\gamma^{s+1}}{(s-1)!(s-\gamma)} \sum_{n=0}^{s-1} \left[\frac{\gamma^n}{n!} + \frac{\gamma^s}{(s-1)!(s-\gamma)} \right]^{-1} \quad (5)$$

$$W_q = \frac{\gamma^s}{u(s-1)!(s-\gamma)^2} \sum_{n=0}^{s-1} \left[\frac{\gamma^n}{n!} + \frac{\gamma^s}{(s-1)!(s-\gamma)} \right]^{-1} \quad (6)$$

Optimum bağlama noktasının bulunabilmesi için farklı bağlama noktasına karşılık gelen bekleme süreleri hesaplanır. Kapasite

planlamasında kuyruk teorisinden sonra uygulanacak ikinci aşama maliyete dayalı optimum çözümü elde etmektir.

Maliyeti esas alan liman yanaşma yeri kapasite hesabını Saeed ve Larsen aşağıdaki bağıntılar ile açıklamışlardır.

$$TC=c_a \times S + W_c \times V_s \times n_s \quad (7)$$

Burada; c_a bağlama noktası yatırım maliyetini, S bağlama noktası sayısını, W_c boşa bekleyen teknenin marina için maliyetini, V_s limana gelen yıllık tekne sayısını ve n_s sistemde boş bağlama noktaları için bekleyen ortalama tekne sayısını belirtmektedir.

Bekleme süresinin sıfır olduğu bağlama noktası adetlerinde maliyetin minimum olduğu bağlama noktası sayısı optimum alternatif olarak seçilmelidir.

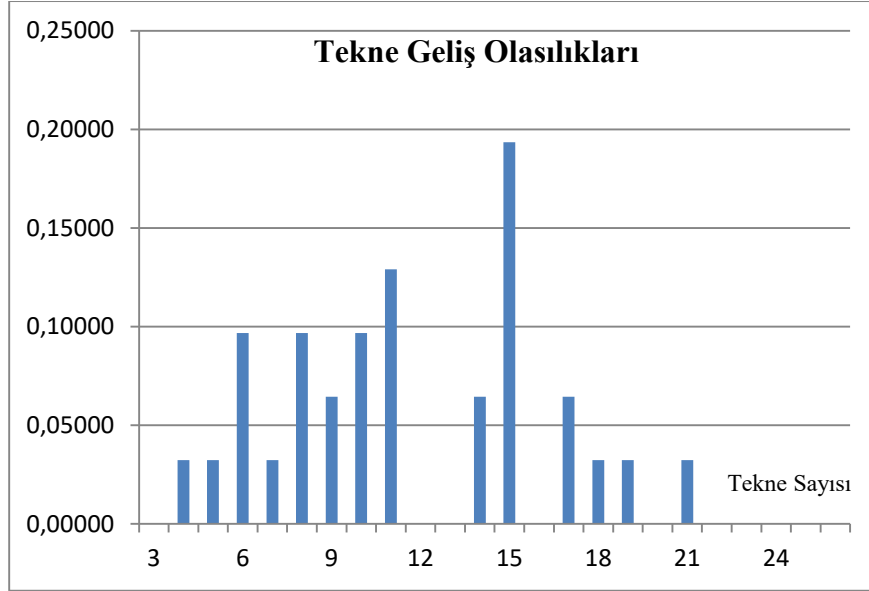
5. ARAŞTIRMANIN BULGULARI

Araştırmanın gerçekleştirildiği marina (Muğla Büyükşehir Belediyesi Bodrum Marina) 280 tekne bağlama noktası kapasitesine olup, hareketlilik bakımından kış aylarında ortalama beş giriş ve beş çıkış olmak üzere toplam 10 adet hareket mevcut iken, bu miktar yaz aylarında 2,000 adet civarındadır. 2017 yılı Yaz döneminde tekne giriş-çıkış miktarları **Tablo 1**'de gösterilmiştir.

Tablo 1: Bodrum Marina 2017 Yaz Dönemi Tekne Giriş-Çıkış Adetleri

| Aylar (2017) | Giriş | Çıkış |
|--------------|-------|-------|
| Haziran | 265 | 265 |
| Temmuz | 455 | 460 |
| Ağustos | 1,664 | 1,664 |
| Eylül | 1,332 | 1,332 |

En yoğun dönem olması nedeni ile marina kuyruk modeli uygulamasında Muğla Büyükşehir Belediyesi Bodrum Marina 2017 yılı Ağustos ayı verileri kullanılmıştır (Muğla Büyükşehir Belediyesi Bodrum Marina 2017 giriş-çıkış verileri). İlgili ayda ortalama yedi adet bağlama noktasının boş olmasından hareketle yedi adet bağlama noktası için kuyruk modeli uygulanmıştır. Bu bağlamda ilk olarak tekne gelişlerinin rassal olduğu ve Poisson dağılımına uygunluğu gösterilmiş ve frekanslar hesaplanmıştır. Gözlemlenen tekne varışlarına ait olasılıklar Şekil 1'de gösterilmiştir.



Şekil 1: Gözlemlenen Tekne Varış Olasılıkları

Ağustos ayı tekne varışları incelendiğinde varış dağılımının Poisson dağılımına uygunluğunu test edebilmek amacı ile Ki-Kare testi uygulanmıştır (Bknz. Tablo 2). Bu amaçla ortaya atılan H_0 hipotezi tekne varışlarının gerçek dağılımının Poisson dağılımına uyduğunu belirtmektedir.

Tablo 2: Ki-Kare Uygunluk Testi

| Tekne Sayısı (X_i) | Gözlemlenen Frekans (f_i) | $X_i \times f_i$ | P_n (Poisson) | Poisson Frekans: $F=T*P_n$ | Ki-Kare |
|------------------------|-------------------------------|------------------|-----------------|----------------------------|--------------|
| 0 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 1 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 2 | 0 | 0 | 0,00 | 0,02 | 0,02 |
| 3 | 0 | 0 | 0,00 | 0,07 | 0,07 |
| 4 | 1 | 4 | 0,01 | 0,21 | 2,92 |
| 5 | 1 | 5 | 0,02 | 0,49 | 0,52 |
| 6 | 3 | 18 | 0,03 | 0,96 | 4,37 |
| 7 | 1 | 7 | 0,05 | 1,59 | 0,22 |
| 8 | 3 | 24 | 0,07 | 2,30 | 0,21 |
| 9 | 2 | 18 | 0,10 | 2,97 | 0,32 |
| 10 | 3 | 30 | 0,11 | 3,45 | 0,06 |
| 11 | 4 | 44 | 0,12 | 3,64 | 0,04 |
| 12 | 0 | 0 | 0,11 | 3,52 | 3,52 |
| 13 | 0 | 0 | 0,10 | 3,15 | 3,15 |
| 14 | 2 | 28 | 0,08 | 2,61 | 0,14 |
| 15 | 6 | 90 | 0,07 | 2,02 | 7,83 |
| 16 | 0 | 0 | 0,05 | 1,47 | 1,47 |
| 17 | 2 | 34 | 0,03 | 1,00 | 0,99 |
| 18 | 1 | 18 | 0,02 | 0,65 | 0,19 |
| 19 | 1 | 19 | 0,01 | 0,40 | 0,93 |
| 20 | 0 | 0 | 0,01 | 0,23 | 0,23 |
| 21 | 1 | 21 | 0,00 | 0,13 | 6,01 |
| 22 | 0 | 0 | 0,00 | 0,07 | 0,07 |
| 23 | 0 | 0 | 0,00 | 0,03 | 0,03 |
| 24 | 0 | 0 | 0,00 | 0,02 | 0,02 |
| 25 | 0 | 0 | 0,00 | 0,01 | 0,01 |
| 26 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Toplam: | T=31 | 360 | 1,00 | 31,00 | 33,34 |

Gözlemlere ilişkin ki-kare değeri aşağıda belirtildiği gibi hesaplanmıştır:

$$\chi^2 = \frac{\sum_{i=1}^g (f_i - F_i)^2}{F_i} \quad (8)$$

Burada f_i gözlemlenen tekne geliş frekanslarını, F_j Poisson dağılımı frekanslarını g dağılımın serbestlik derecesini ifade etmektedir.

Buna göre dağılıma ait ki-kare değeri $\chi^2 = 33.34$ olarak elde edilmiştir.

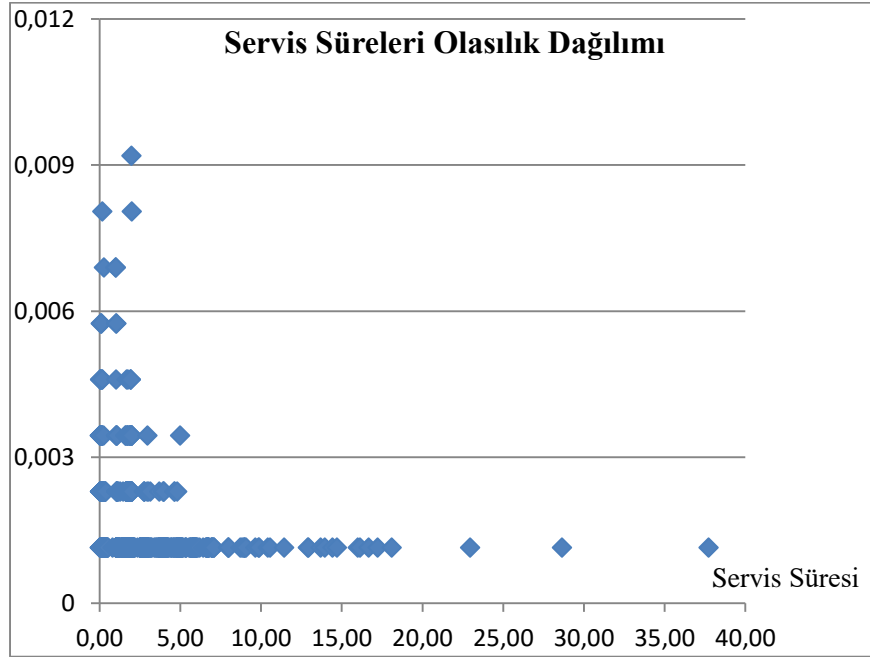
Serbestlik derecesi; γ :Poisson dağılımı parametre sayısı olmak üzere; $SD = g - \gamma - 1$ şeklindedir.

Buna göre ; $SD = 27 - 1 - 1 = 25$ olarak elde edilmiştir.

Elde edilen serbestlik derecesi ve anlamlılık düzeyi ($\alpha = 0.05$) kabulü ile ki-kare tablosundan tespit edilen ki-kare değeri ; $\chi_{\alpha}^2 = 37.65$ dağılıma ait ki-kare değerinden büyük olduğu için ($\chi^2 < \chi_{\alpha}^2$) H_0 hipotezi reddedilememiş ve gözlemlenen tekne geliş dağılımının Poisson dağılımına uyduğu kabul edilmiştir.

Bu kabulden hareketle, Ağustos-2017 tekne varışları incelenmiş ve günlük ortalama 11.61 adet teknenin ortalama yedi adetlik boş bağlama noktası için marinaya giriş talebinde bulunduğu belirlenmiştir.

İkinci olarak teknelerin Bodrum Marinada kalış süreleri incelenmiştir. 2017 Ağustos ayına ait kalış süreleri incelenip grafiğe döküldüğünde Şekil 2’de de görüldüğü üzere tekne kalış sürelerinin tamamı ile üssel dağılıma uygun olduğu görülmüştür. Marinada kalış süreleri incelendiğinde 2017 Ağustos ayında kısa süreli konaklama amaçlı giriş yapan teknelerin ortalama $u=2.9$ gün marında konakladığı tespit edilmiştir.



Şekil 2: Ağustos 2017 Tekne Servis Süreleri Dağılımı

Hesaplamalarda kullanılan parametreler sırasıyla; Ağustos ayı günlük ortalama gelen tekne sayısı $\lambda=11.61$ tekne/gün , marinateda ortalama servis süresi $u=2.9$ gün/tekne , kısa süreli konaklama amaçlı gelen tekneler için ayrılan bağlama noktası kapasitesi ortalama olarak $S=7$ adettir. Bu miktarda yanaşma yerine talep gösteren teknelerin genişlik ve boylarının da yaklaşık olarak eşit olduğu kabul edilmiştir.

En uygun günlük marina kapasitesi hesabında ilk olarak (5) ve (6) numaraları bağıntılar ile sistemde servis gören ve sıra bekleyen ortalama tekne sayıları ve ortalama kuyruk bekleme süreleri mevcut durum yedi adet bağlama noktası adedinden başlayarak her bir bağlama noktası için hesaplanmıştır. Tablo 3'de de görüldüğü üzere kısa süreli konaklama için limana giriş yapan tekneler için 7 adet olan kapasite 11 adede çıkarıldığında bekleme süresi sıfırlanmakta ve marinateda kısa süreli konaklamaların oluşturduğu sıkışıklık ortadan kalkmaktadır. Bu durumda marina yönetimi ya kontratlı müşterilerine ayrılan kapasiteden 4 adet kısa süreli konaklama amaçlı giriş yapan müşterilerine ayıracak ya da bağlama noktası yatırımına yönelecektir.

Eğer marina yönetimi bağlama noktası yatırımına yönelicek ise optimal marina kapasitesi hesaplamalarının sonuçları değerlendirilecektir. (7) nolu bağıntıdan hareketle ve marinaya yaz boyunca kısa süreli konaklama amaçlı giriş yapan tekne sayısının; $V_s = 875$ adet olduğu tespiti ile her bir bağlama noktası adedi için kuyrukta bekleme ve yatırım maliyetlerinin başa baş noktası tespit edilmiştir. Bu hesaplamada ayrıca bir bağlama noktası yatırım maliyeti 2,000 € olarak kabul edilmiş ve bekleme maliyeti olarak da marinateda müşteriye servis verememesinden ötürü kaçırılan fırsat maliyeti (70€/gün) göz önüne alınmıştır.

Tablo 3: Farklı Bağlama noktası sayısında kuyruk parametreleri

| Bağlama Noktası sayısı | Bekleme Süresi (gün/tekne) | Bekleme Süresi (saat/tekne) | Sistemdeki toplam tekne |
|------------------------|----------------------------|-----------------------------|-------------------------|
| 7 | 0,450 | 10,794 | 26,7 |
| 8 | 0,139 | 3,342 | 22,9 |
| 9 | 0,036 | 0,861 | 16,2 |
| 10 | 0,015 | 0,369 | 13,0 |
| 11 | 0,00 | 0,00 | 0,0 |
| 12 | 0,00 | 0,00 | 0,0 |

Maliyetler incelendiğinde en düşük maliyet 9 adet bağlama noktası kapasitesinde yakalanmakta, yani başabaş noktası Tablo 4’de görüldüğü üzere burada elde edilmektedir.

Tablo 4: Farklı Bağlama noktası sayısında maliyetler

| Mevcut Bağlama Noktası sayısı | Eklenecek Bağlama Noktası sayısı | Mevcut Olması Gereken Bağlama Noktası Sayısı | Yatırım Maliyeti | Bekleme Maliyeti | Toplam Maliyet |
|-------------------------------|----------------------------------|--|------------------|------------------|----------------|
| | 0 | 7 | € 0,000 | € 27,546 | € 27,546 |
| | 1 | 8 | € 2,000 | € 8,528 | € 10,528 |
| 7 | 2 | 9 | € 4,000 | € 2,197 | € 6,197 |
| | 3 | 10 | € 6,000 | € 940.00 | € 6,940 |
| | 4 | 11 | € 8,000 | € 0,000 | € 8,000 |
| | 5 | 12 | € 10,000 | € 0,000 | € 10,000 |

9 adet bağlama noktası kapasitesinde bekleme süresi tekne başına 0,861 saat yani yaklaşık 51 dakikadır. Bu durumda 9 adetlik bağlama noktası kapasitesi(2 adet ek bağlama noktası) maliyet açısından ideal bir durum iken , sıklıkla ortadan kaldırılması açısından 11(4 adet ek bağlama noktası) adetlik bağlama noktası kapasitesi arzu edilen sonuçtur.

6. SONUÇ

Marinalarda kontratsız olan, kısa süreli konaklama amaçlı giriş yapan tekneler marinaya rassal olarak geldiklerinden özellikle yoğun sezonda sıklıkla yaratılmaktadır. Bu sıklıkla kuyruğa ve bekleme neden olmakta bunun sonucunda oluşacak müşteri kaybı marina için kaçırılan fırsat maliyetlerini arttırmaktadır.

Bodrum Marina’da yaz aylarında oluşan sıklıkla giderebilmek için getirilecek öneri yatırımdan daha çok, kontratlı müşteri kapasitesinden azaltılıp, bu kapasitenin kontratsız müşterilere ayrılmasıdır.

Bu durumda ortaya çıkan; kontratlı ve kısa süreli konaklama amaçlı talep analizi de içeren çalışmaların gerekliliğidir.

KAYNAKLAR

- Am, M. (2015). Study the problem of congestion in Emkaser port by using queuing theory, *1*(9).
- Dragović, B., & Zrnić, N. D. (2011). A Queuing Model Study of Port Performance Evolution, (2), 65–77.
- Gürhan, G., (2000). İzmir Limanı Konteyner Terminali Optimum Kapasite Analizi, III. Ulusal Kıyı Mühendisliği Sempozyumu, 297-307.
- Jingjing, X., & Dong, L. (2012). Queuing Models to Improve Port Terminal Handling Service, *4*, 345–351. <http://doi.org/10.1016/j.sepro.2011.11.085>
- Kizaki, Y., Osada, H., Dynamics, P. I., Jian-xun, D., Xiang, L., Hai-jun, H., ... Fudouzi, H. (2017). Queuing theory models used for port equipment sizing. <http://doi.org/10.1088/1757-899X/227/1/012040>
- Muğla Büyükşehir Belediyesi Bodrum Yat Limanı 2017 giriş-çıkış verileri
- Munisamy, S. (2010). Timber Terminal Capacity Planning Through Queuing Theory *Susila Munisamy*, 147–161. <http://doi.org/10.1057/mel.2010.3>
- Saeed, N., & Larsen, O. I. (2016). Case Studies on Transport Policy Application of queuing methodology to analyze congestion : A case study of the Manila International Container Terminal, Philippines. *Case Studies on Transport Policy*, *4*(2), 143–149. <http://doi.org/10.1016/j.cstp.2016.02.001>
- Shiba, M. (1959). An Application Of Queuing Theory In Misaki Fishing Port Planning , 130–138.
- Tekin, B., Sağlık Servisi Sistemlerinin Etkinliği: Bir Kamu Hastanesi ve Özel Hastane Karşılaştırması, Çankırı Karatekin Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, *4*(1):483-506.
- Zehendner, E., & Absi, N. (2011). Solving the Resource Allocation Problem in a Multimodal Container Terminal as a Network Flow Problem, 341-353.
- Zenzerović, Z., & Mrnjavac, E. (2009). Modelling Of Port Container Terminal Using The Queuing Theory, 142-252.