

BOY DAĞILIMI FREKANS DEĞERLERİNDEN V. BERTALANFFY  
DURAĞANLARININ HESAPLANMASI İÇİN BİR MİKRO-BİLGİSAYAR PROGRAMI

BİNGEL, F., AVŞAR, D., KIZILKAYA, E.,

**ÖZET:** Büyüme denklemleri içerisinde doğada gözlenen balık büyümeye ilişkin çoğu noktayı kapsayan ve doğrudan doğruya stok tahminlerinde kullanılabilen v. BERTALANFFY 'nin geliştirdiği denklemi iki durağanının saptanmasında son yıllarda kullanılmaya başlayan boy dağılımı frekans yöntemi yeni bir yaklaşımla ele alınmıştır. Büyüme durağanlarının mikro-bilgisayarla saptanmasında kullanılabilecek, BASIC dilinde yazılmış bir program geliştirilmiştir.

Ege Denizi ve Civarı Kıyı Sorunları Sempozyumu  
Bornova, İzmir, 28-29 Kasım 1984.

BOY DAĞILIMI FREKANS DEĞERLERİNDEN v. BERTALANFFY  
DURAĞANLARININ HESAPLANMASI İÇİN BİR MİKRO-BİLGİSAYAR PROGRAMI

BİNGEL, F., AVŞAR, D., KIZILKAYA, E.,

ABSTRACT: A micro computer program for the calculation of  
v. Bertalanffy constants from length frequency data.

Natural growth of fishes is best described by the v. Bertalanffy equation which can be directly incorporated in to the fish stock assessment studies. For the determination of the constants, the length frequency data has been used recently. This new method is examined critically and a micro computer program in BASIC language is presented.

ÖZET: Büyüme denklemleri içerisinde doğada gözlenen balık büyümeye ilişkin çoğu noktayı kapsayan ve doğrudan doğruya stok tahminlerinde kullanılabilen v. BERTALANFFY'nin geliştirdiği denklem in iki durağanının saptanmasında son yıllarda kullanılmaya başlanan boy dağılımı frekans yöntemi yeni bir yaklaşımla ele alınmıştır. Büyüme durağanlarının mikro-bilgisayarla saptanmasında kullanılabilecek, BASIC dilinde yazılmış bir program geliştirilmiştir.

## 1. GİRİŞ

Büyüme canlıının ağırlığı  $W$  ve Boyu  $L$ 'nin zamana göre ( $dW/dt$ ;  $dL/dt$ ) değişmesidir. Bazı canlılar yaşamlarının belli bir döneminde (erinleşinceye kadar) büyürler ve ondan sonra hep aynı boyda kalırlar. Balıklarda ise ağırlıkça ve boyca büyümeye bir süreklilik arz etmekte ve tüm yaşam boyunca artan yaş ile birlikte giderek azalan oranlarda da olsa devam etmektedir. Bu nedenle, balık stoklarındaki bireylerin ortalama büyüklükleri ile ortalama yaşıları arasında bir ilişki söz konusudur. Bu ilişkiden yararlanmak durumunda olan balıkçılık biyolojisinin stok tahminlerini konu alan çalışmalarının en önemli kısmını balıkların büyümelerine ilişkin değerlerin bulunması oluşturmaktadır. Büyümeye ilişkin elde edilecek değerler ise diğer taraftan hem doğada gözlenen balık büyümeyinin birçok noktasını kapsamalı hemde ürünün tahmin edilebilmesi için doğrudan doğruya kullanılabilir olmalıdır. Belirtilen nitelikleri taşıyan ve BEVERTON ve HOLT' un (1957) geliştirdikleri populasyon modelinde kullanılan formül v. BERTALANFFY' nin (1934) büyümeye fonksiyonudur. Buna göre balığın herhangi bir t anındaki boyu  $l_t$ , sonsuz boyun ( $L_\infty$ ) küçük bir parçasıdır. BEVERTON ve HOLT' un (1957) yazış tarzına göre

$$l_t = L_\infty (1 - e^{-K(t-t_0)}) \text{ dır.}$$

1

Bu fonksiyonun çözümünde kullanılan durağanlar balığın sonsuz zamanda ulaşacağı uzunluğu  $L_\infty$ , tüm yaşam süreci boyunca aynı kalan büyümeye katsayısı, RICKER' in (1975) anlatımıyla BRODY (1927) katsayı  $K$  ve doğumdan önceki (kuramsal) yaş  $t_0$ 'dır. Bu durağanların elde edilmesinde kullanılan biyolojik veriler belirli aralıklarla yapılmış markalama deneylerinden ve sert aksamlarda görülen büyümeye halkalarının yorumlanması sonucu oluşturulan yıllıkların ortalama boy dağılımlarından kaynaklanmaktadır. Diğer taraftan yaş tayinlerine temel olan periyodik büyümeye halkalarının gereken miktarlarda yorumlanması özellikle yaz-kış farklılığının çok az değişme gösterdiği yumurtlama (üreme) periyotlarının uzun ve yumurtlamanın porsiyonlar şeklinde

de gerçekleştirildiği, çok türlü ılıman ve tropikal bölge sularında yaşayan kısa ömürlü balıklarda yetersiz kalmaktadır. Bu nedenlerden dolayı balık pazarlarında ve güvertede kolaylıkla ve çok sayıda ölçülebilecek uzunluk değerleri yardımıyla v. BERTALANFFY fonksiyonunun durağanlarının saptanma yolları aranmaktadır. (URSIN 1963 a,b, PITCHER ve McDONALD, 1973, LOCKWOOD, 1974; CLOERN ve NICHOLS, 1978; PAULY ve GASCHÜTZ 1979; PAULY ve DAVID, 1980; GASCHÜTZ ve ark. 1980; PAULY, 1980)

Bu çalışmada v. BERTALANFFY fonksiyonunun iki durağanının elde edilmesi için bu fonksiyona eklenen ve giderek azalan sezonal sinüs salınımlı terimlerin yardımıyla  $K$  ve  $L_{\infty}$  değerlerini veren BASIC dilinde yazılmış bir Mikro-Bilgisayar programı sunulmaktadır.

## 2. FORMÜLÜN GELİŞTİRİLMESİ

Birçok araştıracı biyolojik ve biyolojik olmayan bazı temel faktörlerin (sıcaklık, besin v.b.) yıl boyunca artıp azaldığını bu nedenle de periyodu bir yıl olan bir sinüs salınımının v. BERTALANFFY denklemine yerleştirilebileceğini göstermişlerdir (URSIN 1963 a,b; PITCHER ve McDONALD 1973; LOCKWOOD, 1974; CLOERN ve NICHOLS, 1978). Böylece PAULY ve GASCHÜTZ'ün (1979) yazış tarzına göre

$$l_t = L_{\infty} \left( 1 - e^{-K(t-t_0)} + A \sin 2\pi \frac{(t-t_s)}{T} \right) \quad 2$$

elde edilmektedir. Burada  $A$  sinüs salınımının genliği,  $t_s$  ise doğum ile ( $t=0$ ) ilk mevsimsel salınım arasında geçen süre olarak verilmektedir. (GASCHÜTZ ve ark. 1980). Bu şekildeki sinüs salınımlı büyümeye denklemi yine yazarlardan PITCHER ve McDONALD'ın (1973) belirttikleri gibi balık boyalarını kış aylarında küçültmektedir. Bu ise doğadaki gerçek büyümeye çelişmektedir. Yine denklem 2'de verilen fonksiyonda  $A$ 'nın ampirik bir değer olması, mevsimsel salınım genliğini anlamaya yaramadığı gerekçesiyle eleş -

tirilmekte ve düzeltilmesi tartışılmaktadır (PAULY ve GASCHÜTZ, 1979). Aynı araştıracıların önerdikleri düzeltilmiş fonksiyon denklem 3'te verilmiştir.

$$l_t = L_{\infty} (1 - e^{-K(t-t_o)} + C \cdot K/2\pi \sin 2\pi(t-t_s)) \quad 3$$

Fonksiyonun bilinmeyenlerinin çözümü ise çoklu (multiple) regresyon tekniğiyle gerçekleştirilmektedir.

Bu yöntem  $L_{\infty}$ 'un doğrudan kestirimine olanak vermemektedir. GASCHÜTZ ve ark.,ının 1980'de aynı denkleme  $d = 2/3$ 'ten 1'e kadar değişen anabolizm ve katabolizm katsayısı koyarak genelleştirmiştir. Mevsimsel salınımlı genel formüle (denklem 4) PAULY ve DAVID (1980)

$$l_t = L_{\infty} (1 - e^{-K(t-t_o)} + C \cdot KD/2\pi \sin 2\pi(t-t_s))^{1/D} \quad 4$$

uzunluk dağılımı frekans değerlerini uygulamışlardır. ROHDE (1982) Bu yöntemi kuzey denizinde bulunan 5 balık türüne ait stoklardaki büyümeyenin uzun süreli gelişmelerini incelemek amacıyla kullanmıştır. Bu çalışmada, BEVERTON ve HOLT'un (1957) yazış tarzındaki v. BERTALANFFY (1934) boyca büyümeye fonksiyonu üzerine ÖZSOY, E (Kişisel iletişim) anılan yanlışlıkların arındırılmış bir sinüs salınımlı yerleştirmiştir.

$$l_t = L_{\infty} (1 - e^{-K(t-t_o)}) + G \sin \alpha (t-t_p) \quad 5$$

Burada  $G$  sinüs salınımlının genliği,  $t_p$  ise salınımlının başladığı andır.

Balığın, zamanla azalan oranlarda büyümesi gözetilerek bu salınımlı üssü katsayılı azaltıcı bir terim eklenmiştir.

$$l_t = L_{\infty} (1 - e^{-K(t-t_o)}) + G e^{-\delta(t-t_o)} \cdot \sin \alpha (t-t_p) \quad 6$$

Burada  $\sin \alpha = 2\pi$  ve  $\gamma$  ise değeri  $1/365$  olan bir durağandır.

### 3. YÖNTEMİN UYGULANMASI

PAULY ve DAVID (1980) stoku temsil edebilir nitelikte ve bir tek kez toplanmış boy dağılımı frekans değerlerinin tekrarlanması sonucu elde edilen ya da birbirini izleyen zaman aralıklarında alınmış boy dağılımı frekans değerlerinin  $L_\infty$  ve K durağanlarının bulunmasında kullanılabileceğini belirtmektedirler.

a) Frekans değerleri ölçüm hassasyetine göre gerekiyorsa cm-gruplarına göre birleştirilip düzenlenmektedir.

b) Frekans değerlerinin 5'li akıcı ortalamaları alınarak her frekans değeri buna denk düşen akıcı ortalama değerine bölünerek sonuçtan 1 çıkartılmaktadır.

c) Bu yolla elde edilen pozitif ve negatif değerlerin, negatif olanlarından kaçınan ve pozitif değerlere denk düşen uzunluk değerlerinin çoğundan (denklem 4 gözülverek ve zamana göre ileri-geri hareket ettirilerek) geçirilen eğri aranan eğri olmaktadır. Bu eğrinin durağanları aranan değerlerdir.

PAULY ve DAVID'in (1980) önerdikleri bu yöntem denklem 6'ya uygulanmıştır.

#### 3.1 (ENTERDATA) UZUNLUK VE FREKANS DEĞERLERİNİN BİLGİSAYARA GİRİLMESİ

Ölçülen balık uzunlukları ve bunların frekans değerleri normalde kağıda yazılıkları şekilde kaset teyp'e yüklenmektedir. Yükleme sırasında ilk uzunluk değerinden bir önceki uzunluk değerinin frekansı sıfır olarak girmekte ve bu en son uzunluk değerinden sonraki değer için tekrarlanmaktadır. Program, 2 ile 98 cm'ler arasındaki balık uzunluklarını kabul etmektedir. Girilen yanlış frekans değerlerinin düzeltilmesi olanağı bulunmaktadır.

#### 3.2 (READINGDATA) UZUNLUK VE FREKANS DEĞERLERİNİN ÇAĞRILMASI

Girilen veriler, ister başka amaçlı kullanım için isterse ve-

rilerin yeniden gözden geçirilip kontrol edilmesi için kasetten bilgisayar okutulmasını sağlamaktadır.

### 3.3. (CALCULATION OF BERTALANFFY GROWTH PARAMETERS) v. BERTALANFFY FONKSİYONUNUN ÖNEMLİ İKİ DURAĞANININ HESAPLANMASI

3.1 de işlevi özetlenen programın televizyon ekranında gösterdiği yol doğrultusunda girilen, düzeltilen ve 3.2 deki programla kontrol edilen frekans değerleri asıl programın çalıştırılması için yine programın ekranda göstereceği yön doğrultusunda bilgisayara okutulur. Bilgisayar, örneğin alındığı zaman ait her boy dağılımı frekans verisi için A/B-1 değeriyle örnek alımları arasında geçen süreyi ekranda gösterir.

Program, 2 ile 98 cm arasında yer alan balık uzunlukları için değişik zamanlara ait ve 7 yıla (= 2555 güne) kadar uzanabilen 24 veri setini isleyebilmektedir. Frekans değerleri arasında 4 cm'den çok boşluk olmamalıdır.

Elde edilen pozitif A/B-1 değerleri bir kağıda kaydedilerek her frekans dağılım seti içerisinde belirgin uzunluklar seçilerek örneklemeler arasındaki gün aralıklarıyla birlikte bu kez doğrudan doğruya bilgisayara programın yön gösterdiği şekilde girilir. Sezonal salınımlı (denklem 6) ya da salınımsız (denklem 1) le çalışılıp çalışılmayacağı belirlendikten sonra, program, çözümü istenen denkleme göre ya  $G(cm)$ ,  $TP(gün)$ ,  $L\ INF(cm)$ ,  $K(gün)$ ,  $TZ(gün)$ , yada  $K(gün)$   $L\ INF(cm)$  ve  $TZ(gün)$  değerlerinin yer aldığı tahmin edilen en küçük ve en büyük değerleri ve asıl değeri bulmak için verilen alanı tararken atacağı adım aralıklarını isteyecektir. Her değer ve adım için denklem 1 ya da 6 çözüldükten sonra bulunan değerler daha önce verilen A/B-1 değerlerinin yer aldığı uzunluk değerlerinin toplamına 0.99 ile 1.01 arası oranında yaklaşıyorsa denklemin sabitleri ekranda gözükecektir.

#### 3.3.1 DOĞUMDAN ÖNCEKİ YAŞ'IN HESAPLANMASI

Program ayrıca PAULY'nin (1979) değişik stoklara ait 153 de-

ğer üçlüsünden ampirik olarak bulduğu ilişkiyi (denklem 7) kullanarak v. BERTALANFFY fonksiyonunun 3. durağanı olan  $t_o$ 'ı hesaplamakta ve "TZ PAULY" koduyla ekranda göstermektedir.

$$\log_{10} -(t_o) = 0.3922 - 0.2752 \log_{10} L_\infty - 1.038 \log_{10} K \quad 7$$

Bulunan K, TZ, TP ve TZ PAULY değerleri gün cinsinden L INF ve G değerleri ise cm cinsindendir.

### 3.3.2. ÖRNEK ÇÖZÜM I (Solea Solea)

Dil balığı Solea solea'nın boy ölçümelerinden elde edilen frekans değerleri tablo 1' de ve aynı değerlerin boy dağılımı frekans poligonu şekil 1'de sunulmuştur.

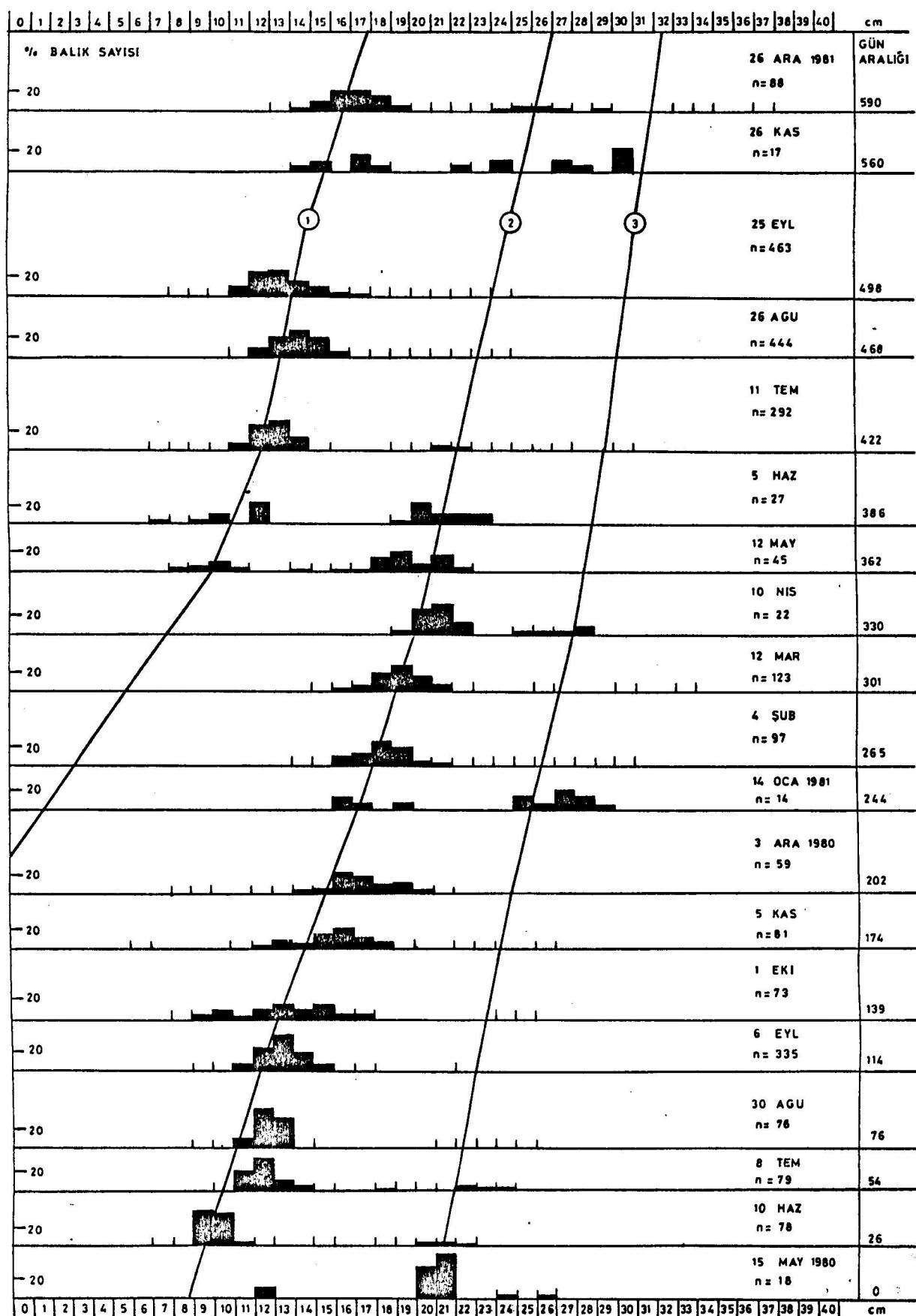
Bilgisayara yüklenen bu değerler kullanılarak elde edilen pozitif A/B-1 değerleri tablo 3'te seçilen ve eğrinin geçmesi beklenen A/B-1 değerleriyle bunlara ait uzunluk ve gün aralıkları çizilmiştir. Her eğri ve seçilen değer seti için hesaplanan durağanlar tablo 4'te toplanmış ve bulunan uzunluk değerleri şekil 1'deki poligona yerleştirilmiştir.

### 3.3.3. ÖRNEK ÇÖZÜM II (Saurida undosquamis)

Yukarıda belirtilen işlemler yılda iki kez yumurta bırakan (BİNGEL, 1981) ve yerel olarak iskarmoz diye adlandırılan Hint okyanusu kökenli Saurida undosquamis'in boy dağılımı frekans değerleri için uygulanmış ve tablo 5'deki durağanlar bulunmuştur. Bu durağanların kullanılmasıyla poligona yerleştirilen büyümeye eğrilerini şekil 2 göstermektedir.

Tab. 1: Dil Balığının (*Solea solea*) Boy Dağılımı Frekans Değerleri-Göksu Deltası, Mayıs 1980-Aralık 1981  
 (BİNGEL'den 1981-1983)

1 (cm)	MAY 1980	HAZ	TEM	AĞU	EYL	EKİ	KAS	ARA 1980	OCA 1981	ŞUB	MAR	NİS	MAY	HAZ	TEM	AĞU	EYL	EKİ	KAS	ARA 1981
6																				
7		2												1	2					
8		3					2							2		1			1	
9		27			2	1	3							3	1	1			3	
10		26	2		6		8							5	3	1			6	
11		4	18	9	30	4	1							2		27	3	47		
12	2	3	28	36	87	10	4	1						6	77	47	117			
13			10	23	122	13	8								91	104	118			1
14			4	1	62	10	7	2							40	128	76			3
15		1	1	1	24	11	13	4			1	2	2			4	96	54		
16						5	18	14		2	12	5				30	17			18
17						1	5	11	11	1	14	9				6	10			18
18		1	2					8	6	24	31			1		2	1	1		4
19								1	7	1	20	33	1	9		1				2
20	6	4	1						3		7	25	6	4		6	8	1		2
21	8	4	2	1							4	10	7	8		3	16	1		2
22	3	5			2		1	2			2	4	3	2		3	13	11		1
23		3	1				2									3	3	11	5	1
24	1		3	1		1	2	1			1	2				1	5			2
25			1			1		1	2	2		1	1							3
26	1							4	1	1	2		1	1						4
27									2	3	3		1							2
28									1	2	1		2							2
29										1	1									1
30												1								1
31													1							1
32													2							1
33														1						1
34																				1
35																				
36																				
37																				
38																				



Şekil 1: Dil balığının (*Solea solea*) boy dağılımı poligonu ve sezonal salınımlı büyümeye eğrileri (Poligonun frekans değerleri Tab. 1'den alınmıştır).

Tab., 2: Dil balığı boy dağılımı frekans verilerinin pozitif A/B-1 değerleri (Tab., 1'den hesaplanmıştır. Tarihlerin altındaki sayılar gün aralığıdır).

cm	A/B-1	cm	A/B-1	cm	A/B-1	cm	A/B-1	cm	A/B-1	cm	A/B-1	cm	A/B-1
15.5.1980 0		10.6.1980 26		8.7.1980 54		30.7.1980		6.9.1980 114		1.10 .1980		5.11.1980 174	
9	1.18		11	0.55			12	0.42			6	4.0	
10	1.06		12	1.26			13	0.88			13	0.21	
15	4.0		18	2.33			14	0.05			15	0.21	
20	0.67		22	0.79							16	0.58	
21	0.82		23	0.15							17	0.08	
											18	0.05	
											23	1.0	
											24	0.11	
3.12.1980		14.1.1981		4.2.1981 265		12.3.1981 301		10.4.1981 330		12.5.1981 362		5.6.1981	
				16	0.13	18	0.50	20	0.76	9	0.25		
				18	0.56	19	0.53	21	0.06	10	1.08		
				19	0.45	20	0.21	25	0.67	14	1.5		
				25	0.25	26.	4.0			18	0.59		
				26	0.11	30	4.0			19	0.55		
				27	0.67					21	0.74		
11.7.1981 422		26.8.1981 468		25.9.1981 498		26.11.1981 560		26.12.1981 590					
7	1.5	13	0.38	12	0.61	14	0.67	16	0.45				
12	0.63	14	0.58	13	0.43	15	0.67	17	0.43				
13	0.90	15	0.32	20	1.0	17	1.5	18	0.25				
20	0.03	22	0.90	23	1.5	18	0.25	21	0.11				
21	0.90	23	0.96			22	0.67	25	0.25				
22	0.59					24	2.33	26	0.82				
26	0.67					27	2.33	29	1.5				
27	1.5							32	1.5				
								34	1.5				

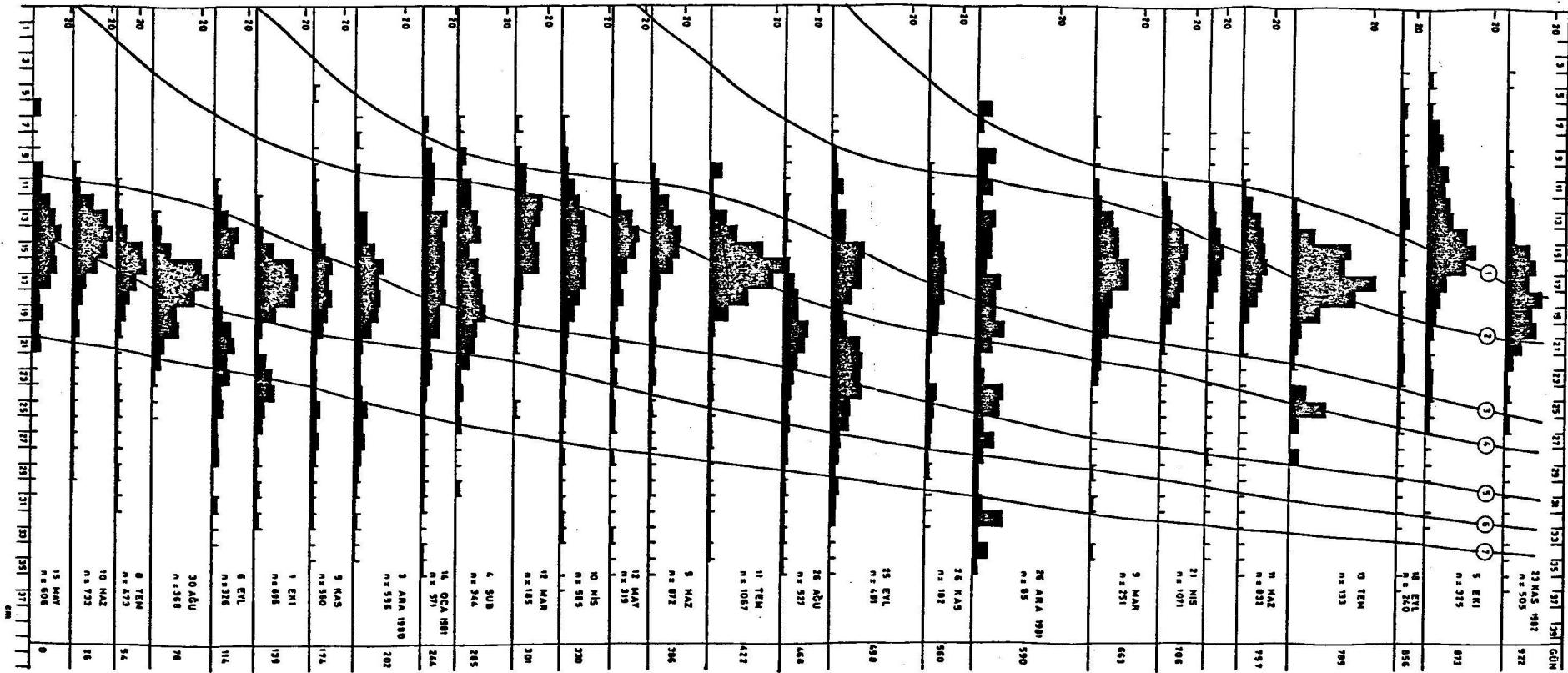
Tab., 3: Dil balığı Solea solea için Tab 2'den seçilen A/B-1 Değerleri  
ve bunlara denk düşen balık uzunlukları

Şekil 1'deki eğri numarası									
cm	I A/B-1	II		III			cm	A/B-1	gün
		cm	gün	cm	gün	cm			
10	1.08	302	9	1.18	26	21	0.82	26	
13	0.90	422	12	1.26	54	22	0.79	54	
14	0.58	468	13	0.88	114	23	1.0	174	
15	0.67	560	15	0.14	174	25	0.25	265	
16	0.45	590	18	0.56	265	26	4.0	301	
			19	0.53	301	27	1.5	422	
			21	1.06	330	34	1.5	590	
			21	0.90	422				
			22	0.90	468				
			23	1.5	498				
			24	2.33	560				
			26	0.82	590				

Tab., 4: Dil balığının (Solea solea) boy dağılımı frekans değerleri  
ve PAULY (1979) ilişkisinden yararlanılarak hesaplanan v. BERTALANFFY  
boyca büyümeye fonksiyonunun durağanları ( $L_{\infty}$ , K,  $t_0$ )

DURAĞAN	Şekil 1'deki eğri numarası		
	I	II	III
$L_{\text{INF}} (L_{\infty})$	43	43	43
K (K)	0.00124	0.00124	0.00124
TZ	178	-168	-503
TP	315	-120	-442
G	2.3	1.0	2.5
$TZ_{\text{PAULY}} (t_0)$	-0.001054	-0.001054	-0.001054

Tab., 5: Saurida undosquamis'in (Yerel-İskarmoz) boy dağılımı frekans değerleri ve PAULY (1979) ilişkisinden yararlanılarak hesaplanan v. BERTALANFFY boyca büyümeye fonksiyonu durağanları ( $L_{\infty}$ ,  $K$ ,  $t_0$ )



Şekil 2: Saurida undosquamis'in (YEREL İSKARMOZ'UN) boy dağılımı poligonu ve sezonal salınımlı büyümeye eğrileri.

## 4. YARARLANILAN KAYNAKLAR

BERTALANFFY., L. von., 1934: Untersuchungen über die Gesetzlichkeit  
des Wachstums. I.Teil. Allgemeine Grundlagen der Theorie;  
mathematische und physiologische Gesetzmäßigkeiten des  
Wachstums bei Wassertieren. Roux'Archiv f. Entwicklungsmech;  
131: 613-652

BEVERTON, R.J.H., HOLT, S.J., 1957: On the dynamics of exploited  
fish populations. Fishery Invest., Lond., Series 2(19):  
533 p

BİNGEL, F., 1981: Erdemli-İÇEL bölgesi balıkçılığı geliştirme pro-  
jesi kesin raporu. ODTÜ, DAE proje kod no 80.07.00.10;  
154 p

BİNGEL, F., 1983: Doğu Akdeniz'de kıyı balıkçılığı av alanlarında  
kantitatif balıkçılık... projesi veri raporu ODTÜ, DBE,  
proje kod no 81.07.00.11., 168 p

BRODY, S., 1927: Growth rates. Univ. Missouri Agric. Exp. Sta.  
Bull. 97

CLOERN, J.E., NICHOLS,F,H., 1978: A von Bertalanffy growth model  
with a seasonally varying coefficient J.Fish. Res. Board  
of Canada, 35: 1479-1482

GASCHÜTZ,G., PAULY,D., DAVID,N., 1980: A versatile BASIC program  
for fitting weight and seasonally oscillating length  
growth data. ICES, CM. 1980/D: 6: 23 p

LOCKWOOD, S.J., The use of the von Bertalanffy growth equation  
to describe the seasonal growth of fish. J. Cons. Int.  
Explor. Mer. 35 (2): 175-179

ÖZSOY, E., (Kişisel iletişim) ODTÜ, Deniz Bilimleri Enstitüsü  
P.K. 28 Erdemli-İÇEL

PAULY, D., 1979: Gill size and temperature as governing factors in  
fish growth: A generalization of von Bertalanffy's growth  
formula. Berichte Inst. f. Meereskunde (Kiel) 63: 156 pp

PAULY, D., 1980: A selection of simple methods for the assessment  
of tropical fish stocks. FAO Fish. Circ., 729: 54 p

PAULY, D., GASCHÜTZ, G., 1979: A simple method for fitting oscillating  
length growth data, with a program for pocket calculators.  
ICES,C.M 1979/G: 24:1-26

PAULY, D., DAVID, N., 1980: An objective method for determining fish  
growth from length-frequency data. ICLARM Newsletter  
3(3): 13-15

PITCHER, T, J., McDONALD, P.D.M., 1973: Two models for seasonal  
growth in fishes. J. appl. Ecology 10 (2): 599-606

RICKER, W.E., 1975: Computation and interpretation of biological  
statistics of fish populations. Fish. Res. Board of  
Canada 191: 382 p

ROHDE, J., 1982: Wachstumsuntersuchungen an Nordsee-fischen. Dipl.  
Arb., Mat. Nat. Wiss. Fak., Univ. Kiel, 133p

URSIN, E., 1963a: On the incorporation of temperature in the von  
Bertalanffy growth equation. Medd. Danm. Fiskeri-og  
Havunders. N.S. 4(1): 1 -16

URSIN, E., 1963 b: On the seasonal variation of growth rate and  
growth parameters in Norway Pout (Gadus esmarkii) in  
the Skagerrak. Medd. Danm. Fiskeri-og Havunders. N.S.  
4(2): 17-29

## EK 1

```

5 REM ENTERDATA
10 DIM A(200):DIM B(200)
15 FOR I=1 TO 200
20 LET A(I)=0
25 LET B(I)=0
30 NEXT I
35 INPUT "ENTER FILENAME FOR LENGTH",AS
40 INPUT "ENTER FILENAME FOR FREQUENCY",BS
45 PRINT "DO NOT FORGET ENTER 0,0 TO STOP"
50 LET ITER=0
55 PRINT "LENGTH", "FREQUENCY"
60 FOR N=1 TO 500
65 INPUT "LENGTH", E
70 INPUT "FREQUENCY", F
75 IF E=0 AND F=0 THEN GO TO 105
80 PRINT E, F
85 LET A(N)=E
90 LET B(N)=F
95 LET ITER=ITER+1
100 NEXT N
105 PRINT "DO YOU WISH TO CONTROL DATA ?"
110 INPUT "(Y/N)", CS
115 IF CS="Y" THEN GO TO 135
120 SAVE AS DATA A()
125 SAVE BS DATA B()
130 GO TO 180
135 FOR I=1 TO ITER
140 PRINT A(I),B(I)
145 NEXT I
150 PRINT "ENTER STEP X AND NEW DATA"
155 INPUT I: INPUT A(I): INPUT B(I)
160 FOR I=1 TO ITER
165 PRINT A(I),B(I)
170 NEXT I
175 GO TO 105
180 PRINT "DO YOU WISH TO ENTER NEW DATA ?"
185 INPUT "(Y/N)", CS
190 IF CS="Y" THEN GO TO 15
195 STOP

```

NOT: Burada BASIC dilinin bir şivesi kullanılmıştır. Onun için kullanacağınız bilgisayar bu dili anlamayabilir. Bu nedenle de kendi makinenizin BASIC şivesine çevrilmesi gerekebilir. Bunun için "LIEN, D.A., 1978: The BASIC HANDBOOK. Compusoft Publishing San Diego, USA., 360p"ı kullanmanız önerilir.

NOT: DATA'nın başlangıcı ile sonuna sıfır gir.

EK 2

II

```
200 REM READING DATA
205 DIM B(200)
210 DIM C(200)
215 INPUT "ENTER FILENAME LENGTH",A$
220 INPUT "ENTER FILENAME FREQUENCY",B$
225 LOAD A$ DATA B()
230 LOAD B$ DATA C()
235 FOR N=1 TO 200
240 PRINT B(N),C(N)
245 NEXT N
250 PRINT "DO YOU WISH TO CONTROL NEW DATA ?"
255 INPUT "(Y/N)",C$
260 IF C$="Y" THEN GO TO 205
265 STOP
```

```
270 REM CALCULATION OF BERTALANFFY GROWTH PARAMETERS
275 REM SUB PGM 1;K,L INF,TZ,TZ PAULY
280 REM SUB PGM 2;K,L INF,AF,TP,TZ,TZ PAULY
285 REM ARRAYS
290 DIM A(200)
295 DIM B(200)
300 DIM C(200)
305 DIM D(200)
310 DIM E(200)
315 DIM F(200)
320 DIM G(200)
325 DIM H(200)
330 DIM X(25,26)
335 DIM W(25,26)
340 DIM Z(25,26)
345 DIM T(25,26)
350 DIM O(25,26)
355 REM INITIALIZE TO ZERO
360 FOR I=1 TO 200
365 LET A(I)=0
370 LET B(I)=0
375 LET C(I)=0
380 LET D(I)=0
385 LET E(I)=0
390 LET F(I)=0
395 LET G(I)=0
400 LET H(I)=0
405 NEXT I
410 FOR I=1 TO 25
415 FOR J=1 TO 26
420 LET X(I,J)=0
425 LET W(I,J)=0
430 LET Z(I,J)=0
435 LET T(I,J)=0
440 LET O(I,J)=0
445 NEXT J
450 NEXT I
455 REM N DESCRIBES # OF LOOP
460 LET N=100
465 PRINT "ENTER STARTING TIME OF TRIP"
470 INPUT "WHICH YEAR?",SY
475 INPUT "WHICH MONTH?",SM
480 INPUT "WHICH DAY?",SD
485 PRINT "PLEASE CHECK"
490 PRINT AT 7,1;SD
495 PRINT AT 7,5;"/"
500 PRINT AT 7,7;SM
```

```

505 PRINT AT 7,10;""
510 PRINT AT 7,13;SY
515 INPUT "CORRECT (Y/N) ?",AS
520 IF AS="N" THEN GO TO 465
525 REM INITIALIZE # OF DAYS FOR EACH MONTH
530 LET G(1)=31
535 LET G(2)=28
540 LET G(3)=31
545 LET G(4)=30
550 LET G(5)=31
555 LET G(6)=30
560 LET G(7)=31
565 LET G(8)=31
570 LET G(9)=30
575 LET G(10)=31
580 LET G(11)=30
585 LET G(12)=31
590 REM ENTER FILENAMES AND DATE
595 FOR M=1 TO N
600 INPUT "ENTER FILENAME OF LENGTH",AS
605 INPUT "ENTER FILENAME OF FREQUENCY",BS
610 PRINT "ENTER THE TRIP DATE"
615 INPUT "WHICH YEAR?",AY
620 INPUT "WHICH MONTH?",AM
625 INPUT "WHICH DAY?",AD
630 REM LOAD LENGTH AND FREQUENCY FILES
635 BEEP 1,1: CLS
640 PRINT "S T A R T T H E T A P E"
645 LOAD AS DATA A()
650 LOAD BS DATA B(): CLS
655 PRINT "S T O P T H E T A P E"
660 REM REGENERATE ARRAY C AND D
665 BEEP 1,1: IF A(1) <=2 THEN GO TO 720
670 IF A(1) >=3 THEN GO TO 675
675 LET C(1)=A(1)-1
680 LET D(1)=0: LET C(1)=1
685 LET C(2)=2: LET D(2)=0
690 FOR I=1 TO 199
695 LET C(I+1)=A(I)
700 LET D(I+1)=B(I): NEXT I
705 FOR I=1 TO 200
710 IF C(I)=0 THEN GO TO 735
715 NEXT I: GO TO 735
720 LET ZA=B(2)+B(3)+B(4)/5
725 LET ZB=B(3)+B(4)+B(5)/5
730 LET E(1)=ZA: LET E(2)=ZB: GO TO 675
735 CLS: LET MAX=I
740 LET TM=0: LET TX=1

```

```
745 FOR J=1 TO 26
750 FOR I=1 TO 25
755 IF C(TX)=∅ THEN GO TO 790
760 LET TX=TX+1
765 NEXT I
770 LET TM=J#26
775 IF TM > MAX THEN GO TO 790
780 CLS
785 NEXT J
790 REM CALCULATION OF AVERAGES
795 FOR I=1 TO MAX-4
800 LET AA=D(I)
805 LET BB=D(I+1)
810 LET CC=D(I+2)
815 LET DD=D(I+3)
820 LET EE=D(I+4)
825 LET AVE=(AA+BB+CC+DD+EE)/5.
830 LET E(I)=AVE
835 NEXT I
840 LET TM=∅
845 CLS: LET TX=1
850 FOR J=1 TO 26
855 FOR I=1 TO 25
860 IF E(TX)=∅ THEN GO TO 890
865 LET TX=TX+1
870 NEXT I
875 LET TM=J#26
880 IF TM > MAX THEN GO TO 890
885 CLS: NEXT J
890 REM CALCULATION OF A/B-1:CLS
895 FOR I=1 TO MAX-4
900 IF E(I)=∅ THEN LET F(I)=∅
905 IF E(I)=∅ THEN GO TO 915
910 LET F(I)=(D(I+2)/E(I))-1.
915 NEXT I: CLS
920 LET TM =∅: LET TX=1
925 FOR J=1 TO 26
930 FOR I=1 TO 25
935 IF F(TX)=∅ THEN GO TO 970
940 LET TX=TX+1
945 NEXT I
950 LET TM=J#26
955 IF TM > MAX THEN GO TO 970
960 CLS
965 NEXT J
970 REM STORE F(I) INTO Z(M,N)
975 LET N=∅: CLS
980 FOR I=1 TO MAX-4
```

## VI

```
985 IF F(I) > Ø THEN LET N=N+1
990 IF F(I) > Ø THEN LET Z(M,N)=F(I)
995 IF F(I) > Ø THEN LET X(M,N)=C(I+2)
1000 NEXT I
1005 IF M=1 THEN GO TO 1185
1010 IF SY-AY < > Ø THEN GO TO 1070
1015 LET F1=G(SM)-SD
1020 LET FL=AD
1025 LET FD=AM-SM-1
1030 IF FD=Ø THEN GO TO 1050
1035 FOR I=1 TO FD
1040 LET A(I)=G(SM+I)
1045 NEXT I
1050 LET SUM=Ø
1055 FOR I=1 TO FD
1060 LET SUM=SUM+A(I)
1065 NEXT I
1070 IF SY-AY=Ø THEN GO TO 1150
1075 LET F1=G(SM)-SD
1080 LET FL=AD
1085 LET FMS=12-SM
1090 LET SUM1=Ø
1095 IF FMS=Ø THEN GO TO 1115
1100 FOR I=1 TO FMS
1105 LET SUM1=SUM1+G(I+SM-2)
1110 NEXT I
1115 LET FM=AM-1
1120 LET SUM2=Ø
1125 IF FMS=Ø THEN GO TO 1145
1130 FOR I=1 TO FM
1135 LET SUM2=SUM2+G(I)
1140 NEXT I
1145 LET SUM=SUM1+SUM2
1150 LET GSUM=SUM+F1+FL
1155 IF AY-SY=2 THEN LET GSUM=GSUM+365
1160 IF AY-SY=3 THEN LET GSUM=GSUM+365*2
1165 IF AY-SY=4 THEN LET GSUM=GSUM+365*3
1170 IF AY-SY=5 THEN LET GSUM=GSUM+365*4
1175 IF AY-SY=6 THEN LET GSUM=GSUM+365*5
1180 IF AY-SY=7 THEN LET GSUM=GSUM+365*6
1185 IF M=1 THEN LET GSUM=Ø
1190 LET Z(M,26)=GSUM
1195 CLS
1200 PRINT "P L E A S E W R I T E"
1205 PRINT "FILENAME OF LENGTH",A$,
1210 PRINT "FILENAME OF FREQUENCY",B$,
1215 PRINT "YEAR:",AY
1220 PRINT "MONTH:",AM
1225 PRINT "DAY:",AD
```

## VII

```

1230 LET TM=Ø : LET X1=0
1235 LET TX=1
1240 INPUT "ANSWER", CS: CLS
1245 PRINT "DAY DIFFERFNC:", Z(M,26)
1250 FOR J=1 TO 26
1255 PRINT AT 3,1; "SEQ X"
1260 PRINT AT 3,10; "LENGTH"
1265 PRINT AT 3,20; "A/B-1"
1270 FOR I=1 TO 25 -- LET X1=X1+1
1275 IF Z(M,TX)=Ø THEN GO TO 1330
1280 PRINT AT I+3,1; TX
1285 PRINT AT I+3,10; X(M,TX)
1290 PRINT AT I+3,20; Z(M,TX) IF X1=18 THEN INPUT CONT,CLS: LET X1=0:
1295 LET TX=TX+1 PRINT AT 3,1; "SEQ X": PRINT AT 3,10; "LENGTH":
1300 NEXT I PRINT AT 3,20; "A/B-1"
1305 LET TM=J*26
1310 IF TM > MAX THEN GO TO 1330
1315 INPUT "ANSWER", CS
1320 CLS
1325 NEXT J
1330 INPUT "DO YOU WISH TO CONTINUE (Y/N)", CS: CLS
1335 IF CS="N" THEN GO TO 1345
1340 NEXT M
1345 CLS
1350 FOR K=1 TO 30
1355 PRINT "ENTER LENGTH AND DAY DIFFERENCE"
1360 PRINT "AT THE END OF DATA ENTER (Ø,Ø)"
1365 LET P=Ø
1370 LET TOT1=Ø
1375 FOR I=1 TO 26
1380 IF I < 20 THEN LET J=I
1385 IF I = 20 THEN CLS: LET J=1
1390 IF I > 20 THEN LET J=J+1
1395 INPUT H(I),T(K,I)
1400 LET TOT1=TOT1+H(I)
1405 LET Q=TOT1
1410 PRINT AT J+1,1;H(I): PRINT AT J+1,12;T(K,I):
PRINT AT J+1,25;Q
1415 LET P=P+1
1420 IF H(I)=Ø AND T(K,I)=Ø THEN GO TO 1430
1425 NEXT I
1430 FOR I=1 TO P
1435 LET W(K,I)=H(I)
1440 NEXT I
1445 PRINT "DO YOU WISH TO ENTER"
1450 PRINT "A NEW DATA SET ?"
1455 INPUT "ANSWER (Y/N)", CS
1460 IF CS="N" THEN GO TO 1470

```

VIII

```
1465 NEXT K
1470 CLS
1475 FOR M=1 TO 30
1480 PRINT "O K E Y"
1485 PRINT AT 3,1; "CURVE X IS"
1490 PRINT AT 3,15;M
1495 PRINT "DO YOU WISH TO USE"
1500 PRINT "SHORT S OR LONG L PGM ?"
1505 INPUT "ENTER (S/L)",C$ 
1510 IF C$="L" THEN GO    SUB 1530
1515 IF C$="S" THEN GO    SUB 1845
1520 NEXT M
1525 STOP
```

## IX

```

1530 REM SUB 1
1535 CLS
1540 PRINT "ENTER RANGE OF AF (AL,AR)"
1545 PRINT "AND STEP SIZE S1"
1550 INPUT AL: PRINT AT 3,1;AL: INPUT AR: PRINT AT 3,10
1550 ;AR: INPUT S1: PRINT AT 3,20;S1
1555 PRINT "ENTER RANGE OF TP (TPL,TPR)"
1560 PRINT "AND STEP SIZE S2"
1565 INPUT TPL: PRINT AT 7,1;TPL: INPUT TPR: PRINT AT
1565 7,10;TPR: INPUT S2: PRINT AT 7,20;S2
1570 PRINT "ENTER RANGE OF L INF (LL,LR)"
1575 PRINT "AND STEP SIZE S3"
1580 INPUT LL: PRINT AT 11,1;LL: INPUT LR: PRINT AT
1580 11,10;LR: INPUT S3: PRINT AT 11,20;S3
1585 PRINT "ENTER RANGE OF K (KL,KR)"
1590 PRINT " AND STEP SIZE S4"
1595 INPUT KL: PRINT AT 15,1;KL: INPUT KR: PRINT AT
1595 15,10;KR: INPUT S4: PRINT AT 15,20;S4
1600 PRINT "ENTER RANGE OF TZ (TZL,TZR)"
1605 PRINT "AND STEP SIZE S5"
1610 INPUT TZL:PRINT AT 19,1;TZL: INPUT TZR: PRINT AT
1610 19,10;TZR: INPUT S5: PRINT AT 19,20;S5
1615 PRINT "W A I T"
1620 FOR Y=AL TO AR STEP S1 FOR R=TZL TO TZR STEP S5
1625 FOR V=TPL TO TPR STEP S2
1630 FOR U=LL TO LR STEP S3 FOR Y = AL TO AR STEP S1
1635 FOR P=KL TO KR STEP S4 FOR U = LL TO LR STEP S3
1640 FOR R=TZL TO TZR STEP S5 FOR P = KL TO KR STEP S4
1645 LET T=0: FOR J=1 TO 26
1650 IF W(M,J)=0 THEN GO TO 1675
1655 LET TTT=U*(1.-EXP(-P*(T(M,J)-R)))
1660 LET TTT=TTT+Y*EXP(-(1/365)*(T(M,J)-R))
1660 *SIN((2*PI)/365.*T(M,J)-V))
1665 LET T=T+TTT
1670 NEXT J
1675 LET CA=T/Q: CLS: PRINT AT 1,1;Q: PRINT AT 1,8;T:
1675 PRINT AT 1,20;CA
1680 IF CA > 0.99 AND CA < 1.01 THEN GO TO 1825
1685 GO TO 1765
1690 PRINT "OKEY OKEY": BEEP 2,8: BEEP 1,1
1695 PRINT "AF:",Y
1700 PRINT "TP:",V
1705 PRINT "L INF:",U
1710 PRINT "K:",P
1715 PRINT "TZ:",R
1720 PRINT "TZ PAULY:",TZ PAULY
1725 FOR J=1 TO 26
1730 IF W(M,J)=0 THEN GO TO 1755

```

## X

1735 LET LTT=U\*(1.-EXP(-P\*(T(M,J)-R)))  
1740 LET LTT=LTT+Y\*EXP(-(1/365)\*(T(M,J)-R))  
\*SIN((2\*PI)/365\*(T(M,J)-V))  
1745 PRINT LTT,T(M,J)  
1750 NEXT J  
1755 BEEP 2,8: BEEP 1,1  
1760 GO TO 1795  
1765 NEXT R NEXT P  
1770 NEXT P NEXT U  
1775 NEXT U NEXT Y  
1780 NEXT V  
1785 NEXT Y NEXT R  
1790 PRINT "UNSUCCESSFUL": BEEP 1,10: GO TO 1795  
1795 PRINT "DO YOU WISH TO CONTINUE ?"  
1800 INPUT "ANSWER (Y/N)",D\$  
1805 IF D\$="Y" THEN: CLS: GO TO 2060  
1810 IF D\$="N" THEN: CLS: GO TO 1350  
1815 REM CALCULATION OF TZ FROM  
1820 REM PAULY'S EMP. RELATION  
1825 LET TZ PAU=-0.3922-0.2752\*(LN(U)/LN(10))  
-1.038\*(LN(P\*365))/(LN(10))  
1830 LET TZ PAU=-10 ± TZ PAU  
1835 LET TZ PAULY=TZ PAU/365.: GO TO 1690  
1840 RETURN

## XI

```

1845 REM SUB 2
1850 CLS
1855 PRINT "ENTER RANGE OF K (KL,KR)"
1860 PRINT "AND STEP SIZE S1"
1865 INPUT KL: PRINT AT 3,1;KL: INPUT KR: PRINT AT
3,10;KR: INPUT S1: PRINT AT 3,20;S1
1870 PRINT "ENTER RANGE OF L INF (LL,LR)"
1875 PRINT "AND STEP SIZE S2"
1880 INPUT LL: PRINT AT 7,1;LL: INPUT LR: PRINT AT
7,10;LR: INPUT S2: PRINT AT 7,20;S2
1885 PRINT "ENTER RANGE OF TZ (TZL,TZR)"
1890 PRINT "AND STEP SIZE S3"
1895 INPUT TZL: PRINT AT 11,1;TZL: INPUT TZR: PRINT AT
11,10;TZR: INPUT S3: PRINT AT 11,20;S3
1900 PRINT "W A I T"
1905 FOR U=KL TO KR STEP S1   FOR Y=TZL TO TZR STEP S3
1910 FOR V=LL TO LR STEP S2
1915 FOR W=TZL TO TZR STEP S3 FOR U=KL TO KR STEP S1
1920 LET T1=0
1925 FOR J=1 TO 26
1930 IF W(M,J)=0 THEN GO TO 1950
1935 LET LTT=V*(1-EXP(-U*(T(M,J)-Y)))
1940 LET T1=T1+LT
1945 NEXT J
1950 LET CA=T1/Q: CLS: PRINT AT 1,1;Q: PRINT AT
1,8;T1: PRINT AT 1,20;CA
1955 IF CA > 0.99 AND CA < 1.01 THEN GO TO 2095
1960 GO TO 2020
1965 PRINT "OKEY OKEY": BEEP 2,8: BEEP 1,1
1970 PRINT "K:",U
1975 PRINT "L INF:",V
1980 PRINT "TZ:",Y
1985 PRINT "TZ PAULY:",TZ PAULY
1990 FOR J=1 TO 26
1995 IF W(M,J)=0 THEN GO TO 2040
2000 LET LT=V*(1-EXP(-U*(T(M,J)-Y)))
2005 PRINT LT,T(M,J)
2010 NEXT J
2015 BEEP 2,8: BEEP 1,1: GO TO 2040
2020 NEXT X NEXT U
2025 NEXT V
2030 NEXT U NEXT Y
2035 PRINT "UNSUCCESSFUL": BEEP 1,0: GO TO 2040
2040 PRINT "DO YOU WISH TO CONTINUE ?"
2045 INPUT "ANSWER (Y/N)",D$  

2050 IF D$="Y" THEN: CLS: GO TO 2055
2055 IF D$="N" THEN: CLS: GO TO 1345
2060 PRINT "DO YOU WISH TO USE"

```

1952 PRINT "K", U  
"LINE", V  
"TZ", Y

XII

```
2065 PRINT "SHORT S OR LONG L PGM ?"
2070 INPUT "ANSWER (S/L)", DS
2075 IF DS="S" THEN: CLS: GO TO 1850
2080 IF DS="L" THEN: CLS: GO TO 1535
2085 REM CALCULATION OF TZ FROM
2090 REM PAULY'S EMP. RELATION
2095 LET TZ PA = -0.3922 - 0.2752x(LN(V)/LN(10))
      - 1.038x(LN(Ux365))/(LN(10))
2100 LET TZ PA = -10 + TZ PA
2105 LET TZ PAULY = TZ PA/365.: GO TO 1965
2110 RETURN
```