



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

MARİNALARIN OPTİMUM BAĞLAMA KAPASİTESİNİN BELİRLENMESİNDE KUYRUK TEORİSİ YAKLAŞIMI: BODRUM ÖRNEĞİ



Barış KULEYİN
Volkan ÇETİNKAYA
Onur AKDAŞ



SUNUM PLANI

1.GİRİŞ

- Marinalarda Bekleme Sürelerinin Önemi
- Marinalarda Mevsimsel Kapasite Tayini

2.ARAŞTIRMANIN AMACI

3.ARAŞTIRMANIN YÖNTEMİ

4.ARAŞTIRMANIN BULGULARI

5.SONUÇLAR VE ÖNERİLER

1. GİRİŞ

Marinalarda Bekleme Süresi Uzunluğunun Sebepleri

- Mevsimsel talep yoğunluğu.
- Yanaşma-bağlama operasyonlarının yavaşlığı.
- Yetersiz bağlama yeri kapasitesi.
- Personel yetersizliği.
- Servis sürelerinin sistem kullanıcısı tarafından belirlenmesi.
- Uzun dönemli kontratların yenilenme durumunun belirsizliği.

Kıyı Yapılarında Kuyruk Modeli Çalışmaları

Yazar(lar)

İçerik

Shiba (1959)

Japonya'da Balıkçı Barınağı kuyruk modellemesi

Munisamy (2010)

Port Klang Terminali yük elleçleme ekipmanları kapasitesini göz önüne alarak optimal rıhtım sayısı belirleme

Zenzerović ve Mrnjavac (2009)

Konteyner terminali rıhtım sayısı belirleme

Jingjing ve Dong, (2012)

Limanda Ekipman maliyeti ve gemi bekleme maliyeti değerlendirilerek kuyruk modellemesi

Saeed ve Larsen (2016)

Manila Limanı'ndaki sıkışıklığın nedenlerini ortaya koymak üzere kuyruk teorisi modellemesi

Gürhan (2000)

İzmir Limanı Konteyner Terminali Optimum Kapasite Analizi



Muğla Büyükşehir Belediyesi Bodrum Marina Kuyruk Modellemesi ile Kapasite Analizi

2. ARAŞTIRMANIN AMACI

Çalışmanın ana amacı;

Sıkışıklık yaşayan Muğla Büyükşehir Belediyesi tarafından işletilen Bodrum Marina'nın yaşadığı yoğunluğun analiz edilmesi ve ilgili marinanın bağlama yeri kapasitesi ile ilgili öneriler getirilmesidir.

3. ARAŞTIRMANIN YÖNTEMİ (1)

- *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).

3. ARAŞTIRMANIN YÖNTEMİ (2)

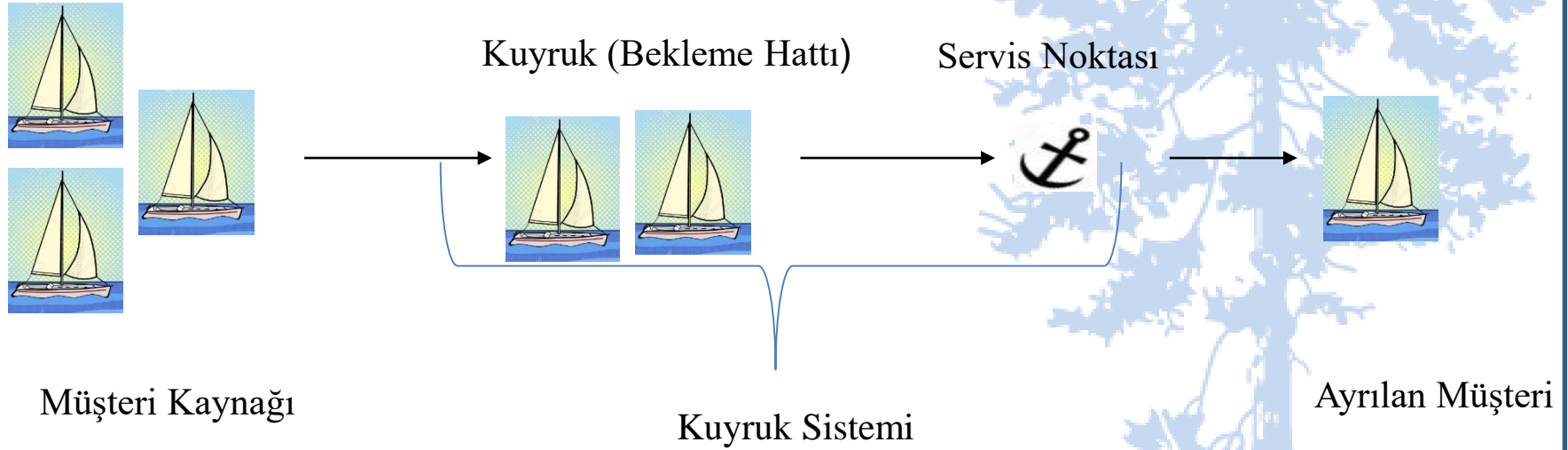
Kuyruk Teorisi Temel Kavramlar

- *Kuyruk*: Hizmet almak amacı ile bekleyen müşteri sayısı.
- *Servis noktası*: Hizmet sunan birim ya da süreç.
- *Geliş oranı (λ)*: Hizmet görmek amacı ile birim zamanda gelen müşteri sayısı.
- *Servis oranı*: Birim zamanda hizmet verilen müşteri sayısıdır. Birim servis başına geçirilen zaman ise servis birim süresidir.

3. ARAŞTIRMANIN YÖNTEMİ (3)

Kuyruk Modelleri

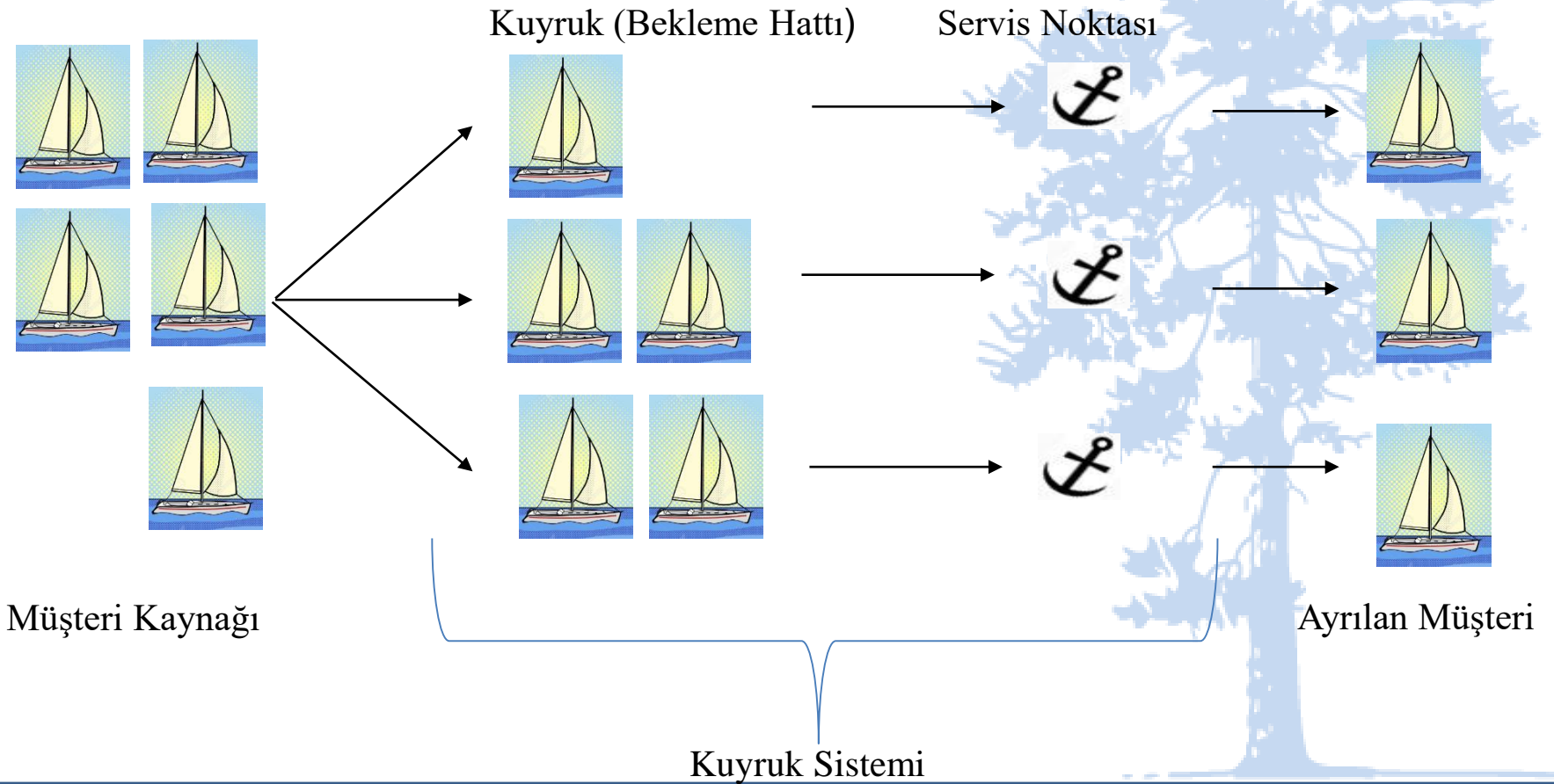
- Tek Kuyruk ve Tek Servis Modeli



3. ARAŞTIRMANIN YÖNTEMİ (4)

Kuyruk Modelleri

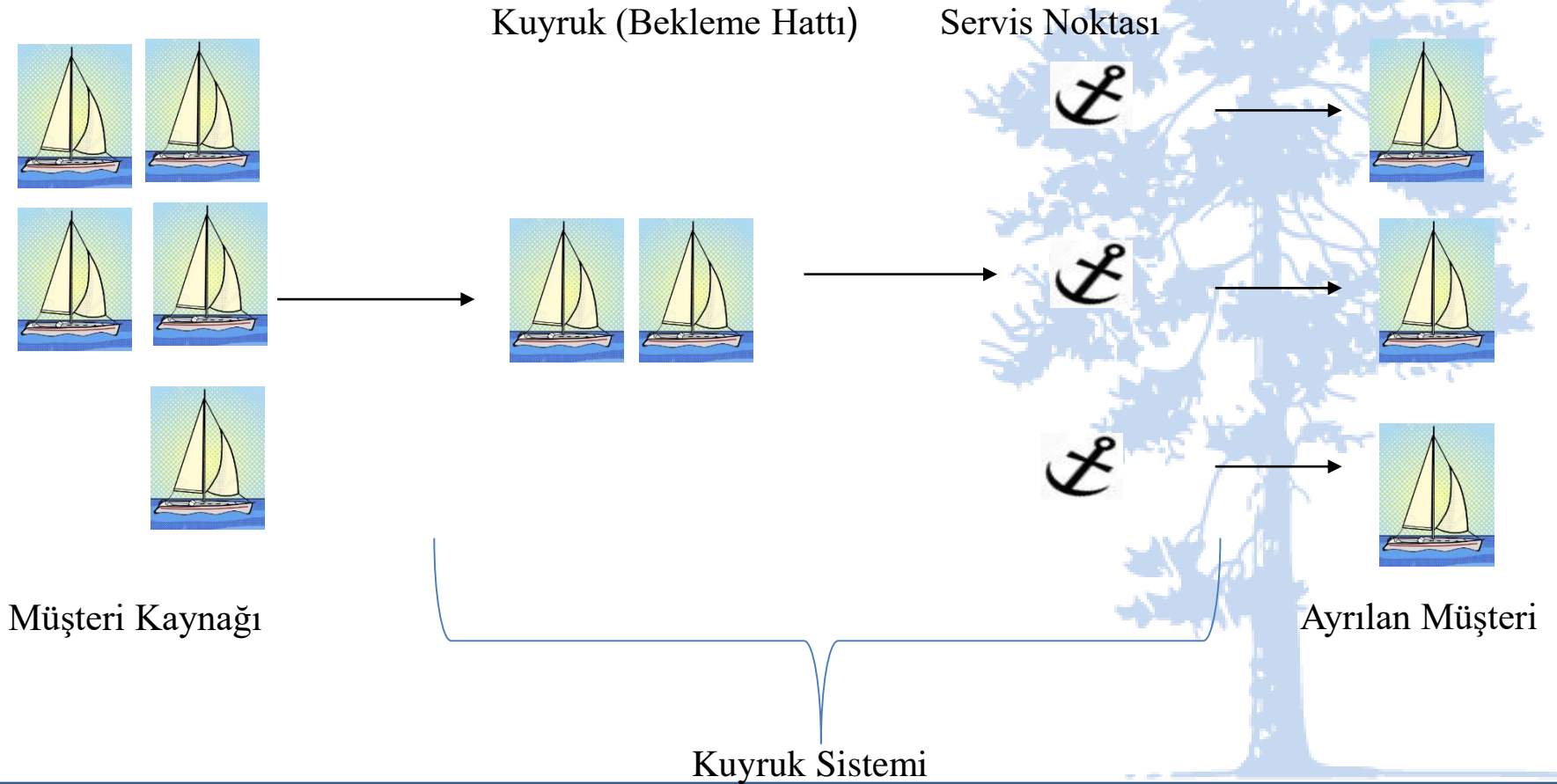
- Çoklu Kuyruk ve Paralel Çoklu Servis Modeli



3. ARAŞTIRMANIN YÖNTEMİ (5)

Kuyruk Modelleri

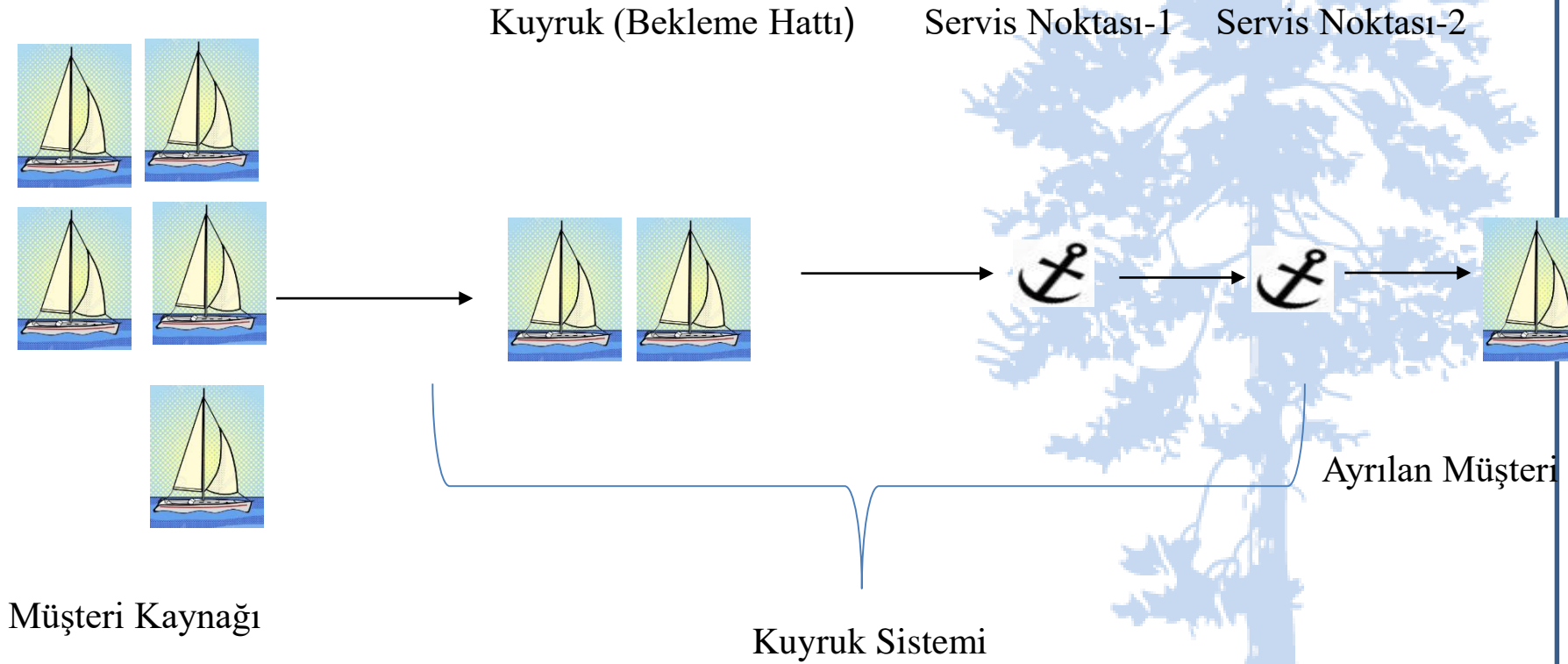
- Tek Kuyruk ve Paralel Çoklu Servis Modeli



3. ARAŞTIRMANIN YÖNTEMİ (6)

Kuyruk Modelleri

- Tek Kuyruk ve Seri Servis Modeli



3. ARAŞTIRMANIN YÖNTEMİ (7)

Geliş ve Servis Süreleri Dağılımları

- *Geliş Süresi Dağılımı:* Bir servis noktasına gelişler genelde Poisson dağılımına uygun gelişir.
- Poisson dağılımına göre belirli bir sürede n adet teknenin limana gelme olasılığı (P_n) aşağıdaki gibi ifade edilmektedir.

$$P_n = \frac{\lambda^n}{n!} e^{-\lambda}$$

P_n : Belirli bir sürede n adet tekne gelme olasılığı

λ : Birim zamanda gelen müşteri sayısı

n: olasılığı hesaplanan tekne sayısı

3. ARAŞTIRMANIN YÖNTEMİ (8)

Geliş ve Servis Süreleri Dağılımları

- *Servis Süresi Dağılımı:* Servis süresi üssel, negatif üssel ve Erlang dağılımlarına uygun olarak modellenir.

$$P = u e^{-ut}$$

P : Servis noktasında harcanan zaman olasılığı

u : Ortalama servis süresi

t : Göz önüne alınan birim zaman

3. ARAŞTIRMANIN YÖNTEMİ (9)

Kapasite Tayini için Parametreler

- Kapasite belirlenmesinde 2 temel parametre ortalama tekne sayısı ve bekleme süresinin elde edilebilmesi için ilk olarak γ trafik yoğunluğu hesaplanmalıdır.

$$\gamma = \frac{\lambda}{u}$$

- λ : Belirli bir periyotta tekne geliş sayısı
- u : T periyodunda ortalama servis süresidir.

3. ARAŞTIRMANIN YÖNTEMİ (10)

Kapasite Tayini için Parametreler

n_s : Ortalama tekne sayısı

W_q : Ortalama bekleme süresi

S : Ortalama boş bağlama noktası adedi

γ : Trafik yoğunluğu olmak üzere

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

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

şeklindedir.

3. ARAŞTIRMANIN YÖNTEMİ (11)

Maliyet Optimizasyonu

- Kuyruk teorisinden sonra uygulanacak ikinci aşama maliyete dayalı optimal çözümü elde etmektir.
- c_a bağlama noktası yatırım maliyeti , V_s marinaya gelen yıllık tekne sayısı, W_c boşta bekleyen teknenin marina için bekleme maliyeti(kaçırılan fırsat maliyeti) olmak üzere; toplam kapasite maliyeti:

$$TC = c_a \times S + W_c \times V_s \times n_s$$

4. ARAŞTIRMANIN BULGULARI (1)

Araştırmanın gerçekleştirildiği marina (Muğla Büyükşehir Belediyesi Bodrum Marina) 280 tekne bağlama noktası kapasitesine sahiptir. Bu kapasitenin büyük çoğunluğunu kontratlı müşteriler kullandığı için kısa süreli konaklamalar için marinaya gelen müşteriler bekleme sıkıntısı ile karşılaşmaktadır.

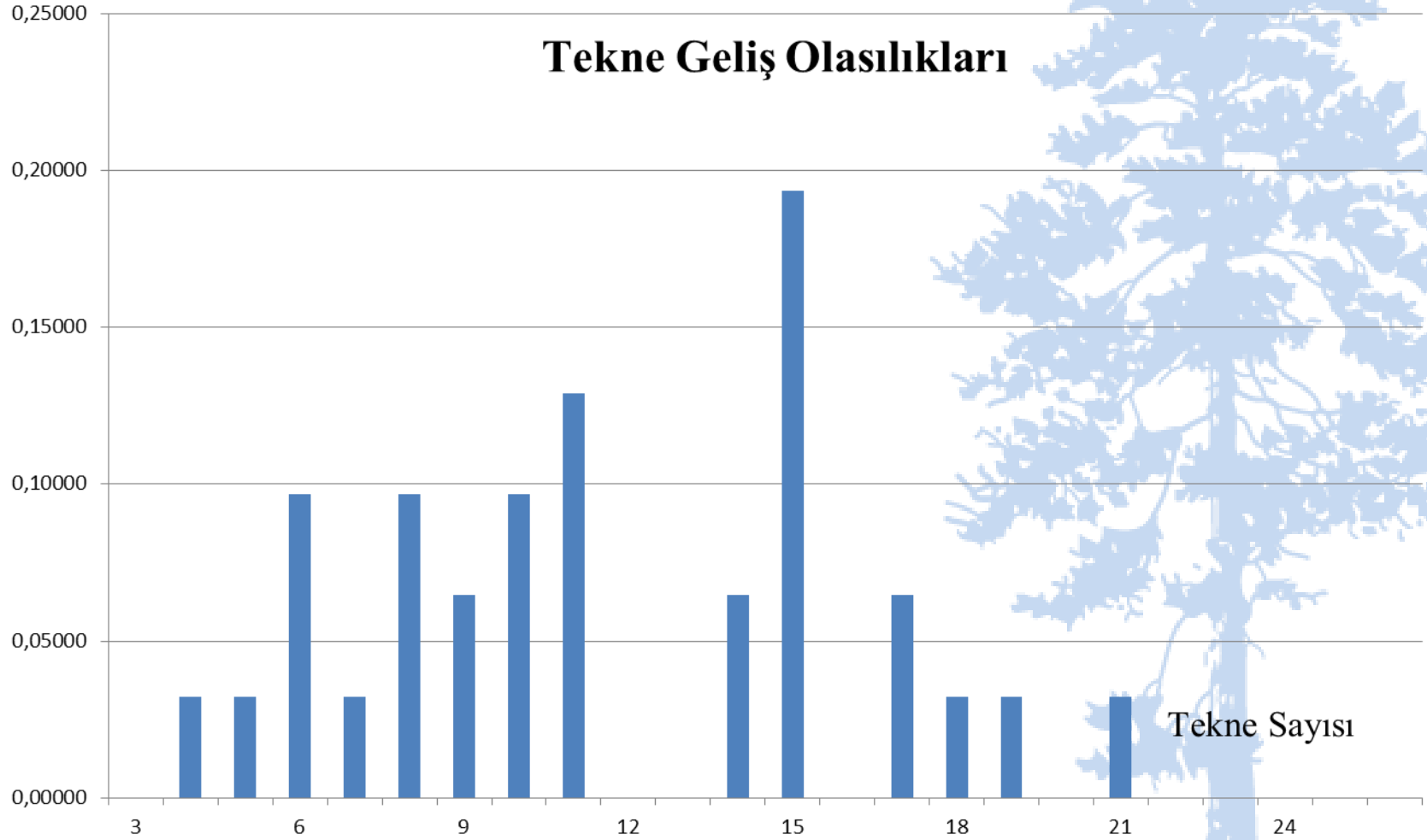
Bodrum Marina 2017 Yaz Dönemi Tekne Giriş-Çıkış Adetleri

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

4. ARAŞTIRMANIN BULGULARI (2)

- En yoğun dönem olması nedeni ile marina kuyruk modeli uygulamasında Muğla Büyükşehir Belediyesi Bodrum Marina 2017 yılı Temmuz-Eylül ayı verileri kullanılmıştır.
- İlgili ayda ortalama 7 adet bağlama noktasının boş olmasından hareketle 7 adet bağlama noktası için kuyruk modeli uygulanmıştır.
- Daha sonra farklı ek bağlama noktası adetlerinde oluşacak bekleme süreleri ve maliyetler karşılaştırılmıştır.

4. ARAŞTIRMANIN BULGULARI (3)



4. ARAŞTIRMANIN BULGULARI (4)

- Tekne geliş dağılımının Poisson Dağılımı'na uygunluğunu test edebilmek için Ki-Kare Testi uygulanmıştır.
- Bu amaçla ortaya atılan hipotez ;
 - H_0 : Tekne varışlarının gerçek dağılımı Poisson dağılımına uygundur, şeklindedir.

4. ARAŞTIRMANIN BULGULARI (5)

Tekne Sayısı (X_i)	Gözlemlenen Frekans (f_i)	$X_i \times f_i$	P_n (Poisson)	Poisson Frekans: $F=T \cdot P_n$	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

4. ARAŞTIRMANIN BULGULARI (6)

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

- Burada f_i gözlemlenen tekne geliş frekanslarını, F_i Poisson dağılımı frekanslarını g dağılımın serbestlik derecesini ifade etmektedir.
- Dağılıma ait ki-kare değeri $\chi^2 = 33.34$
- Elde edilen serbestlik derecesi (25) ve anlamlılık düzeyi ($\alpha = 0.05$) kabulü ile $\chi_{\alpha}^2 = 37.65$
- ($\chi^2 < \chi_{\alpha}^2$)sonucunda H_0 hipotezi reddedilememiştir. Gözlemlenen tekne geliş dağılımı Poisson dağılımına uygundur.
- Buradan hareketle Ağustos 2017 tekne giriş-çıkış verilerine göre **$\lambda : 11.61$ tekne/gün**'dür.

4. ARAŞTIRMANIN BULGULARI (7)

- Grafiğe göre tekne konaklama (servis) süreleri Üssel Dağılıma uygundur.
- Buradan da hareketle marinada kalış süreleri incelendiğinde 2017 Ağustos ayında kısa süreli konaklama amaçlı giriş yapan teknelerin ortalama **$u=2.9$ gün/tekne** marinada konakladığı tespit edilmiştir.
- Araştırmada amaçlanan kontratsız teknelere ayrılacak günlük kapasiteye ulaşılabilme için marinada talepte bulunan toplam tekne (n_s) ve ortalama bekleme süresi (W_q) farklı bağlama

4. ARAŞTIRMANIN BULGULARI (8)

Farklı sayıdaki bağlama noktasında 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

4. ARAŞTIRMANIN BULGULARI (9)

- Marina giriş çıkış verilerinden yaz döneminde marinaya kısa süreli konaklama amaçlı (kontratsız) giriş-çıkış işlemi yapan tekne sayısı 875 adettir. ($V_s = 875$ adet tekne)
- Hesaplama da ayrıca bir bağlama noktası yatırım maliyeti **2,000€** olarak kabul edilmiş ve bekleme maliyeti olarak da marinanın müşteriye servis verememesinden ötürü kaçırılan fırsat maliyeti (**70€/gün**) göz önüne alınmıştır.

4. ARAŞTIRMANIN BULGULARI (10)

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

4. ARAŞTIRMANIN BULGULARI (11)

- Kuyruk modellemesi sonucu kontratsız tekneler için 11 adet bağlama noktası ayrılması beklentileri ortadan kaldıracaktır (Bekleme süresi : 0.00 dk.). Bu durumda 4 adet ek bağlama noktasına ihtiyaç duyulacaktır.
- 9 adet bağlama noktası kapasitesinde bekleme süresi tekne başına **0,861 saat** yani yaklaşık **51 dakika**dır. En düşük maliyet ise bu durumda meydana gelir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

- Servis süresi limanlarda liman yönetimi ile ilgili bir unsur iken marina tipi kuyruk sistemlerinde müşteri tarafından belirlendiği (konaklama süresi) için marinalarda tüm servis noktalarının sistem içerisinde yer aldığı bir kuyruk sistemi uygulaması oldukça zordur. Bu çalışmada da kontratsız tekneler için ayrılan 7 adet servis noktası için kuyruk teorisi uygulanmıştır.
- Bodrum Marina'da yaz aylarında oluşan sıkışıklığı giderebilmek için getirilecek öneri yatırımdan daha çok, kontratlı müşteri kapasitesinden azaltılıp, bu kapasitenin kontratsız müşterilere ayrılmasıdır.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

- Kuyruk Teorisi analitik yöntemi denizcilik alanında daha çok limanlarda optimal rıhtım adedi belirlemek amacı ile kullanılmaktadır.
- Marinalarda kontratsız olan tekneler marinaya rassal olarak geldiklerinden özellikle yoğun sezonda sıkışıklık yaratmaktadırlar. Bu sıkışıklık kuyruğa ve beklemelere neden olmakta bunun sonucunda oluşacak müşteri kaybı marina için kaçırılan fırsat maliyetlerini arttırmaktadır.



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

DİKKATİNİZ İÇİN TEŞEKKÜR EDERİM.



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>.

KAYNAKLAR

- ✓ Shiba, M. (1959). An Application Of Queuing Theory In Misaki Fishing Port Planning , 130–138.
- ✓ Tekin, B., Sağlık Servisi Sistemlerinin Etkinliđi: 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.