

Farklı parametrisasyon tekniklerinin *Saurida lessepsianus* (Russell, Golani & Tikochinski, 2015)'un von Bertalanffy büyüme parametrelerinin tahminine etkisi

Effect of different parametrization methods on von Bertalanffy growth model of *Saurida lessepsianus* (Russell, Golani & Tikochinski, 2015)

Sedat Gündoğdu* • Makbule Baylan

Çukurova Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Temel Bilimler Bölümü, Balcalı, Adana
*Corresponding Author: sgundogdu@cu.edu.tr

How to cite this paper:

Gündoğdu, S., Baylan, M., 2015. Effect of different parametrization methods on von Bertalanffy growth model of *Saurida lessepsianus* (Russell, Golani & Tikochinski, 2015). *Ege J Fish Aqua Sci* 32(4): 205-208. doi: 10.12714/egejfas.2015.32.4.05

Abstract: In this study, effect of different parametrization on the von Bertalanffy growth model of *Saurida lessepsianus* has been investigated. For this purpose, Galucci and Quinn parametrization, Mooij parametrization, Francis parametrization and Schnute parametrization were used. Reparametrized models have been compared via Akaike Information Criterion (AIC), confidence intervals and parameter correlations. Hence Francis parametrization method has been found as the most suitable parametrization method.

Keywords: *Saurida lessepsianus*, von Bertalanffy growth model, Francis parametrization

Özet: Bu çalışmada *Saurida lessepsianus*'un von Bertalanffy büyüme modeli parametreleri tahminine, farklı parametrisasyon tekniklerinin etkisi incelenmiştir. Bu amaçla Galucci ve Quinn parametrisasyonu, Mooij parametrisasyonu, Francis parametrisasyonu ve Schnute parametrisasyonu kullanılmıştır. Akaike Bilgi Kriteri (AIC), güvenilirlik aralıkları ve parametreler arası korelasyonlar yardımıyla modeller karşılaştırılmıştır. Buna göre en uygun parametrisasyon yönteminin Francis parametrisasyon yöntemi olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar kelimeler: *Saurida lessepsianus*, von Bertalanffy büyüme modeli, Francis parametrisasyonu

GİRİŞ

Balıkların büyüme parametrelerinin tahmininde en çok kullanılan model, von Bertalanffy büyüme modelidir (VBMM) (Knight, 1968; Roff, 1980; Kastanevaki ve Maravelias, 2008; Haddon, 2010). Bu tipik modelin en yaygın versiyonu $E\{L|t\} = L_{\infty}(1 - e^{-K(t-t_0)})$ şeklindedir (Beverton, 1994; Cailliet vd., 2006; Beverton ve Holt, 2012). Kimi durumlarda bu tipik formun yeniden parametrize edilip kullanılması gerekmektedir. Bunun birçok nedeni olmakla birlikte en önemli iki nedeni; i) parametrelerin yorumlanmasının kolaylaştırılması (Haddon, 2010) ve ii) parametrelerin arasındaki korelasyonun azaltılmasıdır (Helson ve Lai, 2004). Bu bağlamda birçok parametrisasyon yöntemi çeşitli araştırmacılar tarafından önerilmiştir (Bolker vd., 2013; Ogle, 2013; Ogle, 2015) Her ne kadar parametrisasyonların büyüme parametrelerinin yorumlanmasını daha açık hale getirildiği araştırmacılar

tarafından belirtilse de (Ogle, 2013; Ogle, 2015), parametre tahminleri parametrisasyon sonucu değişmeyebilmektedir. Hali hazırda yirmiyeye yakın parametrisasyon (Ogle, 2013) olmakla beraber, yaygın olarak kullanılan parametrisasyon sayısı dörttür (Ogle, 2013). Bu çalışmada yağın olarak kullanılan bu parametrisasyon yöntemlerinden Galucci ve Quinn parametrisasyonu, Mooij parametrisasyonu, Francis parametrisasyonu ve Schnute parametrisasyonu, *Saurida lessepsianus*'un boy-yaş verilerinin tahmini için uygulanmış ve sonuçlar tipik parametrize edilmemiş VBMM sonuçlarıyla karşılaştırılmıştır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışma için 2012-2013 tarihleri arasında İskenderun Körfezi'nden ticari amaçlı trol tekneleriyle avlanan 467 S.

lessepsianus bireyi kullanılmıştır. Avlanan bireyler buzluklar yardımıyla laboratuvara taşınmış ve örneklerin total boyları ± 1 mm hassasiyetle ölçülmüştür. Bu ölçüm işlemlerine ilave olarak her bir balıktan otolitler çıkarılmıştır. Otolitler $0,5 \text{ cm}^3$ lük hacme sahip, %30'luk gliserin içeren Eliza kaplarına alınmış ve daha sonra Olympos SZX 16 marka mikroskop ile siyah zemin üzerinde yaş okumaları yapılmıştır. Daha sonra elde edilen verilerden parametre tahmini yapmak için VBBM, 4 farklı parametrisasyon yöntemiyle yeniden parametrize edilmiştir.

Uygulanan ilk parametrisasyon, Galucci ve Quinn (1979) tarafından önerilen parametrisasyondur. Galucci ve Quinn (1979), K ve L_∞ parametrelerinin sahip olduğu yüksek korelasyonun yorumlamayı güçleştirdiğini düşündüğü için yeni bir parametre olan $\omega = KL_\infty$ parametresinin kullanımını önermiş ve bu şekilde yeniden düzenlenen büyüme modelini aşağıdaki şekle dönüştürmüştür;

$$E\{L|t\} = \frac{\omega}{K} (1 - e^{-K(t-t_0)})$$

Burada ω parametresi birim zamanda meydana gelen boy artışı olduğu için t_0 anındaki büyüme oranı olarak ifade edilebilir.

Mooij vd. (1999) tarafından gerçekleştirilen parametrisasyonun içeriği de Galucci ve Quinn (1979) tarafından belirtilen içerik ile aynıdır. Ancak farklı olarak Cailliet vd. (2006) tarafından ortaya konulan $L_0 = L_\infty(1 - e^{-kt_0})$ parametresi dâhil edilmiş olup, ω parametresini de L_0 'daki büyüme oranı olarak ifade etmiştir. Mooij vd. (1999)'un parametrisasyon sonrası ortaya koyduğu yeni model aşağıdaki gibidir;

$$E\{L|t\} = L_\infty - (L_\infty - L_0)e^{-\frac{\omega}{L_\infty}t}$$

Bir diğer parametrisasyon ise Schnute (1981) tarafından geliştirilen ve Quinn ve Deriso (1999) tarafından yeniden düzenlenerek ortaya konulan Schnute parametrisasyonudur. Bu parametrisasyon von Bertalanffy modelini aşağıdaki şekle sokmaktadır;

$$E\{L|t\} = L_1 + (L_2 - L_1) \frac{1 - e^{-K(t-t_1)}}{1 - e^{-K(t_2-t_1)}}$$

Burada; L_1 , t_1 anındaki (en küçük yaş) ortalama boy ve L_2 de t_2 anındaki (en büyük yaş) ortalama boyu vermektedir. Bu parametrisasyondan sonra Schnute ve Fournier (1980) bu formülden L_∞ ve t_0 tahminini aşağıdaki formüller yardımıyla yeniden değerlendirmiştir;

$$L_\infty = \frac{L_2 - L_1 e^{-K(t_2-t_1)}}{1 - e^{-K(t_2-t_1)}}$$

$$t_0 = t_1 + \frac{1}{K} \ln \left(\frac{L_2 - L_1}{L_2 - L_1 e^{-K(t_2-t_1)}} \right)$$

Son parametrisasyon ise Francis (1988) tarafından önerilen ve Francis parametrisasyonu olarak bilinen

parametrisasyondur. Francis parametrisasyonu sonucu von Bertalanffy modeli aşağıdaki hali almaktadır.

$$E\{L|t\} = L_1 + (L_3 - L_1) \frac{1 - r^{2\frac{t-t_1}{t_3-t_1}}}{1 - r^2}$$

Burada;

$$r = \frac{L_3 - L_2}{L_2 - L_1}$$

şekindedir ve L_1 , L_2 ve L_3 ise t_1 , t_2 ve t_3 anındaki ortalama boylardır. t_1 en genç yaşı t_3 ise en büyük yaşı ifade eder. t_2 ise bu ikisinin ortasına denk gelen yaşı ifade eder. L_∞ , K ve t_0 ise aşağıdaki eşitlikler yardımıyla elde edilir.

$$L_\infty = L_1 + \frac{L_3 - L_1}{1 - r^2}$$

$$K = \frac{-2 \log(r)}{t_3 - t_1}$$

$$t_0 = t_1 + \frac{1}{K} \log \left(\frac{L_\infty - L_1}{L_\infty} \right)$$

Elde edilen sonuçlar Akaike Bilgi Kriteri (AIC) (Burnham ve Anderson, 2002), güvenilirlik aralıkları ve parametreler arası korelasyonlar yardımıyla karşılaştırılmıştır. %95 güvenilirlik aralıkları, parametrik olmayan bootstrap yöntemi yardımıyla hesaplanmıştır (Ritz ve Streibig, 2008).

Tüm analizler R paket programı yardımıyla FSA, fishmethods ve nlstools kütüphaneleri aracılığıyla gerçekleştirilmiştir (Ogle, 2012; Baty vd., 2014; R Core Team, 2014).

BULGULAR

Örneklerin 1 ile 7 yaş arasında değişim gösterdiği en düşük boy 10,5 cm en büyük boy ise 31 cm olarak ölçülmüştür.

Yaygın kullanılan von Bertalanffy modeli ve 4 parametrisasyon yöntemiyle yeniden parametrize edilmiş modellere ait parametre tahminleri Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Farklı parametrisasyon yöntemleriyle parametrize edilmiş VBBM ve tipik VBBM parametre tahminleri

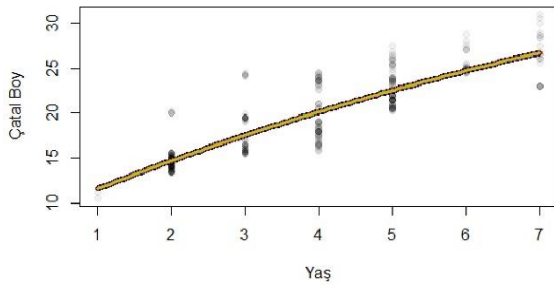
Metot	L_0	L_∞	K	t_0	ω	L_1	L_2	L_3	RS		
									E	r_{mak}	r_{ort}
Tipik	*	48.8	0.0	2.1	-	-	-	-	2.0	0.9	0.
		68	87	19	*	*	*	*	78	9	97
Gallucci	*	48.8	0.0	2.1	4.2	-	-	-	2.0	0.9	0.
		70	87	19	43	*	*	*	78	9	98
Quin	8.21	48.8	0.0	-	4.2	-	-	-	2.0	0.9	0.
		68	87	*	43	*	*	*	78	8	94
Mooij	36	48.8	0.0	2.1	-	11.5	26.7	2.0	0.8	0.	
		69	87	19	*	94	*	29	78	3	68
Schnute	*	48.8	0.0	2.1	-	-	-	-	2.0	0.8	0.
		69	87	19	*	94	*	29	78	3	68
Francis	*	48.8	0.0	2.1	-	11.5	20.1	26.7	2.0	0.5	0.
		67	38	19	*	95	42	29	78	2	41

Tablo 1'e göre parametrizasyon teknikleri parametre tahminlerini değiştirmemiş ancak parametreler arası korelasyonu (r_{maks} ve r_{ort}) değiştirmiştir. En düşük korelasyonu Francis parametrizasyonu ($r_{ort}=0,41$) sağlarken en yüksek korelasyonu Galucci ve Quin yöntemi vermiştir ($r_{ort}=0,98$).

Parametrizasyon sonucu fit edilen büyüme eğrileri Şekil 1'de verilmiştir. Tüm eğriler, parametrizasyon uygulanmamış von Bertalanffy modeline ait tahmin ile benzer sonuçlar vermiştir.

Şekil 1. Farklı parametrizasyon yöntemleriyle elde edilen büyüme eğrilerinin birbirlerine göre durumu. (Tüm modeller benzer eğriye sahip oldukları için tek çizgiyle ifade edilmiştir)

Figure 1. Model fits. (All model has same fits so only one solid line has been used)



Modellerin parametrelerinin güvenilirlik aralığı tahminleri ise ve Tablo 2'de verilmiştir. Tablo 2 en dar güvenilirlik aralığının Francis parametrizasyonu tarafından sağlandığını ortaya koymaktadır.

Tablo 2. Parametre tahminlerinin medyan değerleri ve parametrik olmayan bootstrap güvenilirlik aralıkları

Table 2. Median values of parameters and their nonparametric bootstrap confidence intervals

Metot	Parametre	Medyan	Güvenirlik Sınırları	
			2.5%	97.5%
Francis	L_{∞}	48,8	40,157	72,09
	K	0,03	0,021	0,053
	t_0	-2,11	-2,85	-1,57
Gallucci & Quinn	ω	4.24	2.96	5.71
	K	0.086	0.02	0.15
	t_0	-2.121	-3.34	-1.27
Mooij	L_{∞}	48.47	36.12	138.04
	ω	4.26	2.95	5.65
	L_0	8.15	6.53	9.53
Schnute	L_1	11.59	10.84	12.3
	L_3	26.74	26.11	27.42
	K	0.085	0.02	0.15
Tipik	L_{∞}	47.51	37.76	87.2
	K	0.09	0.03	0.15
	t_0	-2.05	-2.98	-1.29

Her ne kadar parametrizasyon teknikleri güven aralığını daraltıp parametreler arası korelasyonu düşürse de model seçimi için diğer bir kriter olan AIC tarafından birbirleriyle aynı eşdeğerde iyi model olarak ortaya konulmaktadır. Tablo 3'ten de anlaşılacağı gibi tüm modellerin AIC değerleri eşit çıkmıştır.

Tablo 3. Modellere ait AIC değerleri
Table 3. AIC values of all models

Metot	AIC
Tipik	2013.262
Gallucci & Quinn	2013.262
Mooij	2013.262
Schnute	2013.262
Francis	2013.262

TARTIŞMA VE SONUÇ

Tipik yani yeniden parametrize edilmemiş von Bertalanffy büyüme modeli araştırmacıların sıklıkla herhangi bir işleme tabii tutmadan kullandıkları bir modeldir. Bu da çoğu zaman aşırı korelasyona sahip parametre tahminlerini meydana getirmektedir. Helser ve Lai (2004) bu korelasyonun doğada direkt bir kanıtının olmadığını bu sebeple de azaltılması gerektiğini belirtmişlerdir. Bu amaçla burada uygulandığı gibi tüm parametrizasyon yöntemleri denenip en düşük korelasyonu veren parametrizasyon yöntemi uygulandıktan sonra parametre tahmini yapılmasını gerekli kılmaktadır (Ogle, 2012). Nitekim *S. lessepsianus*'un İskenderun Körfezi'nden avlanan popülasyonu için Francis parametrizasyonu ile Schnute parametrizasyonunun, yapılan tahminlerin korelasyonunu en çok azaltan yöntemler olduğu görülmektedir (Tablo 1). Bu durumu, Tablo 2'de sunulan güvenilirlik aralıkları da desteklemektedir.

Her bir parametrizasyondan sonra ortaya çıkan denklemler yardımıyla büyüme eğrisi çizildiğinde ise tüm modellerin parametre tahminleri yardımıyla hesaplanan değerlerinin benzer olduğu anlaşılmaktadır.

Sonuç itibarıyla, istatistiksel olarak etkili ve yansız bir tahmin, uygun istatistiksel metotların uygulanmasıyla mümkündür. Bu metotların da her canlı grubunun ve ekosistemin yapısına göre farklılık arz ettiği düşünüldüğünde, yeniden düzenlenerek uygulanması gerekmektedir. Özellikle balıkçılık yönetimi gibi önemli bir alanı ilgilendiren tahminlerin mümkün olan en uygun istatistiksel yöntemle tahmin edilmesi gerekliliğiyle birlikte ele alındığında, isabetli istatistiksel tahmin yönteminin gerekliliği daha iyi anlaşılacaktır. Bu çalışmadan da anlaşılacağı üzere, büyüme parametrelerini tahmin ederken uygun parametrizasyon yöntemi yardımıyla modelin yeniden düzenlenmesi yapılacak tahminleri daha etkili yani parametrenin değerine en yakın haline getirecektir.

KAYNAKLAR

- Baty, F., Ritz, C., Charles, S., Brutsche, M., Flandrois, J.P., Delignette Muller, M.L., 2014. A toolbox for nonlinear regression in R: the package nlstools. *Journal of Statistical Software*, 66(5):1-21.
- Beverton, R.J., 1994. *Notes on the use of theoretical models in the study of the dynamics of exploited fish populations: from lectures by R.J.H. Beverton presented at US Fishery Laboratory, Beaufort, North Carolina, Bureau of Commercial Fisheries, Vol. 1. Marine Fisheries Section, American Fisheries Society, USA*, 159.
- Beverton, R.J., Holt, S.J., 2012. *On the dynamics of exploited fish populations Vol. 11. Springer Science Business Media*, UK, 456
- Bolker, B.M., Gardner, B., Maunder, M., Berg, C.W., Brooks, M., Comita, L., Ford, J., 2013. Strategies for fitting nonlinear ecological models in R, AD Model Builder, and BUGS. *Methods in Ecology and Evolution*, 4(6), 501-512. doi: [10.1111/2041-210X.12044](https://doi.org/10.1111/2041-210X.12044)
- Burnham, K.P., Anderson, D.R., 2002. *Model selection and multimodel inference: a practical informationtheoretic approach*, Springer Science Business Media, USA, 488
- Cailliet, G.M., Smith, W.D., Mollet, H. F., Goldman, K.J., 2006. Age and growth studies of chondrichthyan fishes: the need for consistency in terminology, verification, validation, and growth function fitting. *Environmental Biology of Fishes*, 77:211-228. doi: [10.1007/978-1-4020-5570-6_2](https://doi.org/10.1007/978-1-4020-5570-6_2)
- Francis, R., 1988. Are growth parameters estimated from tagging and agelength data comparable? *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 45: 936-942. doi: [10.1139/f88-115](https://doi.org/10.1139/f88-115)
- Gallucci, V.F., Quinn, T.J., 1979. Reparameterizing, fitting, and testing a simple growth model. *Transactions of the American Fisheries Society*, 108(1): 14-25. doi: [10.1577/1548-8659\(1979\)108<14:RFATAS>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1577/1548-8659(1979)108<14:RFATAS>2.0.CO;2)
- Haddon, M., 2010. *Modelling and quantitative methods in fisheries*. CRC press, USA, 449
- Helser, T.E., Lai, H.L., 2004. A Bayesian hierarchical metaanalysis of fish growth: with an example for North American largemouth bass, *Micropterus salmoides*. *Ecological Modelling*, 178(3): 399-416. doi: [10.1016/j.ecolmodel.2004.02.013](https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2004.02.013)
- Katsanevakis, S., Maravelias, C.D., 2008. Modelling fish growth: multi-model inference as a better alternative to a priori using von Bertalanffy equation. *Fish and Fisheries*, 92: 178-187. doi: [10.1111/j.1467-2979.2008.00279.x](https://doi.org/10.1111/j.1467-2979.2008.00279.x)
- Knight, W., 1968. Asymptotic growth: an example of nonsense disguised as mathematics. *Journal of the Fisheries Board of Canada*, 25(6): 1303-1307. doi: [10.1139/f68-114](https://doi.org/10.1139/f68-114)
- Mooij, W., Van Rooij, J., Wijnhoven, S., 1999. Analysis and comparison of fish growth from small samples of length-at-age data: detection of sexual dimorphism in Eurasian perch as an example. *Transactions of the American Fisheries Society*, 128(3): 483-490. doi: [10.1577/1548-8659\(1999\)128<0483:AACOFG>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1577/1548-8659(1999)128<0483:AACOFG>2.0.CO;2)
- Ogle, D.H., 2012. FSA: Fisheries stock analysis. R package version 0.2-8
- Ogle, D.H., 2013. *fishR Vignette-von Bertalanffy growth models*. Ashland, WI: Northland College, 54.
- Ogle, D.H., 2015. *Introductory Fisheries Analyses with R*. CRC Press, USA, 317. doi: [10.1201/b19232-19](https://doi.org/10.1201/b19232-19)
- Quinn, T.J., Deriso, R.B., 1999. *Quantitative fish Dynamics*. Oxford University Press, UK, 542
- Ritz, C., Streibig, J.C., 2008. *Nonlinear regression with R*. Springer Science Business Media, USA, 63
- Roff, D.A., 1980. A motion for the retirement of the von Bertalanffy function. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 37(1): 127-129. doi: [10.1139/f80-016](https://doi.org/10.1139/f80-016)
- Schnute, J., Fournier, D., 1980. A new approach to length-frequency analysis: growth structure. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 37(9) 1337-1351. doi: [10.1139/f80-172](https://doi.org/10.1139/f80-172)
- Schnute, J., 1981. A versatile growth model with statistically stable parameters. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 38:1128-1140. doi: [10.1139/f81-153](https://doi.org/10.1139/f81-153)
- Team, R.C., 2014. *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.