

83040

HAZNE KAPASİTESİ HESAPLAMA YÖNTEMLERİ
VE
ÇORUH NEHRİ HAVZASINDA BİR UYGULAMA

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İnş. Müh. Faruk ÇELİK

83040

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 11 Ocak 1999

Tezin Savunulduğu Tarih : 4 Şubat 1999

Tez Danışmanı

: Prof. Dr. Atıl BULU 4/3/1999

Diğer Jüri Üyeleri

: Prof. Dr. Mehmetçik BAYAZIT

Doç. Dr. İsmail DURANYILDIZ

4.3.1999

TC. YÜKSEK ÖĞRETİM BAKANLIĞI
DOKÜMAN KONTROLÜ

Şubat 1999

ÖNSÖZ

Bu çalışmanın gerçekleşmesinde katkılarından dolayı Sayın Hocam Prof. Dr. Atıl BULU'ya teşekkürlerimi sunarım.

Faruk ÇELİK
İnşaat Mühendisi



İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
ÖNSÖZ	ii
SEMBOL LİSTESİ	iv
ŞEKİL LİSTESİ	v
TABLO LİSTESİ	vii
ÖZET	viii
SUMMARY	ix
BÖLÜM 1 GİRİŞ	1
1.1. Genel Tanıtım	1
1.2. Amaç	2
BÖLÜM 2. HAZNE KAPASİTESİ HESAP YÖNTEMLERİ	3
2.1. Rippl Yöntemi (Toplam Debi Çizgisi Yöntemi)	3
2.2. Minimum Akım Yöntemi	7
2.3. Ardışık Tepeler Yöntemi	8
2.4. Sentetik seriler	10
BÖLÜM 3. BİLGİSAYAR PROGRAMLARI	16
3.1. Minimum Akım Yöntemi için bilgisayar programı	16
3.2. Ardışık Tepeler Yöntemi için bilgisayar programı	18
3.3. Sentetik seriler üretmek için bilgisayar programı	20
BÖLÜM 4. ÇORUH NEHRİ ÜZERİNDE ARDIŞIK TEPELER YÖNTEMİ UYGULAMASI	32
4.1. Veriler	32
4.2. Sonuçlar	34
SONUÇLAR VE ÖNERİLER	85
KAYNAKLAR	86
ÖZGEÇMİŞ	87

SEMBOL LİSTESİ

$ARMA(p,q)$	: p, q parametreleri ile kurulan Otoregresif-Hareketli Ortalama modeli
$AIC(p,q)$	: Akaike Information Criteria değeri
$B(t)$	: Hazne kapasitesi hesabında kullanılan ara kapasite değerleri
$D(t)$	: "t" anındaki toplam verdi
k	: Aralık sayısı
K	: Hazne kapasitesi
P_I	: Tepe noktaları
Q	: Porte-Manteau Lack of Fit Test parametresi
$r_k(z)$	: z'lere karşı gelen otokorelasyon katsayıları
$r_k(\epsilon)$	: ϵ 'lar için hesaplanan otokorelasyon katsayıları
t_i	: T_i ve P_i noktalarına karşı gelen zamanlar
T_I	: Çukur noktaları
T, N	: Gözlem süresi
$V(t)$	: "t" anındaki toplam debi
$x(t)$	: Hazneye giren akımlar
$y(t)$	: Verdi değerleri
z_t, u_i	: Standart normal değişken
$Z(t)$	: Toplam debi ile toplam verdi arasındaki farklar
α	: Düzenleme oranı
χ^2	: Ki-kare değeri
ϵ_t	: Çalkantı değişkenleri
ϕ_j	: Otoregresif parametreler
θ_i	: MA modelinde parametreler
σ_y	: Varyans
σ_{ϵ}^2	: Çalkantı terimmleri varyansı
γ	: Çarpıklık katsayısı
ξ_i	: Normal dağılıma uyan (0,1) arasındaki rastgele sayılar dizisi

ŞEKİL LİSTESİ

	Sayfa No
Şekil 2.1 Rippl Yöntemi ile kapasite hesabı – Tam düzenleme hali	3
Şekil 2.2 Debilerden verdileri çıkararak çizilen toplam debi çizgisi ile kapasite hesabı	4
Şekil 2.3 Rippl Yöntemi ile kapasite hesabı – Kısmi düzenleme hali	5
Şekil 2.4 Minimum akım yöntemiyle kapasite hesabı	7
Şekil 2.5 Ardışık tepeler yöntemi	8
Şekil 4.1 2305 İstasyonunda Anderson Test Sonuçları Grafiği	39
Şekil 4.2 2315 İstasyonunda Anderson Test Sonuçları Grafiği	40
Şekil 4.3 2316 İstasyonunda Anderson Test Sonuçları Grafiği	41
Şekil 4.4 2320 İstasyonunda Anderson Test Sonuçları Grafiği	42
Şekil 4.5 2322 İstasyonunda Anderson Test Sonuçları Grafiği	43
Şekil 4.6 2305 no'lu istasyonda $\alpha=0.5$ için Kapasite-Aşılmama Yüzdesi Grafiği	47
Şekil 4.7 2305 no'lu istasyonda $\alpha=0.6$ için Kapasite-Aşılmama Yüzdesi Grafiği	48
Şekil 4.8 2305 no'lu istasyonda $\alpha=0.7$ için Kapasite-Aşılmama Yüzdesi Grafiği	49
Şekil 4.9 2305 no'lu istasyonda $\alpha=0.8$ için Kapasite-Aşılmama Yüzdesi Grafiği	50
Şekil 4.10 2305 no'lu istasyonda $\alpha=0.9$ için Kapasite-Aşılmama Yüzdesi Grafiği	51
Şekil 4.11 2305 no'lu istasyonda $\alpha=1.0$ için Kapasite-Aşılmama Yüzdesi Grafiği	52
Şekil 4.12 2315 no'lu istasyonda $\alpha=0.5$ için Kapasite-Aşılmama Yüzdesi Grafiği	55
Şekil 4.13 2315 no'lu istasyonda $\alpha=0.6$ için Kapasite-Aşılmama Yüzdesi Grafiği	56
Şekil 4.14 2315 no'lu istasyonda $\alpha=0.7$ için Kapasite-Aşılmama Yüzdesi Grafiği	57
Şekil 4.15 2315 no'lu istasyonda $\alpha=0.8$ için Kapasite-Aşılmama Yüzdesi Grafiği	58
Şekil 4.16 2315 no'lu istasyonda $\alpha=0.9$ için Kapasite-Aşılmama Yüzdesi Grafiği	59
Şekil 4.17 2315 no'lu istasyonda $\alpha=1.0$ için Kapasite-Aşılmama Yüzdesi Grafiği	60
Şekil 4.18 2316 no'lu istasyonda $\alpha=0.5$ için Kapasite-Aşılmama Yüzdesi Grafiği	63
Şekil 4.19 2316 no'lu istasyonda $\alpha=0.6$ için Kapasite-Aşılmama Yüzdesi Grafiği	64
Şekil 4.20 2316 no'lu istasyonda $\alpha=0.7$ için Kapasite-Aşılmama Yüzdesi Grafiği	65
Şekil 4.21 2305 no'lu istasyonda $\alpha=0.8$ için Kapasite-Aşılmama Yüzdesi Grafiği	66

Şekil 4.22	2316 no'lu istasyonda $\alpha=0.9$ için Kapasite-Aşılmama Yüzdesi Grafiği	67
Şekil 4.23	2316 no'lu istasyonda $\alpha=1.0$ için Kapasite-Aşılmama Yüzdesi Grafiği	68
Şekil 4.24	2320 no'lu istasyonda $\alpha=0.5$ için Kapasite-Aşılmama Yüzdesi Grafiği	71
Şekil 4.25	2320 no'lu istasyonda $\alpha=0.6$ için Kapasite-Aşılmama Yüzdesi Grafiği	72
Şekil 4.26	2320 no'lu istasyonda $\alpha=0.7$ için Kapasite-Aşılmama Yüzdesi Grafiği	73
Şekil 4.27	2320 no'lu istasyonda $\alpha=0.8$ için Kapasite-Aşılmama Yüzdesi Grafiği	74
Şekil 4.28	2320 no'lu istasyonda $\alpha=0.9$ için Kapasite-Aşılmama Yüzdesi Grafiği	75
Şekil 4.29	2320 no'lu istasyonda $\alpha=1.0$ için Kapasite-Aşılmama Yüzdesi Grafiği	76
Şekil 4.30	2322 no'lu istasyonda $\alpha=0.5$ için Kapasite-Aşılmama Yüzdesi Grafiği	79
Şekil 4.31	2322 no'lu istasyonda $\alpha=0.6$ için Kapasite-Aşılmama Yüzdesi Grafiği	80
Şekil 4.32	2322 no'lu istasyonda $\alpha=0.7$ için Kapasite-Aşılmama Yüzdesi Grafiği	81
Şekil 4.33	2322 no'lu istasyonda $\alpha=0.8$ için Kapasite-Aşılmama Yüzdesi Grafiği	82
Şekil 4.34	2322 no'lu istasyonda $\alpha=0.9$ için Kapasite-Aşılmama Yüzdesi Grafiği	83
Şekil 4.35	2322 no'lu istasyonda $\alpha=1.0$ için Kapasite-Aşılmama Yüzdesi Grafiği	84

TABLO LİSTESİ

	Sayfa No
Tablo 4.1 Seçilen beş istasyondaki ölçülmüş yıllık ortalama akım debileri	32
Tablo 4.2 İstasyonların drenaj alanları	33
Tablo 4.3 2305 İstasyonu için r_k 'lar	35
Tablo 4.4 2315 İstasyonu için r_k 'lar	35
Tablo 4.5 2316 İstasyonu için r_k 'lar	36
Tablo 4.6 2320 İstasyonu için r_k 'lar	36
Tablo 4.7 2322 İstasyonu için r_k 'lar	37
Tablo 4.8 Skewness Testi sonuçları	38
Tablo 4.9 Ki-kare Testi sonuçları	38
Tablo 4.10 Porte Manteau Lack Of Fit Testi sonuçları	38
Tablo 4.11 2305 İstasyonunda Anderson Testi sonuçları	39
Tablo 4.12 2315 İstasyonunda Anderson Testi sonuçları	40
Tablo 4.13 2316 İstasyonunda Anderson Testi sonuçları	41
Tablo 4.14 2320 İstasyonunda Anderson Testi sonuçları	42
Tablo 4.15 2322 İstasyonunda Anderson Testi sonuçları	43
Tablo 4.16 2305 İstasyonu için Akaike Information Criteria	44
Tablo 4.17 2315 İstasyonu için Akaike Information Criteria	44
Tablo 4.18 2316 İstasyonu için Akaike Information Criteria	44
Tablo 4.19 2320 İstasyonu için Akaike Information Criteria	44
Tablo 4.20 2322 İstasyonu için Akaike Information Criteria	44
Tablo 4.21 2305 İstasyonu için hazne kapasiteleri	45
Tablo 4.22 2315 İstasyonu için hazne kapasiteleri	53
Tablo 4.23 2316 İstasyonu için hazne kapasiteleri	61
Tablo 4.24 2320 İstasyonu için hazne kapasiteleri	69
Tablo 4.25 2322 İstasyonu için hazne kapasiteleri	77

ÖZET

Bu çalışmanın amacı biriktirme haznelerinin en önemli tasarım parametresi olan “Hazne Kapasitesi”nin hesap yöntemlerinin incelenmesi ve bir uygulamasıdır.

Öncelikle hazne kapasitesi hesap yöntemlerinin teorileri verilmiş ve bunlar için ayrı ayrı bilgisayar programları yapılmıştır. Uygulama için ise Çoruh Nehri seçilmiştir. Nehir üzerinde seçilen 5 istasyondan alınan günlük ölçümlerden hesaplanan yıllık ortalamalar ile çalışılmıştır. Her istasyon için bu yıllık veriler ışığında Zaman Serisi Modellemesi yapılmış ve modeller kurularak bu modeller ile 4000’er adet seri üretilmiştir. Her bir seri için de farklı düzenleme oranları için yukarıda bahsedilen programlar ile binlerce durum için hazne kapasitesi hesaplanmıştır.

Söz konusu 5 istasyon için de sonuçlar grafik olarak verilmiştir. Örneğin 2305 numaralı istasyon civarında yapılacak, tam düzenleme ile işletilecek bir hazne için %10 risk ile yaklaşık 3,8 milyar m³ hacminde bir hazne yapılmalıdır.



SUMMARY

Theory:

In this study, methods to determine “The Storage Capacity” which is the most important parameter of designing water storage reservoirs are studied. A computer program has been developed for each method. To get more sensitive results from these methods a modeling method “Time Series Modeling” was used to generate input series to these programs. And also a computer program is developed to choose an appropriate ARMA model. Finally an application of these methods and their programs were realized in the Coruh River, Turkey.

The storage capacity calculation methods given in this study are the well-known methods:

1. Mass Curve Method
2. Minimum Flow Method
3. Sequent Peak Method

Since 1883, Mass Curve Method appears to have been the first rational method for estimating the size of storage required to meet a given draft. The procedure below explains how method works.

- (i) For the proposed dam site a mass or cumulative curve is constructed from the historical or generated streamflows.
- (ii) The cumulative draft line for the reservoir, which is tangential to each hump of the mass inflow curve, is superimposed on the mass curve.
- (iii) The largest intercept between the mass inflow curve and cumulative draft line gives the storage capacity.

The Minimum Flow Method was proposed by Waitt (1945). From the historical or generated streamflow record, the lowest sub-sequences of flows of various durations are selected and plotted as flow volume vs. duration. The critical storage is given by maximum intercept between the draft line and the drought curve; the corresponding duration at this position is the critical period. The steps are:

- (i) From the historical sequence, the lowest flows for various durations, –these are usually taken at some convenient time interval, e.g. 12, 24, 36, 48, etc. consecutive months, are selected. Intermediate values could also be selected to allow for seasonal inflow variations.
- (ii) The graphic, which is mass inflows against corresponding durations, is plotted.
- (iii) The draft line such that it passes through the origin is superimposed.
- (iv) The largest intercept between the inflow curve and draft line gives the storage capacity.

Thomas (Thomas and Burden, 1963) proposed the Sequent Peak Algorithm as a method to circumvent the need to locate the correct starting storage as is required in the behaviour analysis procedure. In essence, the storage size calculated using the sequent peak procedure is equal to the range of the net cumulative inflow (inflow less draft) estimated for the historical record concatenated with itself.

The sequent peak procedure is described by Fiering (1967) as follows. Given an N year record of streamflow at the site of proposed dam and the desired draft, it is required to find a reservoir of minimum capacity such that the design draft can always be satisfied if the flows and drafts are repeated in a cyclic progression of cycles of N periods each. The solution requires only two cycles.

The steps for this method are:

- (i) Calculate B(i) by using the formula below:

$$B(0) = 0$$

$$B(t) = \begin{cases} y(t) - x(t) + B(t-1) & B(t) > 0 \\ 0 & B(t) \leq 0 \end{cases}$$

- (ii) Maximum of the $B(i)$ is the storage capacity.

Reservoirs are build to supplement future river flows, but nobody can forecast what these will be. It is unlikely that history will repeat itself, yet many procedures use only the historical record. To overcome this dilemma, it is often useful to generate synthetic streamflow data with the same statistical features as the historical flows and use them to determine the sensitivity of estimated variables (e.g. storage size) to the flow sequencing. The method called “Time Series Modeling”.

Synthetic series, which are generated by using time series modeling, will be the source of the storage capacity determination methods explained above. Thousands of synthetic series are generated, consequently thousands of storage capacities, to examine the critical values –especially maximums.

The procedure below shows what ARMA model is appropriate for the site:

- (i) Check whether the original annual time series is normal. Apply the chi-square goodness of fit test and skewness test of normality,
- (ii) Transform the non-normal annual time series into normal by using $y = \ln(x)$ or appropriate transformation,
- (iii) Calculate statistical parameters of the series and make the $z_t = y_t - \bar{y}$ transformation,
- (iv) Calculate $r_k(z)$ auto correlation parameters,

- (v) Calculate ϕ_j autoregressive parameters and σ_ε^2 white noise variance parameters for chosen probable models
- (vi) Determine ε_t residuals
- (vii) Test the hypothesis that residuals are independent series by using “Anderson Test” and “Porte-Manteau Lack of Fit Test”
- (viii) Determine the Akaike Information Criteria of possible models. Minimum of the AIC(p,q) gives the model
- (ix) Generation of series

Application:

The theory above has been applied in the Coruh River. The river is in the northeast of Turkey. There are forty one stations of the river. Five of these stations are chosen to propose a storage reservoir near each station. The primary criteria on choosing these stations is the data record length. According to this criteria the stations, which have maximum data record length, have been chosen.

Only the Sequent Peak Algorithm has been used in this application. And the results depends on the draft percentage.

Projects have been designed for 50 years. Consequently the generated series are 50 years long.

Results:

The example result table for station number 2305 is shown on the table below.

Table Reservoir Storage Capacities for station number 2305

ÇORUH 2305						
Non exceedance Probability	α					
	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1
	Storage Capacities (million m3)					
0,01	0,000	0,000	0,000	94,005	375,090	1544,846
0,02	0,000	0,000	0,000	130,521	404,990	1645,361
0,03	0,000	0,000	0,000	142,960	431,699	1714,512
0,04	0,000	0,000	0,000	157,724	453,372	1754,182
0,05	0,000	0,000	0,000	167,752	473,470	1799,610
0,06	0,000	0,000	0,000	178,248	486,084	1859,798
0,07	0,000	0,000	0,000	185,752	497,814	1895,395
0,08	0,000	0,000	0,000	195,496	510,628	1934,994
0,09	0,000	0,000	0,000	202,469	521,686	1968,483
0,10	0,000	0,000	0,000	208,714	533,723	1992,558
0,11	0,000	0,000	0,000	215,406	543,251	2021,454
0,12	0,000	0,000	0,000	222,719	551,017	2049,225
0,13	0,000	0,000	1,634	229,151	558,661	2079,016
0,14	0,000	0,000	7,040	234,625	566,973	2107,829
0,15	0,000	0,000	11,066	238,791	574,813	2126,652
0,16	0,000	0,000	15,510	244,217	584,890	2147,504
0,17	0,000	0,000	20,387	248,585	591,962	2168,869
0,18	0,000	0,000	24,620	254,884	600,377	2187,018
0,19	0,000	0,000	29,375	259,316	607,869	2204,022
0,20	0,000	0,000	33,849	265,174	615,277	2223,109
0,21	0,000	0,000	38,107	269,493	621,538	2243,009
0,22	0,000	0,000	43,093	274,046	628,547	2260,470
0,23	0,000	0,000	47,436	279,007	635,034	2283,188
0,24	0,000	0,000	52,317	283,836	640,847	2302,128
0,25	0,000	0,000	56,157	289,543	650,263	2319,613
0,26	0,000	0,000	60,092	294,890	656,636	2340,262
0,27	0,000	0,000	64,072	299,494	662,439	2354,023
0,28	0,000	0,000	69,515	306,049	668,918	2367,811
0,29	0,000	0,000	72,788	309,709	675,330	2384,842
0,30	0,000	0,000	76,888	313,789	681,378	2400,535
0,31	0,000	0,000	81,029	317,625	688,041	2418,324
0,32	0,000	0,000	83,780	321,970	692,722	2439,026
0,33	0,000	0,000	87,907	325,993	697,492	2456,359
0,34	0,000	0,000	92,403	329,575	705,539	2472,951
0,35	0,000	0,000	96,127	333,576	712,557	2486,856
0,36	0,000	0,000	100,104	337,472	717,971	2506,807
0,37	0,000	0,000	104,307	342,249	723,561	2522,093
0,38	0,000	0,000	108,449	347,065	728,722	2537,122
0,39	0,000	0,000	112,129	350,657	735,505	2555,997
0,40	0,000	0,000	116,024	356,201	745,596	2575,181
0,41	0,000	0,000	120,785	362,145	753,408	2586,369
0,42	0,000	0,000	125,405	366,525	759,893	2607,504
0,43	0,000	0,000	129,291	370,517	766,603	2627,678
0,44	0,000	0,000	132,874	374,284	773,431	2643,376
0,45	0,000	0,000	137,195	379,206	779,968	2659,120
0,46	0,000	0,000	141,530	383,544	785,700	2672,027
0,47	0,000	0,000	146,336	386,093	791,515	2689,894
0,48	0,000	0,000	150,287	391,587	799,650	2706,324
0,49	0,000	0,000	153,929	396,958	806,600	2725,384
0,50	0,000	0,000	157,228	402,098	815,058	2746,849

Table Reservoir Storage Capacities for station number 2305

ÇORUH 2305						
Non exceedance Probability	α					
	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1
	Storage Capacities (million m3)					
0,51	0,000	0,000	161,725	407,573	820,477	2766,704
0,52	0,000	0,000	165,179	411,888	825,112	2784,052
0,53	0,000	0,000	169,447	417,304	835,781	2806,134
0,54	0,000	0,000	173,655	421,462	842,257	2820,618
0,55	0,000	0,000	177,846	425,444	848,210	2838,931
0,56	0,000	0,000	182,766	429,870	854,074	2856,631
0,57	0,000	0,000	186,704	435,610	862,019	2879,283
0,58	0,000	0,000	192,330	440,239	869,699	2899,045
0,59	0,000	0,000	196,302	444,554	876,708	2916,040
0,60	0,000	0,000	200,575	448,163	884,544	2936,898
0,61	0,000	0,000	206,399	454,661	892,893	2956,365
0,62	0,000	0,000	210,490	459,526	900,683	2977,348
0,63	0,000	0,000	214,427	464,139	907,265	2996,013
0,64	0,000	0,000	220,408	470,544	917,541	3015,554
0,65	0,000	3,841	224,625	475,312	925,753	3040,542
0,66	0,000	8,343	229,105	481,312	935,541	3056,444
0,67	0,000	12,655	235,445	487,012	942,578	3077,267
0,68	0,000	17,163	240,253	491,925	954,035	3099,285
0,69	0,000	20,173	245,835	497,494	964,757	3125,646
0,70	0,000	26,439	251,126	503,353	973,167	3144,898
0,71	0,000	33,009	256,741	509,288	982,515	3167,709
0,72	0,000	38,405	262,055	514,053	992,549	3193,944
0,73	0,000	43,444	268,963	518,889	1002,220	3218,921
0,74	0,000	49,146	274,502	528,443	1013,791	3237,464
0,75	0,000	55,124	279,127	533,764	1025,206	3269,009
0,76	0,000	60,766	284,310	541,356	1035,563	3301,308
0,77	0,000	67,065	290,143	547,508	1046,584	3327,799
0,78	0,000	73,691	297,235	554,060	1059,835	3350,612
0,79	0,000	80,334	304,382	562,182	1071,131	3389,537
0,80	0,000	87,788	310,354	568,616	1084,460	3417,856
0,81	0,000	95,950	318,783	577,480	1096,740	3451,801
0,82	0,000	102,029	328,630	585,022	1110,707	3476,667
0,83	0,000	108,899	336,184	594,724	1124,937	3511,332
0,84	0,000	119,497	344,934	603,437	1142,600	3546,942
0,85	0,000	127,719	352,646	615,716	1164,249	3579,784
0,86	0,000	136,163	361,883	622,903	1179,023	3613,180
0,87	0,000	145,694	368,657	632,755	1193,745	3654,098
0,88	0,000	154,982	378,785	641,737	1212,606	3695,079
0,89	0,000	164,545	388,317	655,472	1234,849	3733,620
0,90	0,000	174,222	400,389	667,748	1266,116	3802,620
0,91	0,000	187,841	412,110	684,917	1290,806	3849,972
0,92	0,000	207,577	428,976	701,749	1324,011	3904,125
0,93	5,320	226,236	447,742	716,112	1357,983	3975,018
0,94	24,526	241,294	463,879	743,844	1392,256	4046,201
0,95	42,339	267,017	496,050	777,602	1446,496	4128,803
0,96	74,532	293,233	521,703	821,263	1511,539	4231,384
0,97	108,924	327,278	553,206	864,801	1582,571	4347,752
0,98	146,015	367,449	591,118	935,221	1671,732	4514,728
0,99	226,790	436,967	667,784	1036,621	1801,774	4752,053
1,00	686,657	714,382	1074,434	2112,840	2661,033	5983,190

BÖLÜM 1

GİRİŞ

1.1. Genel Tanıtım

Önemi giderek artan su kaynaklarının geliştirilmesi ve doğru kullanılması çalışmalarında biriktirme hazneleri önemli bir yer tutmaktadır. Topoğrafya, yeraltı suyu beslemesi olup olmaması ve yağış durumu gibi etkenler bir nehirdeki akışa etki eden temel unsurlardır. Gerek elektrik üretimi gerek kullanım için belli bir miktardaki debinin sağlanabilmesi için biriktirme hazneleri inşa edilmektedir. Bu şartın sağlanabilmesi için gerekli şartlar doğru hazne kapasitesi hesabı ve doğru hazne işletilmesidir. Bu tezde sadece hazne kapasitesi hesabı için çoğunlukla kullanılan yöntemler ayrıntılarıyla incelenmiştir.

İkinci bölümde hazne kapasitesi hesabında kullanılan ilk yöntem olan ve Su Mühendislerine ilk öğretilen Toplam Debi Çizgisi Yöntemi (Rippl,1883)'dan başlanılmıştır. Ardından Waitt(1945) tarafından geliştirilen Minimum Akım Yöntemi açıklanarak Toplam Debi Çizgisi Yöntemi'nin sayısal ifadesi olan Ardışık Tepeler Yöntemi (Thomas and Burden, 1963) son olarak işlenmiştir.

Üçüncü bölümde ise ikinci bölümde açıklanan yöntemlerin herbiri için bilgisayar program oluşturmak üzere akış diyagramları hazırlanmıştır.

Dördüncü bölümde Çoruh Nehri havzasındaki beş istasyonda yapılmış günlük ölçümlerden faydalanarak beş istasyon için ayrı ayrı Zaman Serisi Modelleri kurulmuştur. 50 yıllık proje ömrüne göre ve çeşitli düzenleme oranlarına göre 4000'er adet seriler üretilmiş ve hazne-frekans eğrileri çizilmiştir.

1.2. Amaç

Bir biriktirme haznesi projesinde hazne kapasitesinin hesabı tasarımdaki en önemli parametredir. Bu çalışmada hazne kapasitesi tayini için esas *“Rippl Yöntemi”* olan *“Ardışık Tepeler Yöntemi”* kullanılacaktır. Ardışık Tepeler Yöntemine veri olarak girilecek seri ise bir *Markov* modeli ile üretilmiş bir seri olacaktır. Bölgenin eski ölçüm değerlerinden faydalanılarak kurulan bu model ile eski ölçüm değerlerinin hidrolojik açıdan önemli parametrelerine yakın parametrelere sahip binlerce seri üretilcektir. Böylelikle binlerce seri ihtimali denenmiş ve bu ihtimallere karşı gelen hazne kapasiteleri göz önüne alınmış olacaktır. Bu binlerce serinin el ile hesap yapılarak üretilmesi çok uzun süreceği hatta imkansız olduğu için bilgisayar programları yazılmıştır. Programlar onlarca programlama dilinin olduğu günümüzde bilgisayar programı yapan insanların tek ortak dili olan *akış diyagramı* şeklinde verilmiştir. Sayısal sonuçların elde edilmesi için programlar BASIC diliyle hazırlanmıştır.

BÖLÜM 2

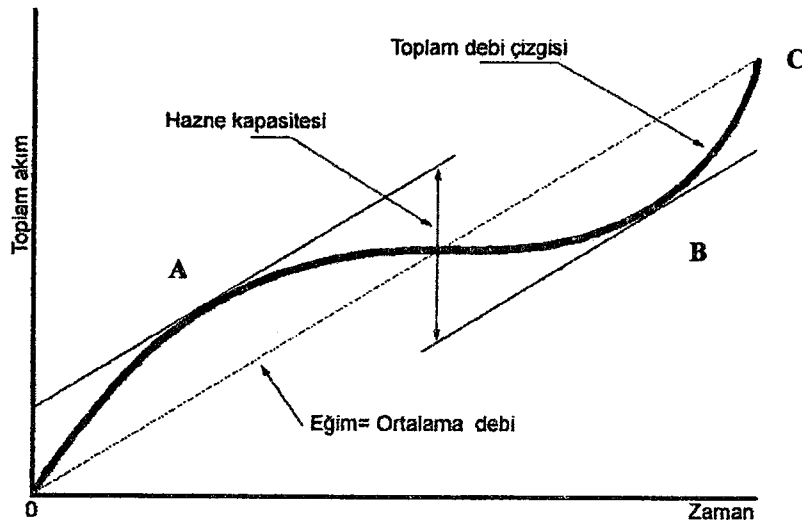
HAZNE KAPASİTESİ HESAP YÖNTEMLERİ

2.1. Rippl Yöntemi (Toplam Debi Çizgisi Yöntemi)

Hazne kapasitesi hesabında en eski ve en çok kullanılan ve toplam debi çizgisine dayanan bir grafik yöntem olan Toplam Debi Çizgisi Yöntemi 1883 yılında Rippl tarafından ileri sürülmüştür (BAYAZIT, 1997)

Aylık veya yıllık akımlar ardışık olarak toplanır ve zaman göre noktalanırsa toplam debi çizgisi çizilmiş olur. Düzenli olarak çekilmek istenen akım (verdi) seçilir ve bu verdiyi sürekli olarak sağlamak için gerekli hazne kapasitesini belirlerken toplam debi çizgisine bu verdiye karşı gelen eğimde teğetler çizilir.

Bu çizginin herhangi bir noktadaki eğimi o andaki debiyi ifade eder. Çizgiye yukarıdan değen bir teğet haznenin dolu olduğu bir noktayı gösterir (A noktası). Böyle bir noktadaki teğetle daha sonraki bir anda (B noktası) çizgiye aşağıdan değen bir teğet arasındaki düşey uzaklık gerekli hazne kapasitesini verir.

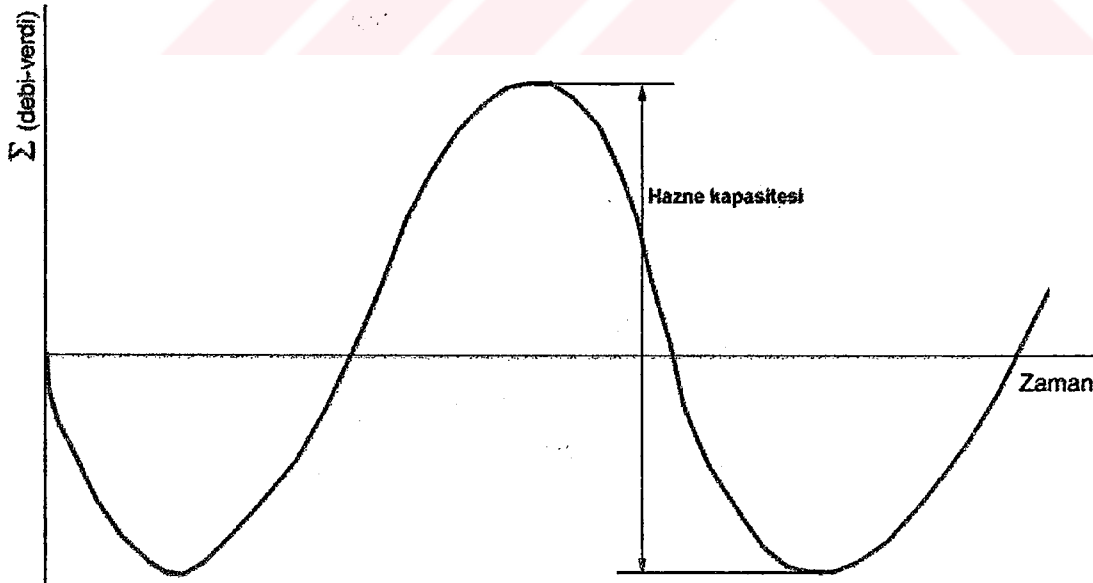


Şekil 2.1 Rippl yöntemiyle kapasite hesabı – Tam düzenleme hali

Toplam debi çizgisi boyunca bu şekilde birden fazla teğet çifti varsa bu çiftlerin arasındaki düşey uzaklıkların en büyüğü gözlem süresindeki kritik kurak dönemi aşmak için gerekli kapasitedir.

Şekil 2.1'de seçilen verdi gözlem süresindeki ortalama debiye eşittir (toplam debi çizgisinin başlangıç ve son noktalarını birleştiren OC doğrusunun eğimi). OA aralığında akarsuyun getirdiği debi verdiden büyük olduğundan hazne dolmakta, AB aralığında debi verdinin altında kaldığından hazne boşalmakta (kritik dönem), B'den başlayarak tekrar dolmaktadır. Haznenin dolu ve boş olduğu A ve B noktaları arasında akarsuyun getirdiği akımdaki eksik miktar kadar depolamak gerekeceğinden gerekli kapasite şekilde gösterilen düşey uzaklığa eşittir.

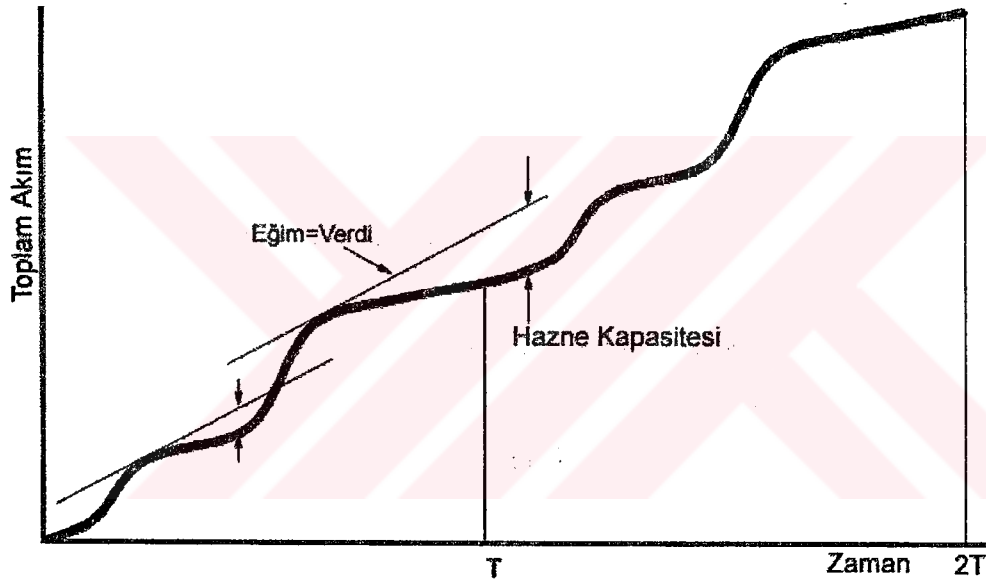
Rippl Yöntemi kısmi düzenleme halinde de kullanılabilir. Verdinin zaman içinde değişmesi halinde toplam debi çizgisi hazneye giren debilerden o andaki verdiyi çıkararak bulunan değerleri toplayarak çizilir, bu çizgiye bir tepe noktasından çizilen yatay teğetle bu tepeden sonraki çukur noktasından çizilen yatay teğet arasındaki düşey uzaklık belirlenir. Bütün tepe noktaları için bu uzaklıkların en büyüğü hazne kapasitesini verir (Şekil 2.2).



Şekil 2.2 Debilerden verdileri çıkararak çizilen toplam debi çizgisi ile kapasite hesabı

Kısmi düzenleme halinde kapasiteyi belirlerken gözlenen akım serisinde ortalamanın üstündeki akımların serinin ortalarında görülmesi, serinin başında ve sonunda akımların düşük olması halinde güvenli yanda kalmak için süresi T olan akım gözlemlerinin $(T, 2T)$ aralığında da aynen tekrarlandığı kabul edilerek Rippl Yöntemi $(0, 2T)$ aralığında uygulanmalıdır. Bu durumda sadece $(0, T)$ aralığının incelenmesi haline göre daha büyük bir kapasite gerektiği ortaya çıkabilir (Şekil 2.3).

Rippl Yöntemi'nde grafik işlemlerdeki hassasiyeti artırmak için toplam debi çizgisini çizerken debilerden ortalama debi çıkarılabilir, bu durumda teğetleri çizerken de verdiden ortalama debi çıkarıldıktan sonra kalan değere karşı gelen eğim kullanılır.



Şekil 2.3 Rippl yöntemiyle kapasite hesabı – Kısmi düzenleme hali

Diğer ampirik yöntemlerde olduğu gibi Rippl Yöntemi'nde de belirlenen kapasite ile istenen verdinin sağlanamaması riski belirlenemez. Ancak yıllararası düzenleme için belirlenen kapasite N yıllık akım gözlemlerine dayanıyorsa kaba bir yaklaşımla riskin $1/(N+1)$ 'e eşit olduğu kabul edilebilir.

Toplam debi çizgisi kapasitesi bilinen bir haznenin sağlayabileceği en büyük (sabit) verdiyi belirlemek için de kullanılabilir. Bunun için çizgiye aralarındaki düşey uzaklık kapasiteye eşit olan paralel teğetler çizilir. Teğetlerin eğimi çekilebilecek verdiyi gösterir.

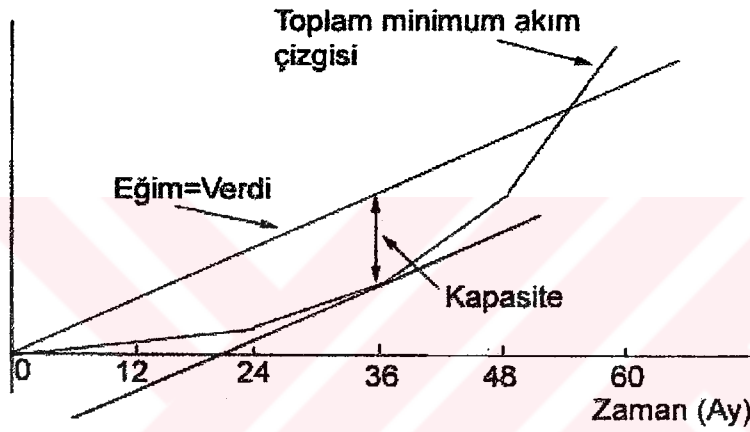
Rippl yönteminde toplam debi çizgisini çizerken buharlaşma kaybını (ve varsa diğer kayıpları) tahmin ederek hazneye girecek akımlardan çıkarmak gerekir.

Bu yöntem (ve buna eşdeğer olan yöntemler) gözlenmiş akım serisine uygulanabileceği gibi sentetik akım serilerine de uygulanabilir. Çok sayıda sentetik serilerle yapılan çalışmalarda hesaplanan hazne kapasitelerinin frekans dağılımı elde edilir ve belli bir riske (aşılma olasılığına) karşı gelen kapasite hesaplanır. Böylece hazne kapasitesi hesabında risk gözönüne alınmış olur. Elde edilen sonucun anlamlı olması için sentetik serileri türetirken kullanılan akım modelinin akımların istatistik özelliklerini doğru bir şekilde temsil etmesi gerekir. Pratikte çok kullanılan ARMA tipi modellerin genellikle gözlenmiş akımlardaki kritik kurak dönemler kadar şiddetli kuraklıklar türetmediği bilinmektedir. Bu nedenle sentetik serilerle elde edilen sonuçları kullanırken dikkatli olmak gerekir.



2.2. Minimum Akım Yöntemi

İlk kez 1945 yılında Waitt tarafından ileri sürülen ve 1978 yılında da McMahon-Mein tarafından geliştirilen bu yöntemde önceki akım gözlemlerinden en küçük 12,24,36,48,... aylık toplam akımlar bulunur (McMAHON, 1986). Sonra bunlar zaman ekseninde sırayla 12,24,36,48,...aya karşı gelecek şekilde noktalanır ve bir çizgi elde edilir (Şekil 2.4). Başlangıç noktasından eğimi istenilen verdiye eşit olan bir doğru çizilir. Bu doğru ile önceki çizilen doğru arasındaki en büyük düşey uzaklık hazne kapasitesini verir.



Şekil 2.4 Minimum akım yöntemiyle kapasite hesabı

Bu yöntemde de kritik dönemin başında hazne dolu kabul edilir. Minimum akım yöntemiyle yıl içi düzenleme için gerekli kapasiteyi belirlemek için yılıçi debi frekans çizgilerinden 7 gün, 15 gün, 1 ay, 2 ay, 3 ay,... gibi süreler için belli bir dönüş aralığına (riske) karşı gelen akımlar okunur. Bu akımları kullanarak yukarıda anlatıldığı şekilde bir çizgi elde edilir. Başlangıç noktasından eğimi istenen verdiye eşit olacak şekilde çizilen doğru ile bu çizgi arasındaki en büyük düşey uzaklık yıl içi düzenleme kapasitesini verir.

2.3. Ardışık Tepeler Yöntemi

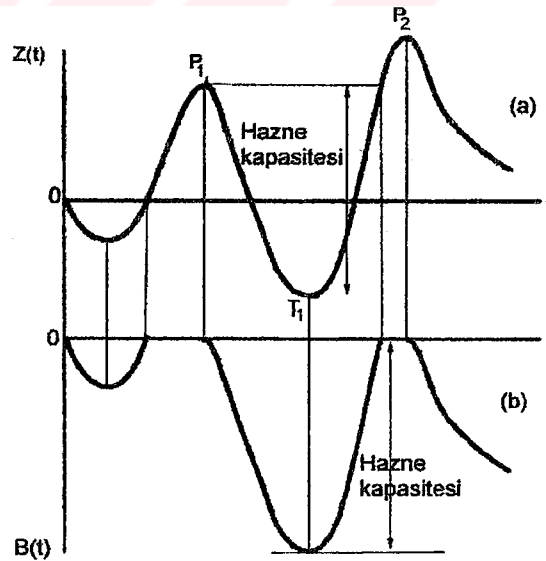
Bu yöntem Rippl yöntemi ile eşdeğerdir ve yöntemin tanımı için “Rippl Yöntemi’nin sayısal ifade edilmiş şeklidir” ifadesi kullanılabilir. Önce $V(t)$ toplam debi ve $D(t)$ toplam verdi değerleri zaman boyunca hesaplanır. Hazneye giren akımlar $x(t)$, zaman içinde değişebilen verdi ise $y(t)$ ile gösterilirse (BAYAZIT, 1997) :

$$V(t) = \sum_0^t x(t) \quad D(t) = \sum_0^t y(t) \quad (2.1)$$

$$Z(t) = V(t) - D(t) \quad (2.2)$$

Toplam debi ile toplam verdinin arasındaki farkları gösteren $Z(t)$ serisinin $P_1 < P_2 < P_3 < \dots < P_m$ olacak (bir sonraki tepe bir öncekinden büyük olacak) şekilde $t_1 < t_2 < t_3 < \dots < t_m$ anlarında görülen ardışık $P_1, P_2, P_3, \dots, P_m$ tepe noktaları belirlenir. Ardışık iki tepe noktası arasındaki en çukur noktalarda $Z(t)$ serisinin değerleri $T_1, T_2, T_3, \dots, T_{m-1}$ ile gösterilirse hazne kapasitesi

$$K = \max_{1 \leq s \leq m-1} (P_s - T_s) \quad (2.3)$$



Şekil 2.5 Ardışık tepeler yöntemi

formülü ile hesaplanır (Şekil 2.5).

Rippl Yöntemi'yle aynı sonucu vermesi için bu yöntemi de benzer şekilde $(0, 2T)$ aralığında uygulamak gerekir. Verinin zaman içinde değişmesinin ardışık tepeler yönteminde herhangi bir bağlayıcılığı yoktur.

Bu yöntemi bilgisayar ile programlarken aşağıdaki algoritmayı kullanmak uygun olur. Bu yöntemde haznenin $t=0$ anında dolu olduğu kabul edilip herhangi bir t anında haznede boş olacak $B(t)$ hacminin ardışık değerleri şu şekilde hesaplanır (Şekil 2.5):

$$B(0) = 0$$

$$y(t) - x(t) + B(t-1) \quad B(t) > 0 \quad (2.4)$$

$$B(t) = \begin{cases} 0 & B(t) \leq 0 \end{cases}$$

$(0, 2T)$ aralığında $B(T)$ 'nin en büyük değeri gerekli hazne kapasitesini verir (BAYAZIT, 1997) :

$$K = \max_{0 \leq t \leq 2T} B(t) \quad (2.5)$$

Hesaplar sırasında $t_0 \geq T$ için $B(t_0) = 0$ bulunursa t_0 anında haznenin dolu olacağı anlaşıldığından hesaplara t_0 anından sonra devam etmek gerekmez.

2.4. Sentetik Seriler

Buraya kadar anlatılan tüm yöntemler hazne kapasitesi tayin yöntemleri idi ve bu bölümlerde kullanılan veriler için tek bir gözlem veri ailesinden bahsedildi. Bu veri ailesinden kurulacak bir modelden türetilecek binlerce seriden ayrı ayrı hazne kapasiteleri hesaplanırsa, birçok durum denenmiş olacak ve hazne kapasitesi hesabında risk gözönüne alınmış olacaktır. Bu gereklilikten dolayı aslında çok geniş kapsamlı bir hidroloji konusu olan sentetik seri üretiminden burada ana hatlarıyla bahsedilecektir. Aşağıda açıklanan sentetik seri üretme prosedüründen ayrıntılı bir bilgisayar programı yapılmıştır. Program içinde gerekli testler yapıp en son bir ARMA(p,q) modelinin parametrelerinin ne olması gerektiği kullanıcıya sorularak yine de insiyatifin kullanıcıda olması sağlanmıştır.

Programın ikinci modülü hem seri üretme hem de üretilen seriden Ardışık Tepeler Yöntemi'nde verilen bilgisayar programı entegre edilerek seçilen modele göre doğrudan hazne kapasiteleri hesaplattırılmıştır. Programda, önemli bir parametre olan α *düzenleme oranı* için öncelikle 0.5 değeri alınarak 4000 seri üretilmektedir. Bu çalışmada düzenleme oranı için 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9, 1.0 değerleri kullanılarak 4000'er adet seri türetilmiştir. Bu işlem 5 istasyonda ayrı ayrı yapılmıştır. Dolayısıyla programın seri üretme modülü 120.000 defa çalıştırılmıştır.

Model kurulması için izlenen prosedür şu şekildedir (SALAS ve dig, 1980):

1. İlk analizler
 - 1.a. Gözlem serisinin normal dağılıp dağılmadığının kontrolü,
 - 1.a.1. Çarpıklık Testi
 - 1.a.2. Ki-kare Testi
 - 1.b. Seri normal dağılmamışsa uygun dönüşüm yapılması,
 - $y = \ln(x)$
2. Parametrelerin tayini
 - 2.a. Verilerin ortalama, standart sapma vs. basit istatistik momentleri hesaplarının yapılması,
 - 2.b. $z_t = y_t - \bar{y}$ dönüşümü,

- 2.c. $r_k(z)$ otokorelasyon katsayılarının hesabı,
- 2.d. Seçilen bazı model ihtimalleri için ϕ_j otoregresif parametrelerinin ve her model denemesi için σ_e^2 "Çalkantı terimler varyans" larının belirlenmesi,
- 3. Seçilen modelin uyumluluğunun kontrolü,
 - 3.a. ϵ_t ' lerin belirlenmesi,
 - 3.b. ϵ_t ' lerin bağımsızlığının testi,
 - 3.b.1. Anderson Testi
 - 3.b.2. Porte-Manteau Lack of Fit Testi
 - 3.c. Akaike Information Criteria ile kontrol ve model kararı,
- 4. Serilerin türetilmesi.

Bu prosedürde adı geçen testler ve parametrelerin detayları aşağıda alt başlıklar halinde açıklanmıştır.

Çarpıklık Testi:

Bu testte aşağıda (2.6)da formülü verilen γ parametresinin (2.7)de verilen aralığa düşüp düşmediği kontrol edilir, düşerse söz konusu serinin normal dağıldığı hipotezi kabul edilir. Aralığı belirleyen parametre olan α anlamlılık düzeyi de 0.05 ~ 0.10 aralığında seçilmesi gereken olasılık seviyesidir. (SALAS ve dig, 1980)

$$\hat{\gamma} = \frac{\frac{1}{N} \sum_{t=1}^N (x_t - \bar{x})^3}{\left[\frac{1}{N} \sum_{t=1}^N (x_t - \bar{x})^2 \right]^{3/2}} \quad (2.6)$$

$$\left[-u_{\frac{1-\alpha}{2}} \sqrt{\frac{6}{N}}, \quad u_{\frac{1-\alpha}{2}} \sqrt{\frac{6}{N}} \right] \quad (2.7)$$

Buradaki N örnekteki eleman sayısıdır.

Ki-kare Testi:

Öncelikle serinin ortalama ve standart sapması hesaplanır. Seri elemanları küçükten büyüğe sıralanır. Bölünecek aralık sayısı olan k (2.8) formülü ile hesaplanır.

$u_i = i / k$ olmak üzere hesaplanan u_i ' lere karşı gelen standart normal değerler elde edilir. $y_i = u_i * \sigma_x + \bar{x}$ formülü ile de aralıklar belirlenir. Herbir $y_i < x < y_{i+1}$ aralığına düşen N_i ' ler hesaplanır ve (2.9) formülü ile χ^2 değeri elde edilir.

$$k = 1 + 3.3 . \log(N) \quad (2.8)$$

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(N_i - N/k)^2}{(N/k)} \quad (2.9)$$

 $r_k(z)$ 'lerin hesaplanması:

Söz konusu seri için aşağıdaki (2.10) formülü kullanılarak $r_k(z)$ otokorelasyon katsayıları hesaplanır. (SALAS ve dig, 1980)

$$r_k = \frac{\frac{1}{n-k} \sum_{t=1}^{n-k} (x_t - \bar{x}) . (x_{t+k} - \bar{x})}{\frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (x_t - \bar{x})^2} \quad (2.10)$$

 ϕ_j parametrelerinin hesabı:**AR(0) için**

$$\phi_1 = 0$$

$$\sigma_{\varepsilon}^2 = \sigma_y^2$$

AR(1) için

$$\phi_1 = r_1$$

$$\sigma_{\varepsilon}^2 = \frac{N \cdot \sigma_y^2}{N - 1} (1 - r^2)$$

AR(2) için

$$\phi_1 = \frac{r_1 [1 - r_2]}{[1 - r_1^2]}$$

$$\phi_2 = \frac{[r_2 - r_1^2]}{[1 - r_1^2]}$$

$$\sigma_{\varepsilon}^2 = \frac{N \cdot \sigma_y^2}{N - 2} (1 - \phi_1 \cdot r_1 - \phi_2 \cdot r_2)$$

ARMA(1,1) için

$$\phi_1 = r_2 / r_1$$

$$r_1 = \frac{(1 - \phi_1 \cdot \theta_1)(\phi_1 - \theta_1)}{(1 + \theta_1^2 - 2 \cdot \phi_1 \cdot \theta_1)} \text{ formülünden } \theta_1 \text{ deneme yanılma ile bulunur.}$$

$$\sigma_{\varepsilon}^2 = \frac{\sum \varepsilon_t^2}{N}$$

ε_t 'lerin hesaplanması :

$\varepsilon_1=0$ kabul edilerek $\varepsilon_t = Z_t - \phi_1 Z_{t-1} + \phi_1 \varepsilon_{t-1}$ formülü ile ardışık olarak hesaplanır.

Anderson Testi:

Öncelikle yukarıda z 'ler için hesaplandığı şekilde ε 'lar için de $r_k(\varepsilon)$ 'lar hesaplanır. Bulunan bu $r_k(\varepsilon)$ 'ların (2.11) denkleminde verilen sınırlar arasında kalması halinde ε 'ların bağımsız olduğu hipotezi kabul edilir.

$$k \cong N/10$$

$$r_k(95\%) = \frac{-1 \mp 1,96 \cdot \sqrt{N-k-1}}{N-k} \quad r_k(99\%) = \frac{-1 \mp 2,326 \cdot \sqrt{N-k-1}}{N-k} \quad (2.11)$$

Çoğunlukla 95% güven düzeyi için verilen denklem kullanılır.

Porte-Manteau Lack of Fit Testi:

$L=0,3 \cdot N$ alınarak (2.12) denkleminde Q değeri hesaplanır. Q değerinin $(L-p-q)$ serbestlik derecesi ile seçilen güven düzeyindeki χ^2 dağılımına uyması halinde ε 'ların bağımsız olduğu hipotezi kabul edilir. Buradaki p ve q parametreleri bahis konusu ARMA(p,q) modelini oluşturan temel parametrelerdir.

$$Q = N \cdot \sum_{k=1}^L r_k^2(\varepsilon) \quad (2.12)$$

Akaike Information Criteria:

Bir ARMA(p,q) modelinin Akaike Information Criteria değeri (2.13) denklemi ile elde edilir. (BAYAZIT, 1996)

$$AIC(p, q) = N \cdot \ln(\hat{\sigma}_\varepsilon^2) + 2(p + q) \quad (2.13)$$

Denenen bütün modeller için AIC değerleri hesaplanır ve AIC değeri en küçük olan model seçilir.

Serilerin türetilmesi:

Bilgisayarın türettiği 0 ile 1 arasındaki rastgele sayılar üniform dağılıma uygun olarak üretilirler. Fakat bu sayıların normal dağılıma uyması gerekmektedir. Bunun için (2.14)'de verilen Box-Muller denklemleri kullanılarak dönüşüm yapılmış olur. (BAYAZIT, 1996)

$$\xi_i = [\ln(1/u_i)]^{1/2} \cdot \cos(2\pi u_2) \quad (2.14)$$

$$\xi_{i+1} = [\ln(1/u_i)]^{1/2} \cdot \sin(2\pi u_2)$$

Bu denklemlerden elde edilen ξ_i parametreleri ile σ_ε ile çarpılarak ε_i ler elde edilir ve buradan da Adım 3.a'da belirtildiği şekilde Z_i ler ve ardından da y_i ve dönüşüm yapılmışsa ters dönüşüm yapılarak x_i 'ler elde edilmiş dolayısıyla bir seri türetilmiş olur.

BÖLÜM 3

BİLGİSAYAR PROGRAMLARI

3.1. Minimum Akım Yöntemi İçin Bilgisayar Programı

Bölüm 2.2.'de teorisi verilen bu yöntem için aşağıdaki akış diyagramı hazırlanmış ve BASIC programlama diliyle bir program yazılmıştır. Öncelikle tanımlanan değişkenler açıklanacaktır.

N : Veri sayısı

A(I) : Ölçüm değerleri dizisi(Ör: Aylık ölçümler)

U : Yapılacak 12'li, 24'lü, .. toplamların adedi.

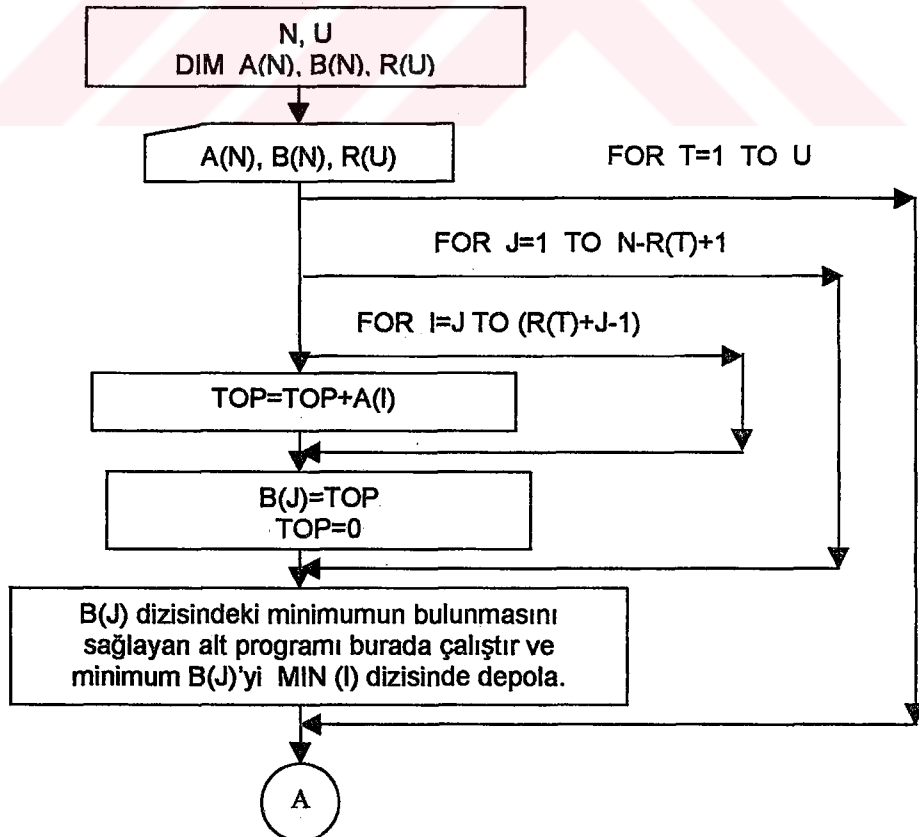
R(I) : Kaçlı toplamların alınacağını belirleyen dizi. (Ör: 12,24,36,48, ..)

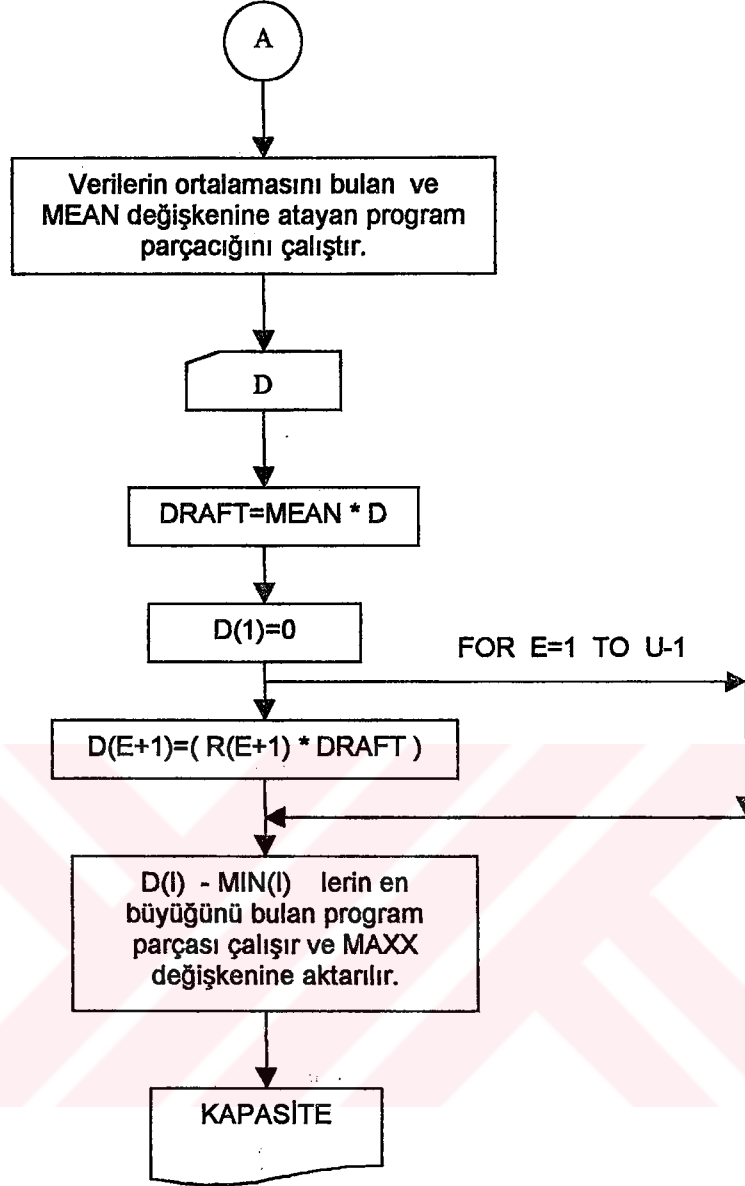
B(I) : $N-R(I)+1$ adet olan ve R(I) 'li toplamların oluşturduğu dizi.

D : Düzenleme oranı

Kullanılan diğer değişkenler ve diziler geçici değişkenler ve dizilerdir.

Akış diyagramı:





3.2. Ardışık Tepeler Yöntemi İçin Bilgisayar Programı

Bölüm 2.3.'te teorisi verilen bu yöntem için aşağıdaki akış diyagramı hazırlanmış ve BASIC programlama diliyle bir program yazılmıştır. Öncelikle tanımlanan değişkenler açıklanacaktır.

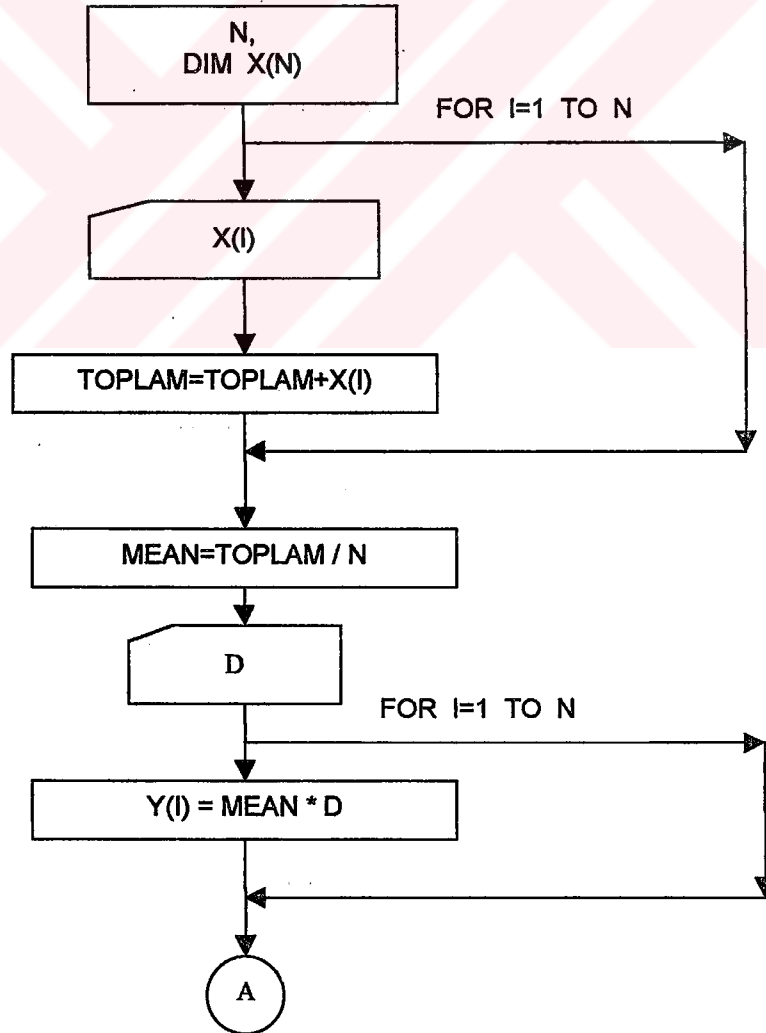
N : Data sayısı

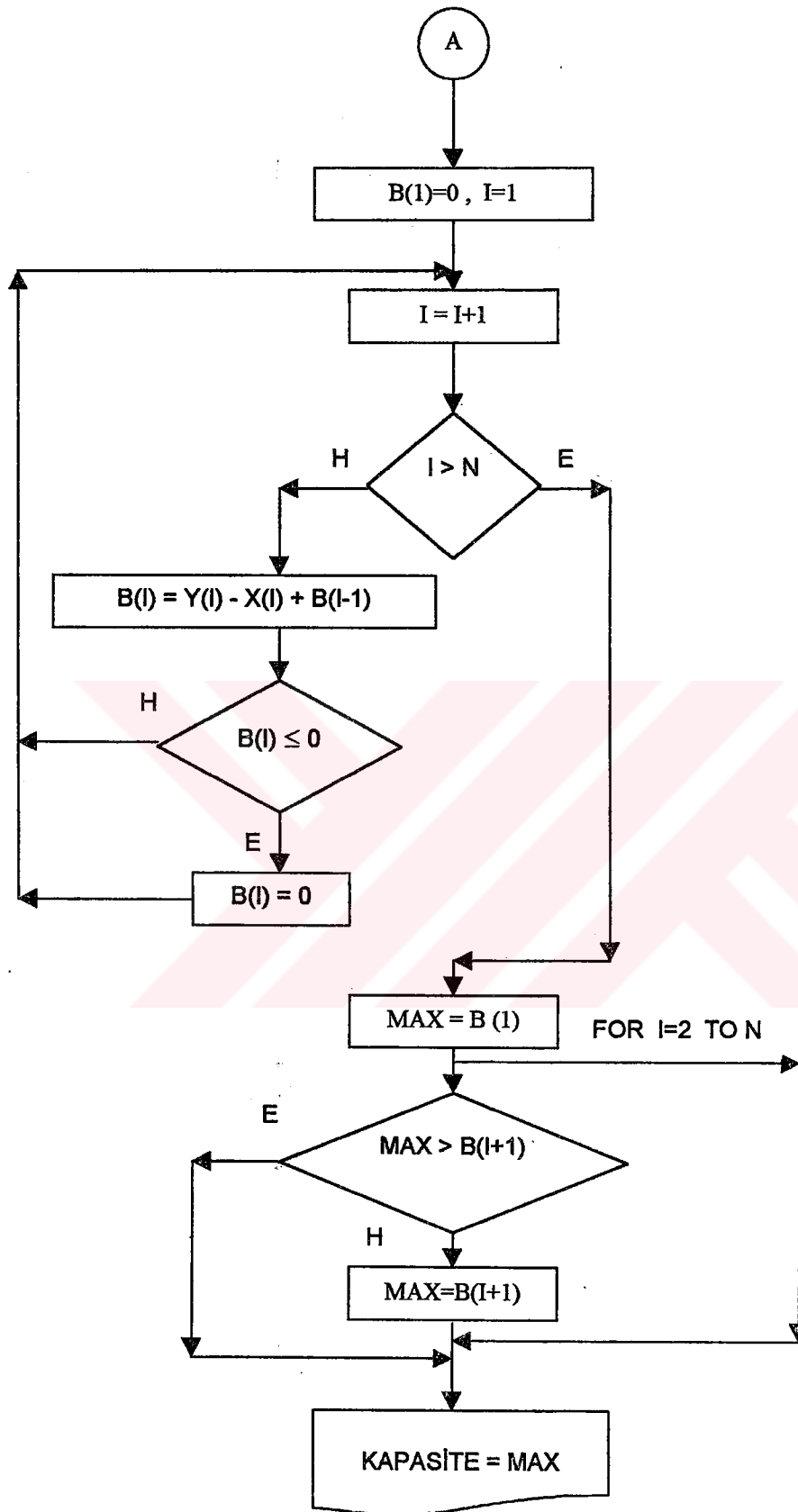
X(I) : Ölçüm değerleri dizisi

D : Düzenleme oranı (Aylık ortalama akımın sabit olduğu kabul edilmiştir.)

- Kullanılan diğer değişkenler ve diziler geçici değişkenler ve dizilerdir.

Akış diyagramı:





3.3. Sentetik Seriler Üretmek İçin Bilgisayar Programı

Bölüm 2.3.'te teorisi verilen bu yöntem için aşağıdaki akış diyagramı hazırlanmış ve BASIC programlama diliyle bir program yazılmıştır. Programa dışarıdan girilmesi zorunlu değişkenler şunlardır:

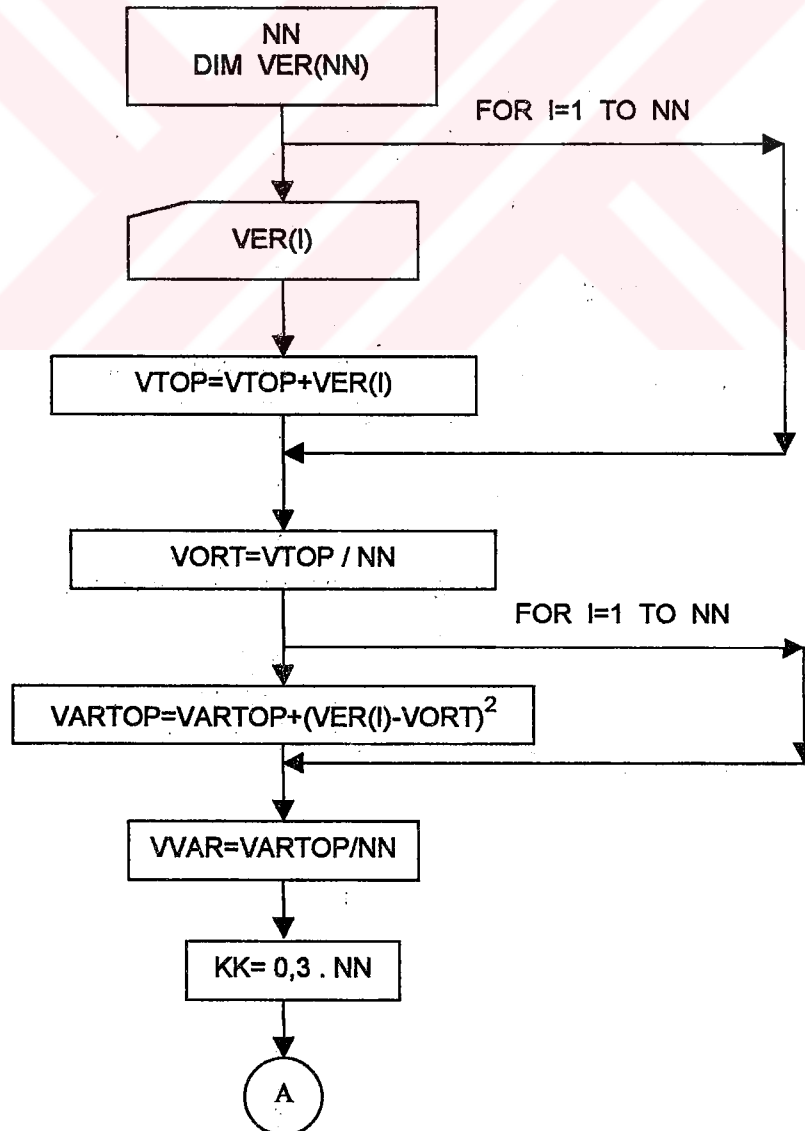
NN : Veri sayısı

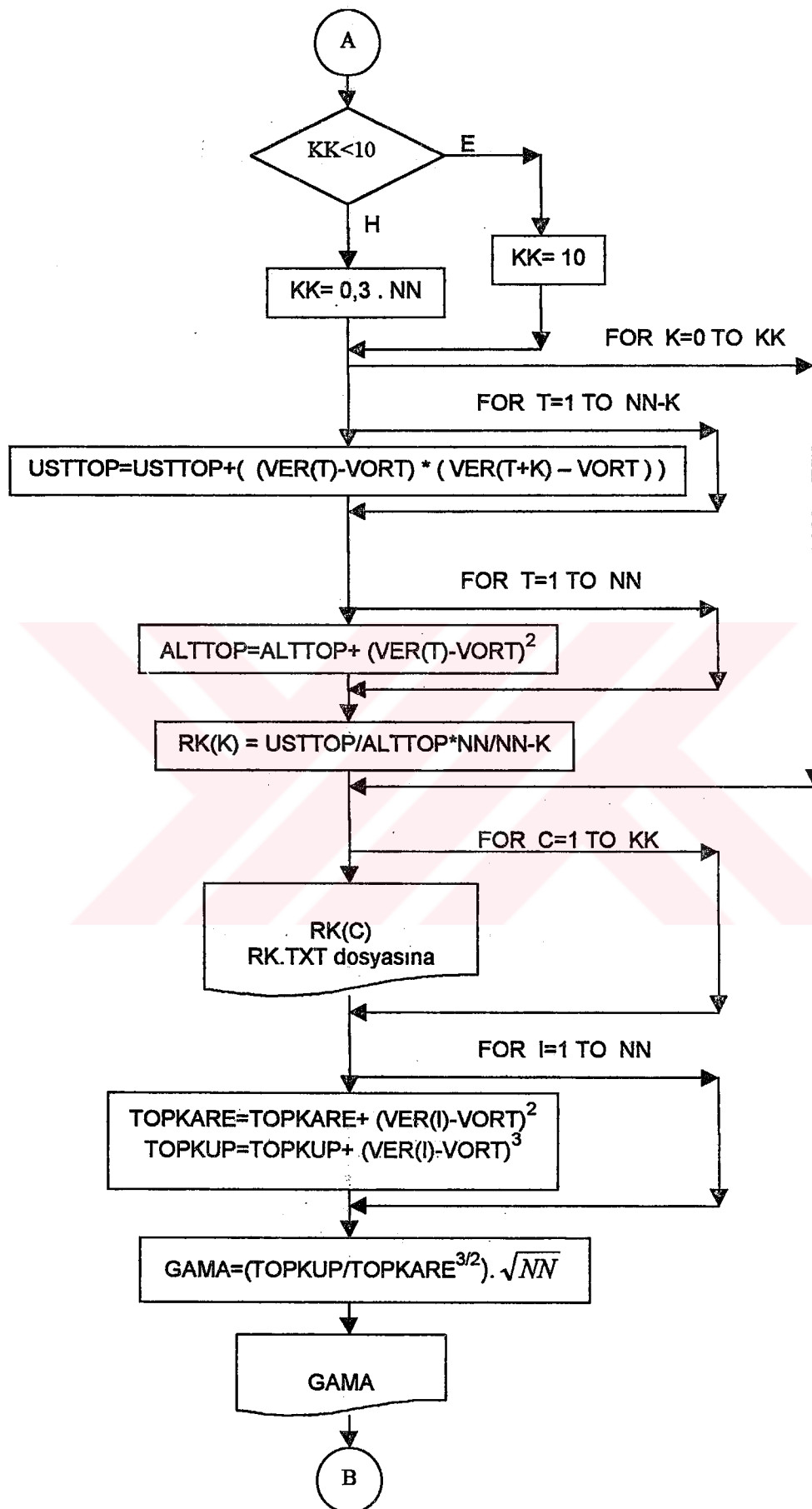
VER(NN) : Ölçüm değerleri dizisi

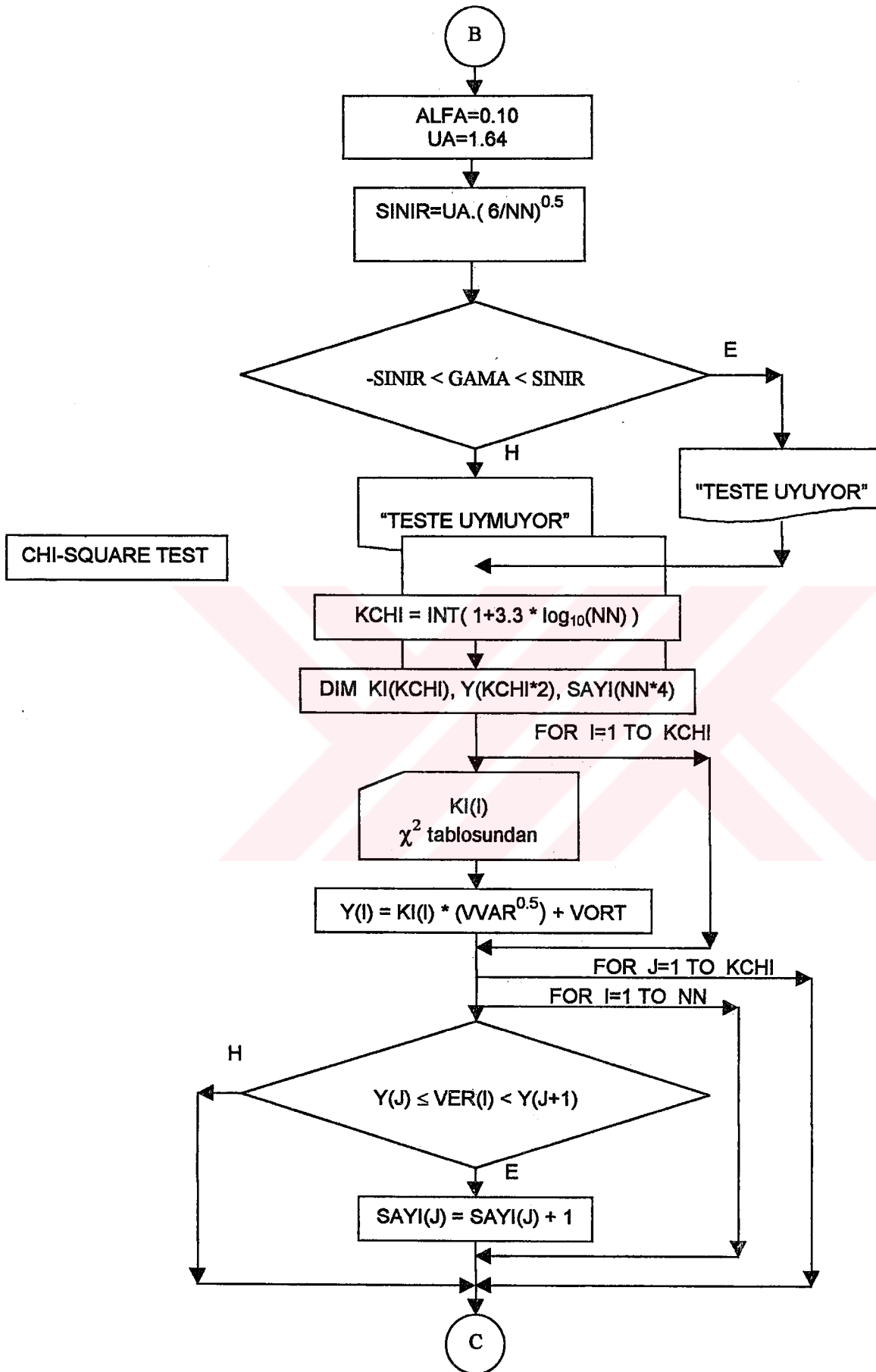
KK : r_k sayısı. Veri sayısının % 30'u olarak alınır. (Min KK = 10)

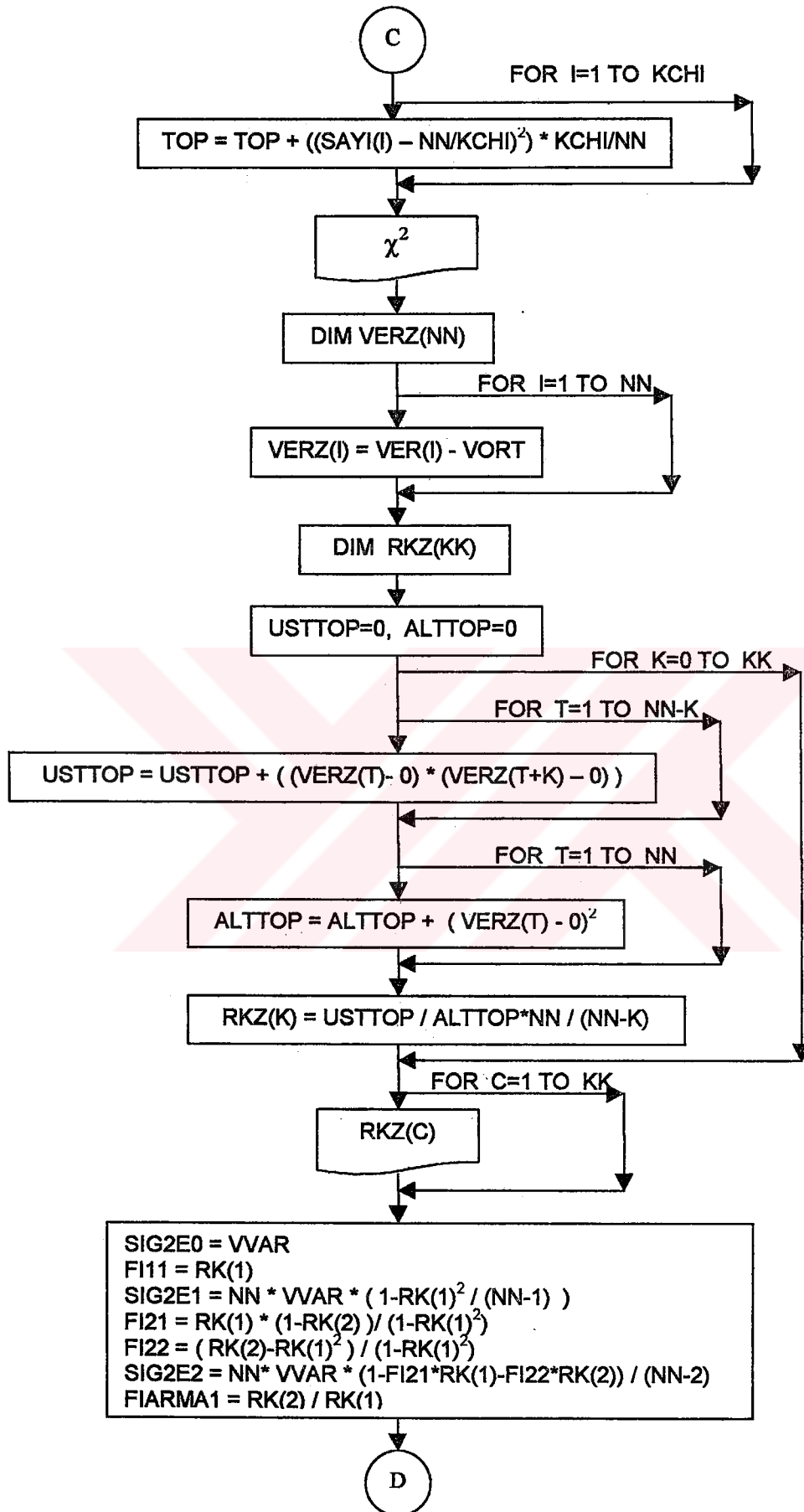
- Kullanılan diğer değişkenler ve diziler geçici değişkenler ve dizilerdir.

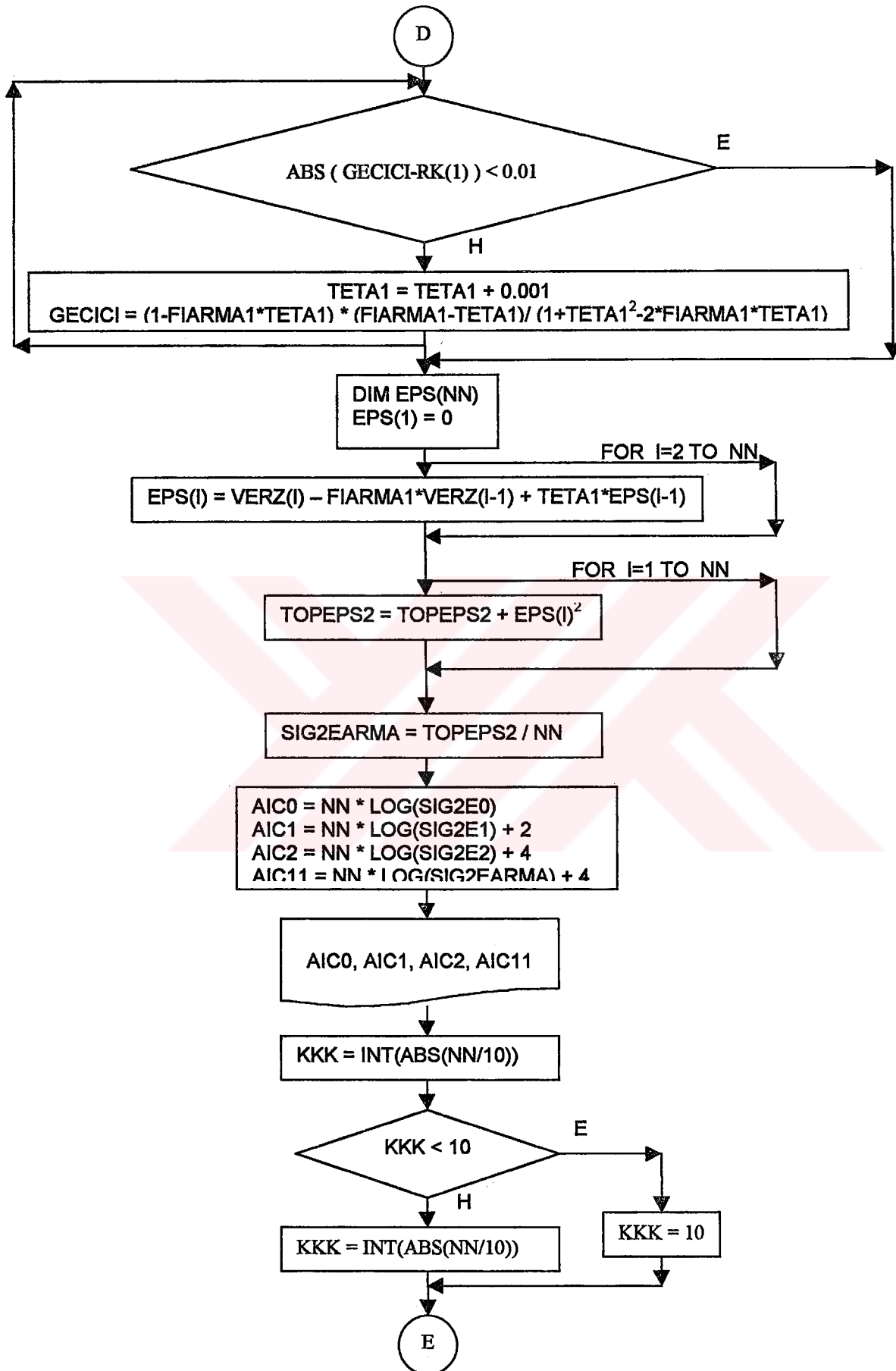
Ana programın akış diyagramı:

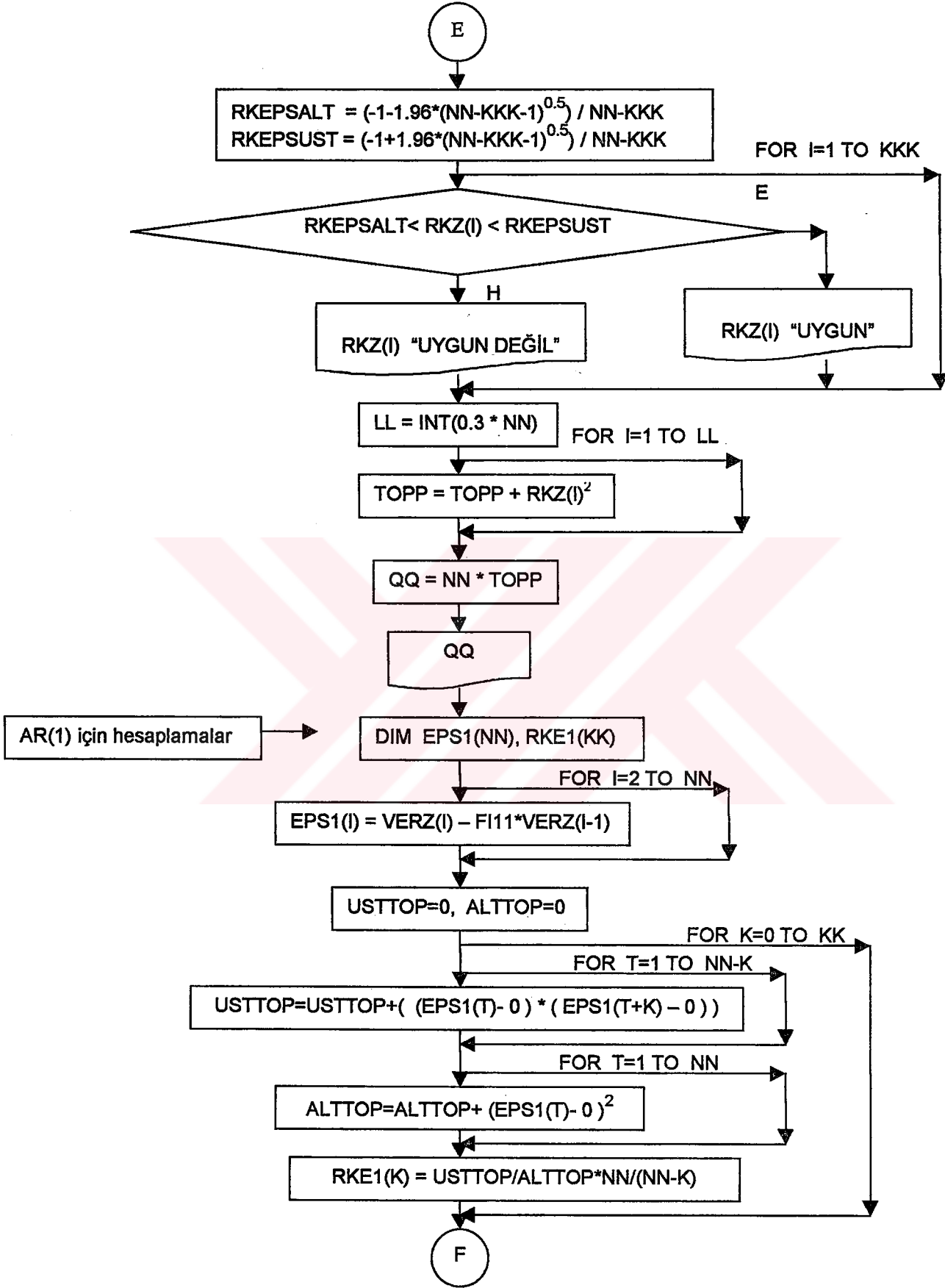


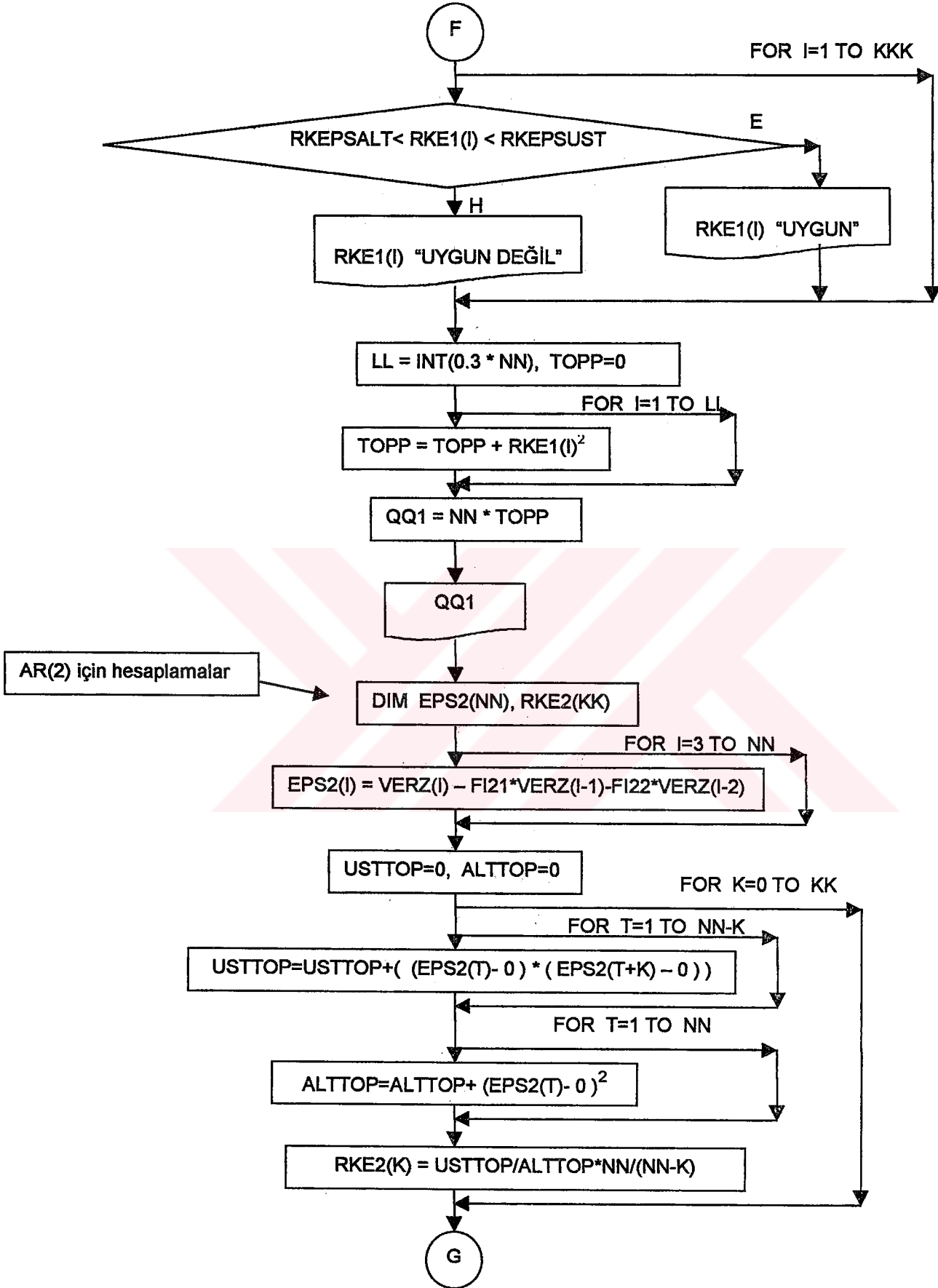


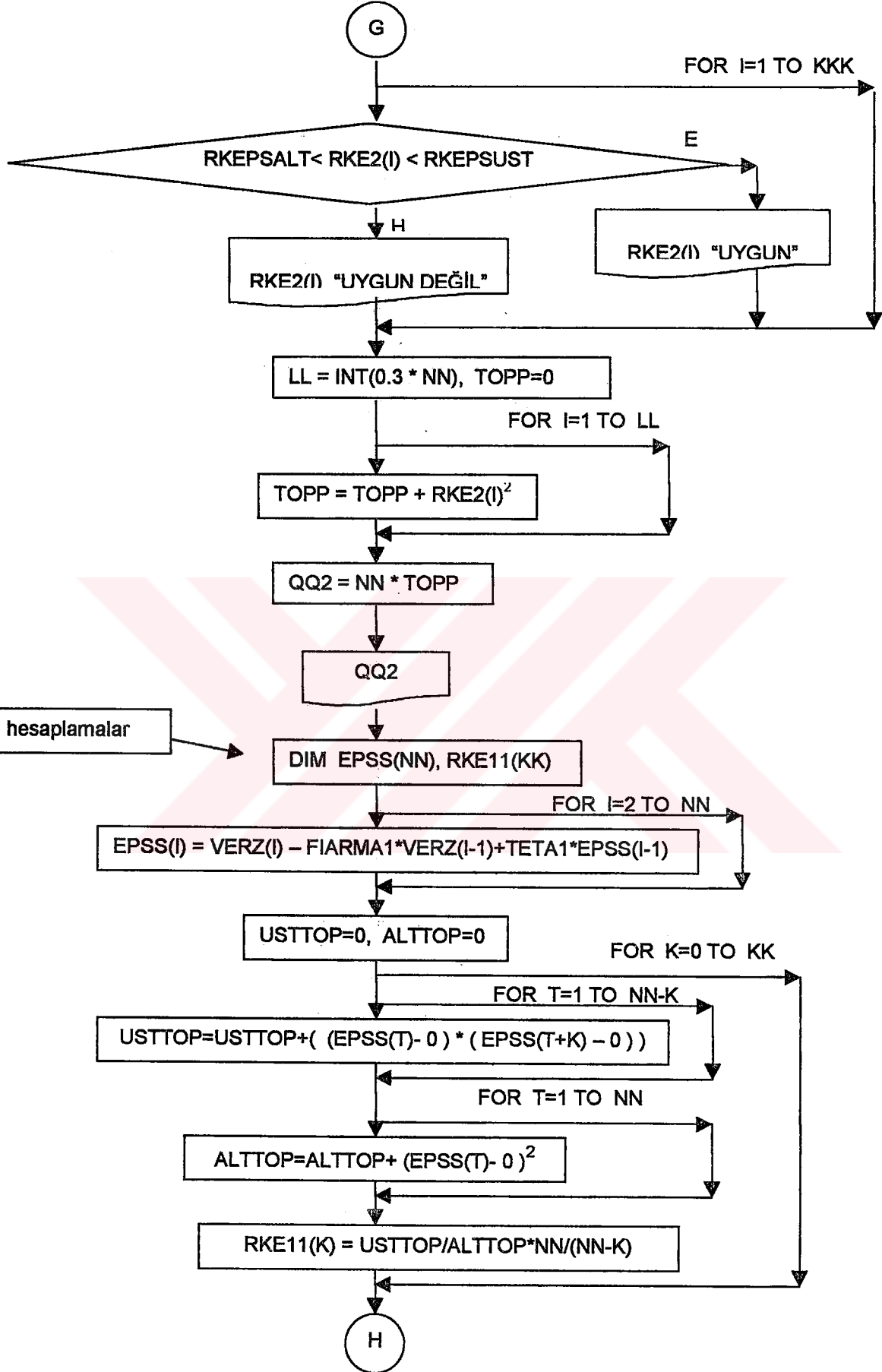


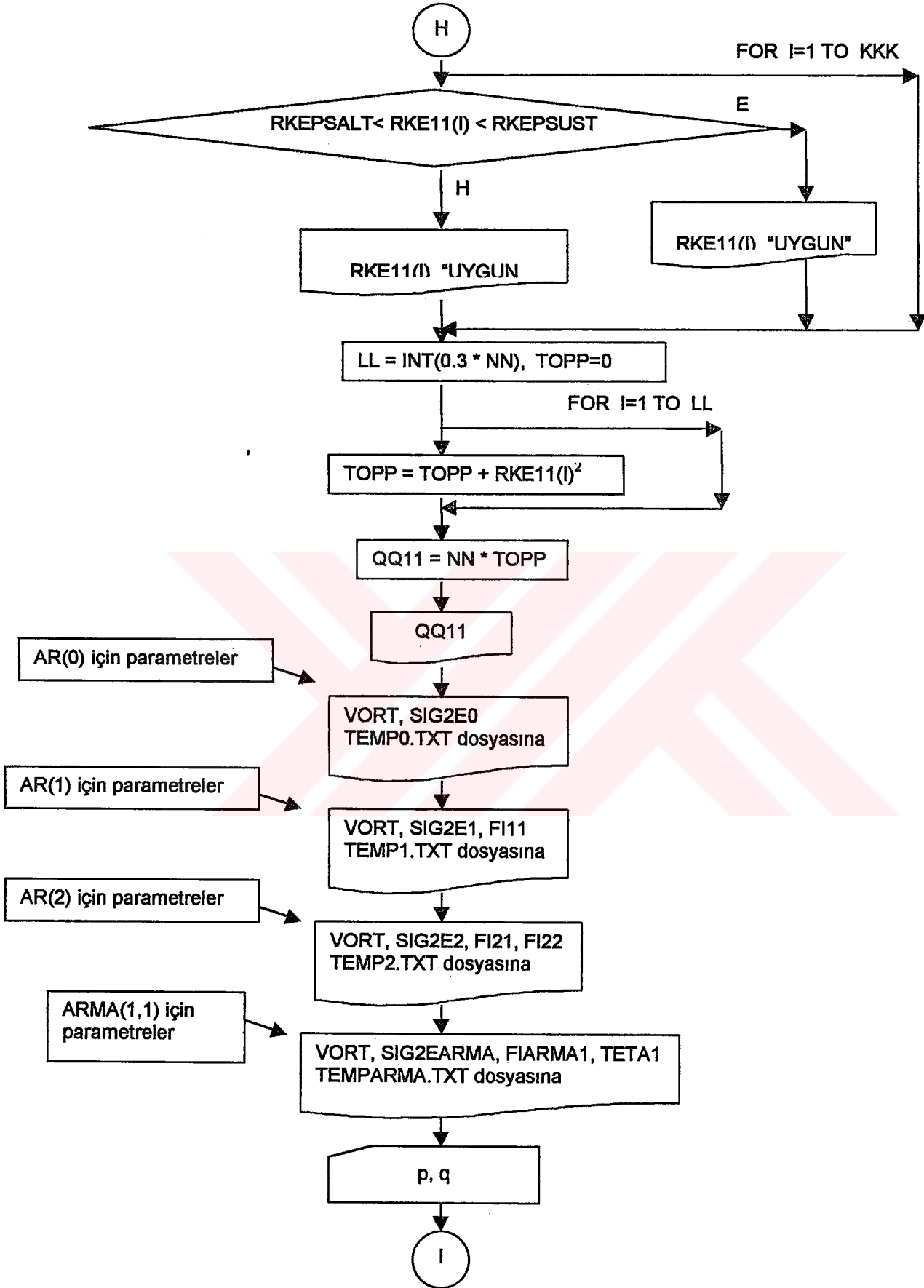


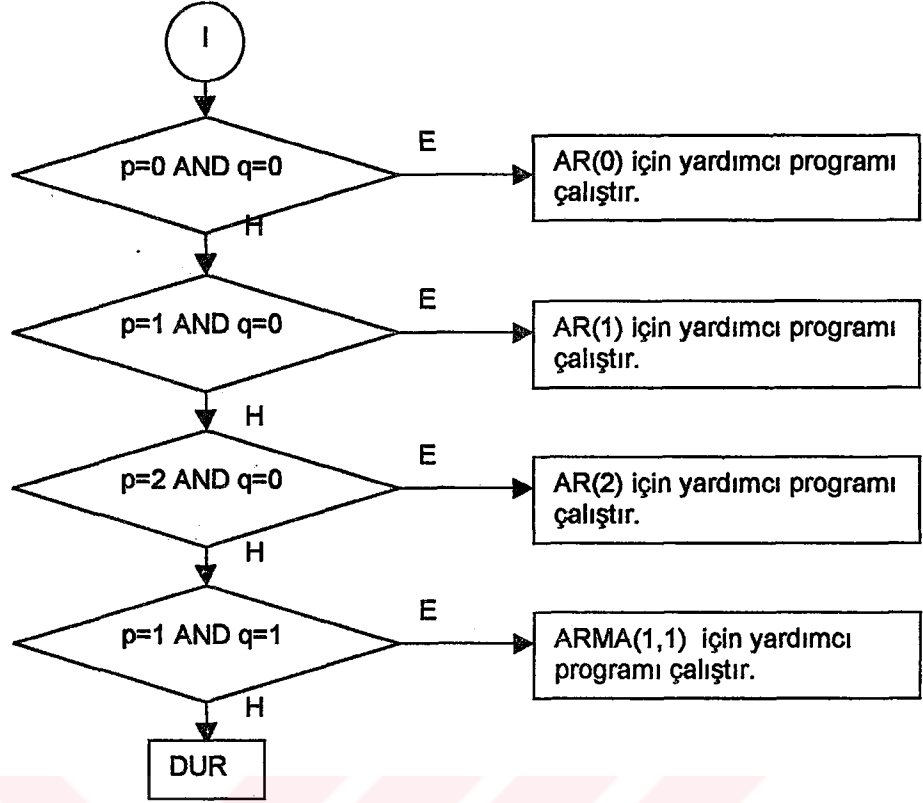






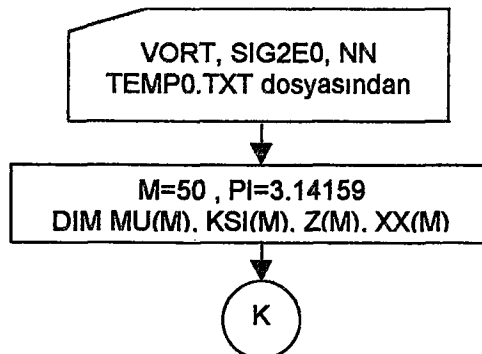


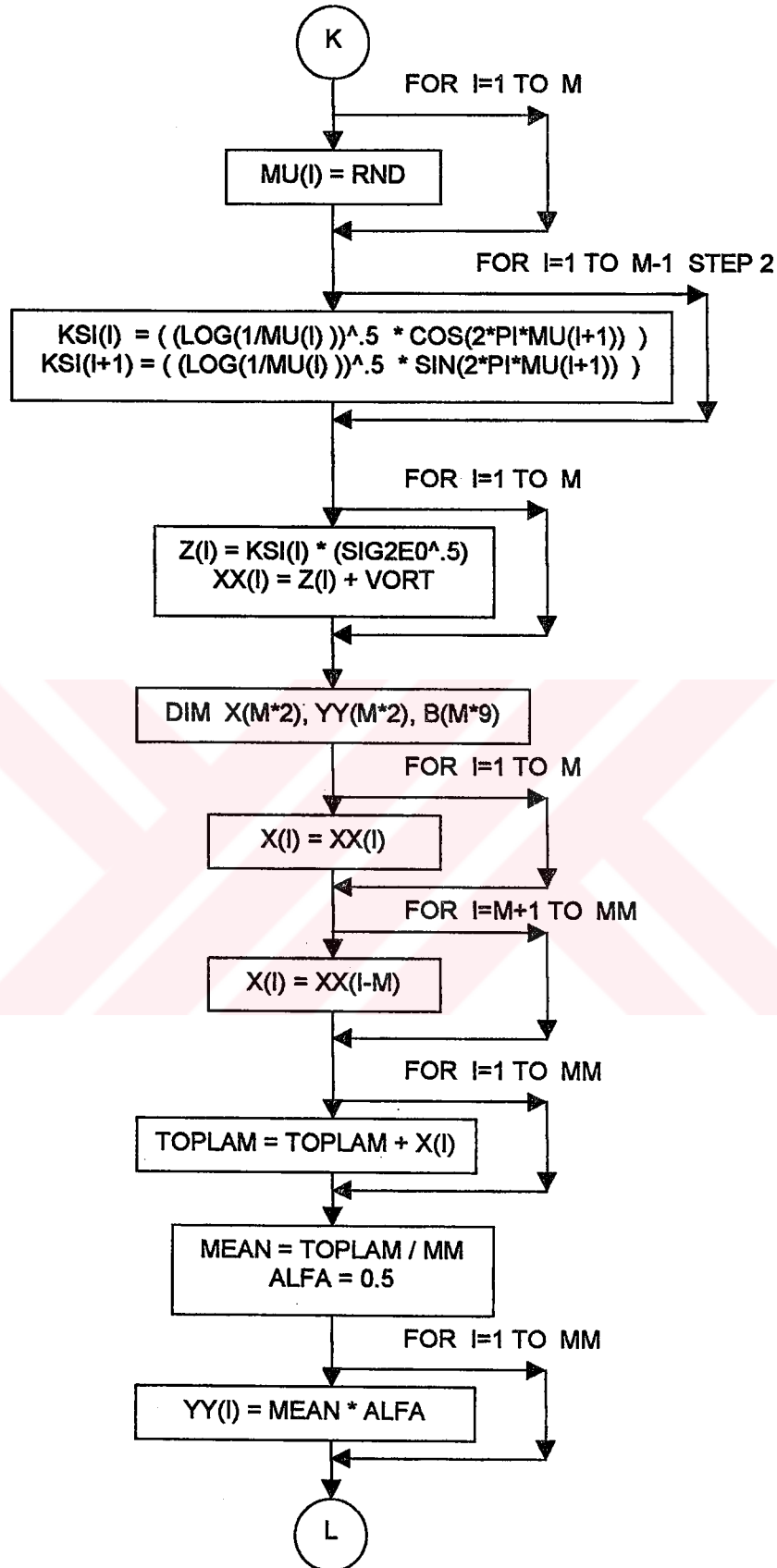


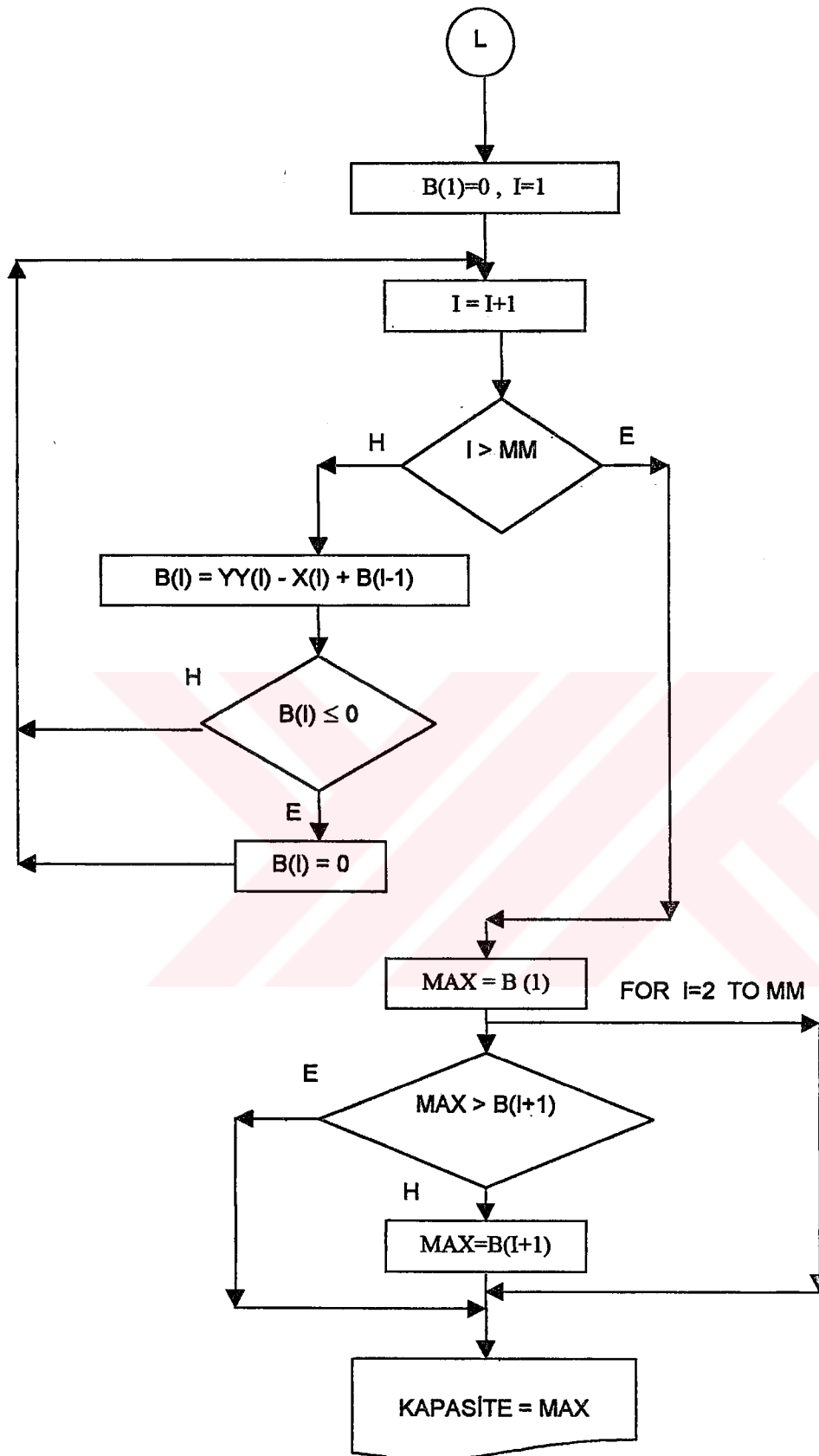


AR(0) için yardımcı programın akış diyagramı:

Yukarıdaki ana program ile modelin ana parametreleri p ve q belirlenir. Seçilen modele göre seri üretimi için gerekli parametreler geçici dosyalara yazılır ve ilgili yardımcı seri üretme programı çalıştırılır. Bu çalışmada beş istasyon için kurulan tüm modellerin AR(0) olmasından dolayı sadece AR(0) için yapılan seri üretme yardımcı programı için akış diyagramı verilmiştir. Burada kullanılan M değişkeni üretilen serideki eleman sayısıdır. Bu çalışmada 50 yıllık proje ömrü seçildiği için $M=50$ ve başlangıç olarak $\alpha=0.5$ değerleri standart olarak programa dahil edilmiştir. Bu program Bölüm 3.2’de verilen program temel alınarak hazırlanmıştır ve her istasyon için program 4000 defa çalıştırılmıştır.







BÖLÜM 4

ÇORUH NEHRİ ÜZERİNDE ARDIŞIK TEPELER YÖNTEMİ UYGULAMASI

4.1. Veriler

Tablo 4.1’de Çoruh Nehri üzerindeki 5 istasyonda ölçülmüş yıllık ortalama akım debileri verilmiştir.

Tablo 4.1 Seçilen 5 istasyonda ölçülmüş yıllık ortalama akım debileri

Yıl	İstasyon				
	2305 PETEREK	2315 KARŞIKÖY	2316 İSPIR KÖP.	2320 LALELİ	2322 ALTINSU
	Ortalama debi (m3/s)				
1963	102,4				
1964	67,1				
1965	68,1	208,6	43,5		
1966	68,0	200,8	41,2		
1967	69,1	187,5	34,2		
1968	98,8	347,7	54,9		
1969	81,0	187,8	48,6		
1970	53,6	157,8	27,6	1,5	
1971	65,0	196,3	38,2	25,9	
1972	63,3	196,9	34,5	22,2	163,2
1973	47,7	183,1	25,0	18,2	145,2
1974	52,4	150,7	31,8	24,3	121,4
1975	54,3	159,6	31,0	25,8	132,4
1976	72,4	209,0	44,8	28,4	174,1
1977	60,3	168,7	35,0	30,1	138,7
1978	72,2	216,8	43,6	37,3	172,8

Tablo 4.1'in devamı

Yıl	İstasyon				
	2305 PETEREK	2315 KARŞIKÖY	2316 İSPİR KÖP.	2320 LALELİ	2322 ALTINSU
	Ortalama debi (m3/s)				
1979	58,3	200,4	34,4	28,4	157,1
1980	79,6	203,0	51,5	40,2	161,4
1981	60,0	190,6	34,6	29,2	148,1
1982	61,3	182,8	34,9	31,3	146,4
1983	36,2	142,0	20,8	16,2	104,0
1984	65,6	185,1	36,1	28,8	146,1
1985	52,2	170,4	34,5	23,9	127,9
1986	77,2	206,4	44,2	28,5	166,3
1987	88,9	231,2	49,3	34,7	168,9
1988	115,0	290,4	58,2	49,9	230,5
1989	72,8	248,2	39,8	26,4	178,3
1990	69,7	227,6	36,8	24,9	178,9
1991	69,5	216,1	38,0	25,7	154,5
1992	70,1	232,7	40,4	23,8	180,3
1993	90,7	314,5	47,9	35,8	232,4
1994	48,4	174,0	24,8	17,3	122,2

Tablo 4.2 İstasyonların drenaj alanları

İSTASYON	2305 PETEREK	2315 KARŞIKÖY	2316 İSPİR KÖP.	2320 LALELİ	2322 ALTINSU
DRENAJ ALANI (km²)	7272.0	19654.4	5505.2	4759.2	18326.4

4.2. Sonuçlar

Bölüm 3.2'deki Sentetik Seri Türetme Programı ile 5 istasyon için ayrı ayrı modeller kurularak 5 istasyon için de AR(0) modeli elde edilmiştir. Modellerin en önemli parametreleri r_k 'lar Tablo 4.3 – Tablo 4.7'de ; modellerin belirlenmesini sağlayan “Çarpıklık Testi” Tablo 4.8'de , “Ki-kare Testi” Tablo 4.9'da, “Porte-Manteau Lack of Fit Testi” Tablo 4.10'da , “Anderson Testi” Tablo 4.11 – Tablo 4.15'te ve Şekil 4.1 – Şekil 4.5'te , “Akaike Information Criteria” sonuçları Tablo 4.16 – Tablo 4.20'de verilmiştir.

Bölüm 3.2'deki AR(0) için yardımcı program ile 4000'er adet seri üretilmiş ve Tablo 4.21 – Tablo 4.25'te ve Şekil 4.6 – Şekil 4.35'te sonuçlar gösterilmiştir.



Tablo 4.3 2305 İstasyonu için r_k 'lar

k	r_k
	Transforme edilmemiş
1	0,208073
2	0,151044
3	-0,133090
4	-0,016827
5	-0,088944
6	-0,105064
7	-0,202912
8	0,076772
9	0,049635
10	-0,077457

Tablo 4.4 2315 İstasyonu için r_k 'lar

k	r_k
	Transforme edilmemiş
1	0,172541
2	0,072151
3	0,111862
4	0,113066
5	0,036228
6	-0,182908
7	-0,153742
8	0,024134
9	-0,088165
10	-0,009199

Tablo 4.5 2316 İstasyonu için r_k 'lar

k	r_k
	Transforme edilmemiş
1	0,119464
2	0,088682
3	-0,159168
4	-0,078834
5	-0,384947
6	-0,217048
7	-0,177933
8	0,152365
9	0,069561
10	0,086212

Tablo 4.6 2320 İstasyonu için r_k 'lar

k	r_k
	Transforme edilmemiş
1	0,102634
2	0,198585
3	-0,004695
4	-0,021018
5	-0,164233
6	-0,120229
7	-0,105796
8	-0,052299

Tablo 4.7 2322 İstasyonu için r_k 'lar

k	r_k
	Transforme edilmemiş
1	0,168343
2	0,203407
3	-0,023778
4	0,030406
5	-0,078463
6	-0,183803
7	-0,197253

Tablo 4.8 Çarpıklık Testi sonuçları

İSTASYON	ALT SINIR	γ	ÜST SINIR	TEST
2305	-0,848705	-0,052130	0,848705	√
2315	-0,733430	0,483618	0,733430	√
2316	-0,733430	0,193677	0,733430	√
2320	-0,803433	-0,222182	0,803433	√
2322	-0,837636	0,755715	0,837636	√

Not: $\alpha=0.10$ seçilerek γ değerleri hesaplanmıştır.

Tablo 4.9 Ki-kare Testi sonuçları

İSTASYON	N	$k = 1 + 3.3 * \log(N)$	χ^2	α	n	χ^2_{max}	TEST
2305	32	6	7,06250	0,95	4	9,488	√
2315	30	6	8,00000	0,95	4	9,488	√
2316	30	6	7,20000	0,95	4	9,488	√
2320	25	6	12,04000	0,99	4	13,280	√
2322	23	5	6,56522	0,95	3	7,815	√

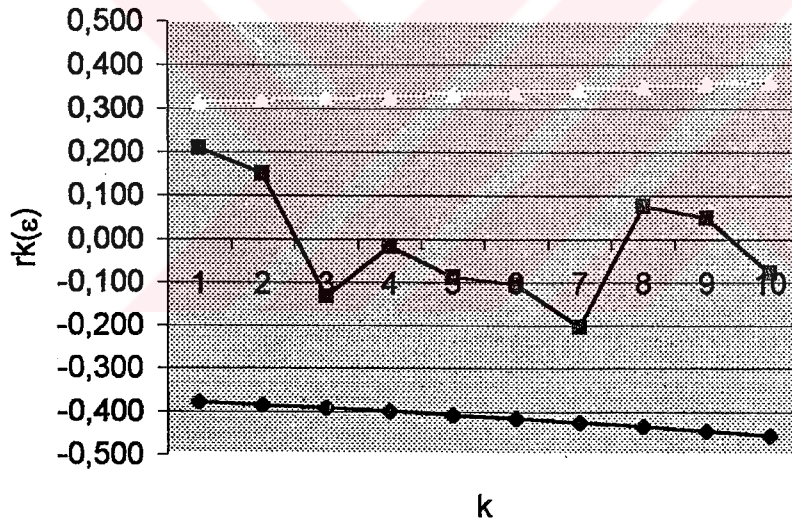
Tablo 4.10 Porte Manteau Lack Of Fit Testi sonuçları

İSTASYON	N	$L=0.30*N$	$n=L-p-q$	Q	χ^2	TEST
2305	32	9	9	4,88272	16,92	√
2315	30	9	9	3,81101	16,92	√
2316	30	9	9	9,26080	16,92	√
2320	25	7	7	2,57636	14,07	√
2322	23	6	6	2,55631	12,59	√

Not: $\alpha = 0,95$ seçilmiştir.

Tablo 4.11 2305 İstasyonunda Anderson Testi Sonuçları

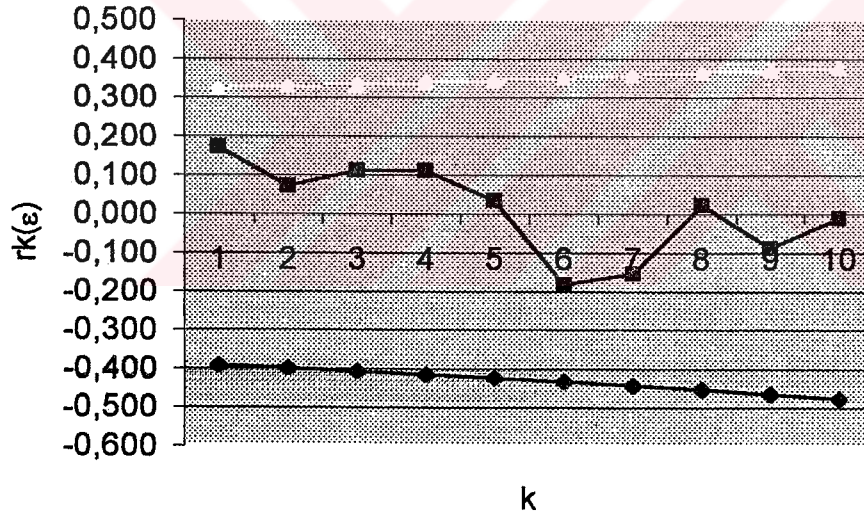
k	$r_k(\varepsilon)_{ALT}$	$r_k(\varepsilon)$	$r_k(\varepsilon)_{ÜST}$
1	-0,378560069	0,20807	0,31404394
2	-0,385164101	0,15104	0,318497434
3	-0,392115350	-0,13309	0,323149832
4	-0,399444955	-0,01683	0,328016384
5	-0,407188083	-0,08894	0,333114009
6	-0,415384615	-0,10506	0,338461538
7	-0,424079992	-0,20291	0,344079992
8	-0,433326241	0,07677	0,349992908
9	-0,443183256	0,04963	0,356226734
10	-0,453720380	-0,07746	0,362811289



Şekil 4.1 2305 İstasyonunda Anderson Test sonuçları grafiği

Tablo 4.12 2315 İstasyonunda Anderson Testi Sonuçları

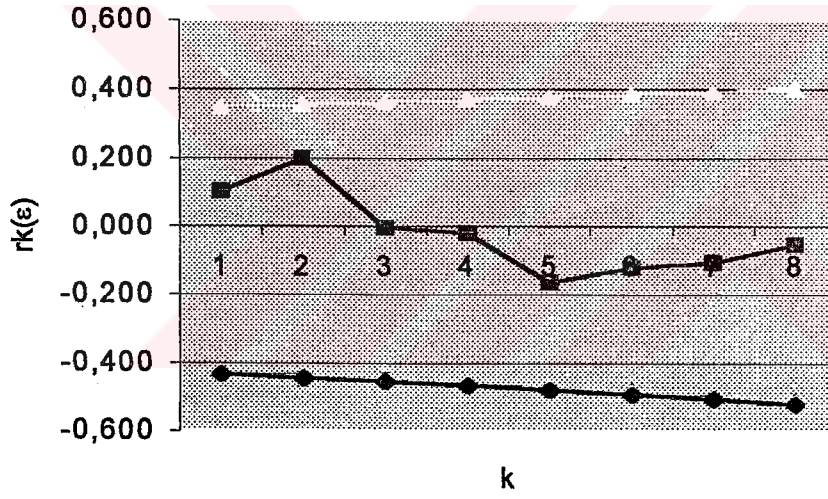
k	$r_k(\varepsilon)_{ALT}$	$r_k(\varepsilon)$	$r_k(\varepsilon)_{ÜST}$
1	-0,3921	0,17254	0,323150
2	-0,3994	0,07215	0,328016
3	-0,4072	0,11186	0,333114
4	-0,4154	0,11307	0,338462
5	-0,4241	0,03623	0,344080
6	-0,4333	-0,18291	0,349993
7	-0,4432	-0,15374	0,356227
8	-0,4537	0,02413	0,362811
9	-0,4650	-0,08816	0,369780
10	-0,4772	-0,00920	0,377172



Şekil 4.2 2315 İstasyonunda Anderson Test sonuçları grafiği

Tablo 4.14 2320 İstasyonunda Anderson Testi Sonuçları

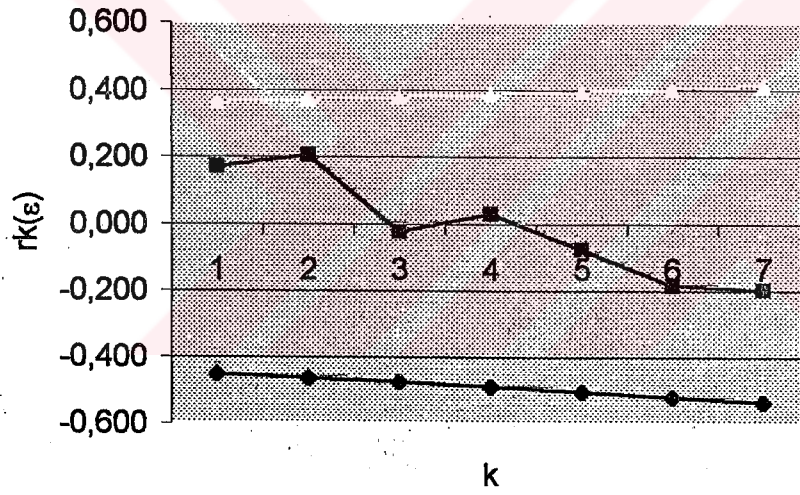
k	$r_k(\epsilon)_{ALT}$	$r_k(\epsilon)$	$r_k(\epsilon)_{ÜST}$
1	-0,4333	0,10263	0,34999
2	-0,4432	0,19859	0,35623
3	-0,4537	-0,00469	0,36281
4	-0,4650	-0,02102	0,36978
5	-0,4772	-0,16423	0,37717
6	-0,4903	-0,12023	0,38503
7	-0,5045	-0,10580	0,39340
8	-0,5200	-0,05230	0,40235



Şekil 4.4 2320 İstasyonunda Anderson Test sonuçları grafiği

Tablo 4.15 2322 İstasyonunda Anderson Testi Sonuçları

k	$r_k(\varepsilon)_{ALT}$	$r_k(\varepsilon)$	$r_k(\varepsilon)_{ÜST}$
1	-0,4537	0,16834	0,36281
2	-0,4650	0,20341	0,36978
3	-0,4772	-0,02378	0,37717
4	-0,4903	0,03041	0,38503
5	-0,5045	-0,07846	0,39340
6	-0,5200	-0,18380	0,40235
7	-0,5369	-0,19725	0,41194



Şekil 4.5 2322 İstasyonunda Anderson Test sonuçları grafiği

Tablo 4.16 2305 İstasyonu için Akaike Information Criteria

MODEL	N	σ_e^2	AIC	TEST
AR(0)	32	271,9411	179,379	√
AR(1)	32	268,5601	180,978	
AR(2)	32	273,9920	183,619	
ARMA(1,1)	32	255,6452	181,401	

Tablo 4.17 2315 İstasyonu için Akaike Information Criteria

MODEL	N	σ_e^2	AIC	TEST
AR(0)	30	2025,4850	228,407	√
AR(1)	30	2032,9500	230,517	
AR(2)	30	2101,5380	233,513	
ARMA(1,1)	30	1961,8180	231,449	

Tablo 4.18 2316 İstasyonu için Akaike Information Criteria

MODEL	N	σ_e^2	AIC	TEST
AR(0)	30	76,3551	130,062	√
AR(1)	30	77,8607	132,648	
AR(2)	30	80,1819	135,529	
ARMA(1,1)	30	76,3245	134,050	

Tablo 4.19 2320 İstasyonu için Akaike Information Criteria

MODEL	N	σ_e^2	AIC	TEST
AR(0)	25	79,3314	109,341	√
AR(1)	25	81,7664	112,097	
AR(2)	25	82,2396	114,241	
ARMA(1,1)	25	339,8681	149,714	

Tablo 4.20 2322 İstasyonu için Akaike Information Criteria

MODEL	N	σ_e^2	AIC	TEST
AR(0)	23	0,0343	-77,577	√
AR(1)	23	0,0358	-74,556	
AR(2)	23	0,0376	-71,488	
ARMA(1,1)	23	0,0510	-64,425	

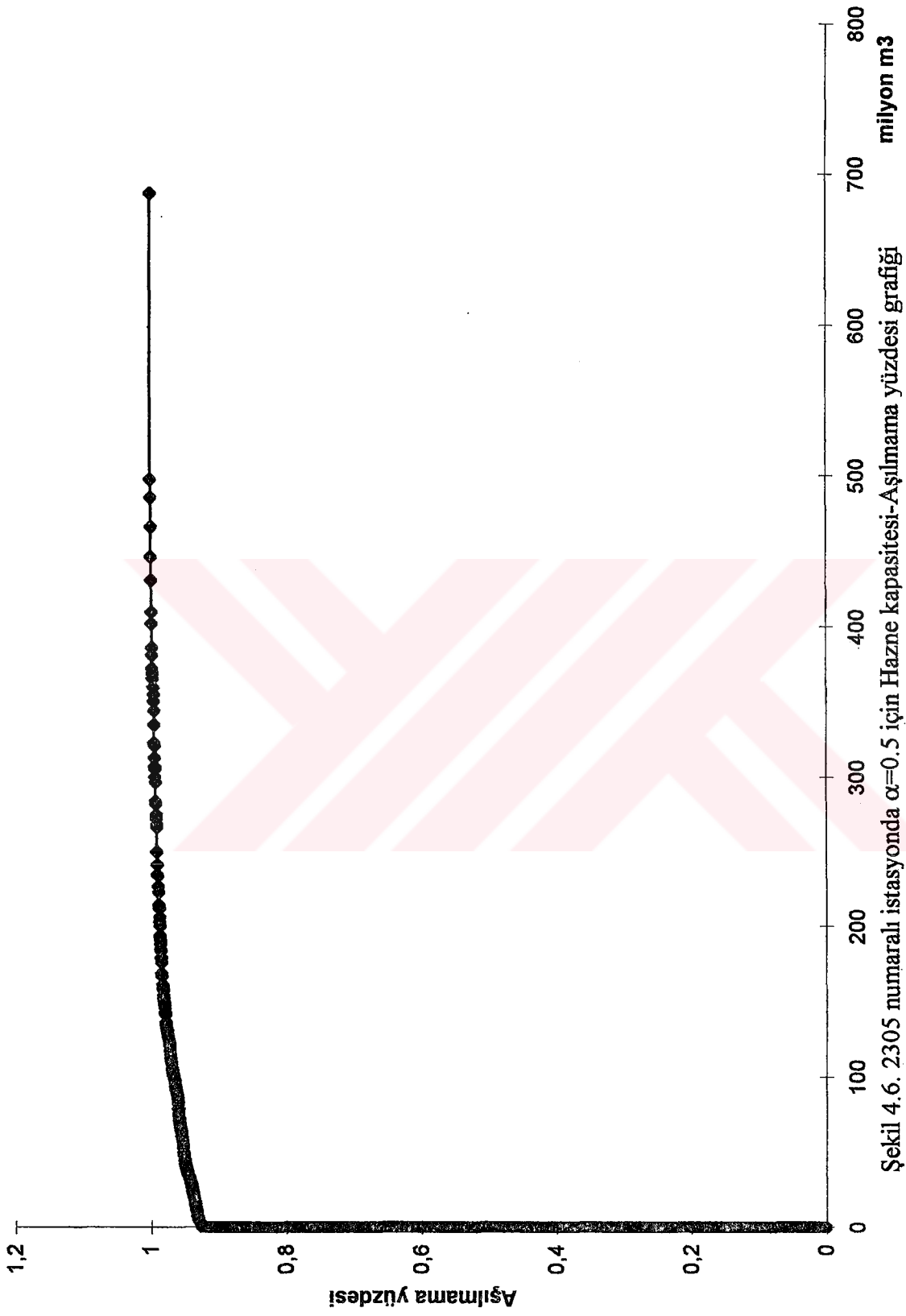
Tablo 4.21 2305 İstasyonu için hazne kapasiteleri

ÇORUH 2305						
Aşılmama yüzdesi	α					
	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1
	Hazne Kapasitesi (milyon m3)					
0,01	0,000	0,000	0,000	94,005	375,090	1544,846
0,02	0,000	0,000	0,000	130,521	404,990	1645,361
0,03	0,000	0,000	0,000	142,960	431,699	1714,512
0,04	0,000	0,000	0,000	157,724	453,372	1754,182
0,05	0,000	0,000	0,000	167,752	473,470	1799,610
0,06	0,000	0,000	0,000	178,248	486,084	1859,798
0,07	0,000	0,000	0,000	185,752	497,814	1895,395
0,08	0,000	0,000	0,000	195,496	510,628	1934,994
0,09	0,000	0,000	0,000	202,469	521,686	1968,483
0,10	0,000	0,000	0,000	208,714	533,723	1992,558
0,11	0,000	0,000	0,000	215,406	543,251	2021,454
0,12	0,000	0,000	0,000	222,719	551,017	2049,225
0,13	0,000	0,000	1,634	229,151	558,661	2079,016
0,14	0,000	0,000	7,040	234,625	566,973	2107,829
0,15	0,000	0,000	11,066	238,791	574,813	2126,652
0,16	0,000	0,000	15,510	244,217	584,890	2147,504
0,17	0,000	0,000	20,387	248,585	591,962	2168,869
0,18	0,000	0,000	24,620	254,884	600,377	2187,018
0,19	0,000	0,000	29,375	259,316	607,869	2204,022
0,20	0,000	0,000	33,849	265,174	615,277	2223,109
0,21	0,000	0,000	38,107	269,493	621,538	2243,009
0,22	0,000	0,000	43,093	274,046	628,547	2260,470
0,23	0,000	0,000	47,436	279,007	635,034	2283,188
0,24	0,000	0,000	52,317	283,836	640,847	2302,128
0,25	0,000	0,000	56,157	289,543	650,263	2319,613
0,26	0,000	0,000	60,092	294,890	656,636	2340,262
0,27	0,000	0,000	64,072	299,494	662,439	2354,023
0,28	0,000	0,000	69,515	306,049	668,918	2367,811
0,29	0,000	0,000	72,788	309,709	675,330	2384,842
0,30	0,000	0,000	76,888	313,789	681,378	2400,535
0,31	0,000	0,000	81,029	317,625	688,041	2418,324
0,32	0,000	0,000	83,780	321,970	692,722	2439,026
0,33	0,000	0,000	87,907	325,993	697,492	2456,359
0,34	0,000	0,000	92,403	329,575	705,539	2472,951
0,35	0,000	0,000	96,127	333,576	712,557	2486,856
0,36	0,000	0,000	100,104	337,472	717,971	2506,807
0,37	0,000	0,000	104,307	342,249	723,561	2522,093
0,38	0,000	0,000	108,449	347,065	728,722	2537,122
0,39	0,000	0,000	112,129	350,657	735,505	2555,997
0,40	0,000	0,000	116,024	356,201	745,596	2575,181
0,41	0,000	0,000	120,785	362,145	753,408	2586,369
0,42	0,000	0,000	125,405	366,525	759,893	2607,504
0,43	0,000	0,000	129,291	370,517	766,603	2627,678
0,44	0,000	0,000	132,874	374,284	773,431	2643,376
0,45	0,000	0,000	137,195	379,206	779,968	2659,120
0,46	0,000	0,000	141,530	383,544	785,700	2672,027
0,47	0,000	0,000	146,336	386,093	791,515	2689,894
0,48	0,000	0,000	150,287	391,587	799,650	2706,324
0,49	0,000	0,000	153,929	396,958	806,600	2725,384
0,50	0,000	0,000	157,228	402,098	815,058	2746,849

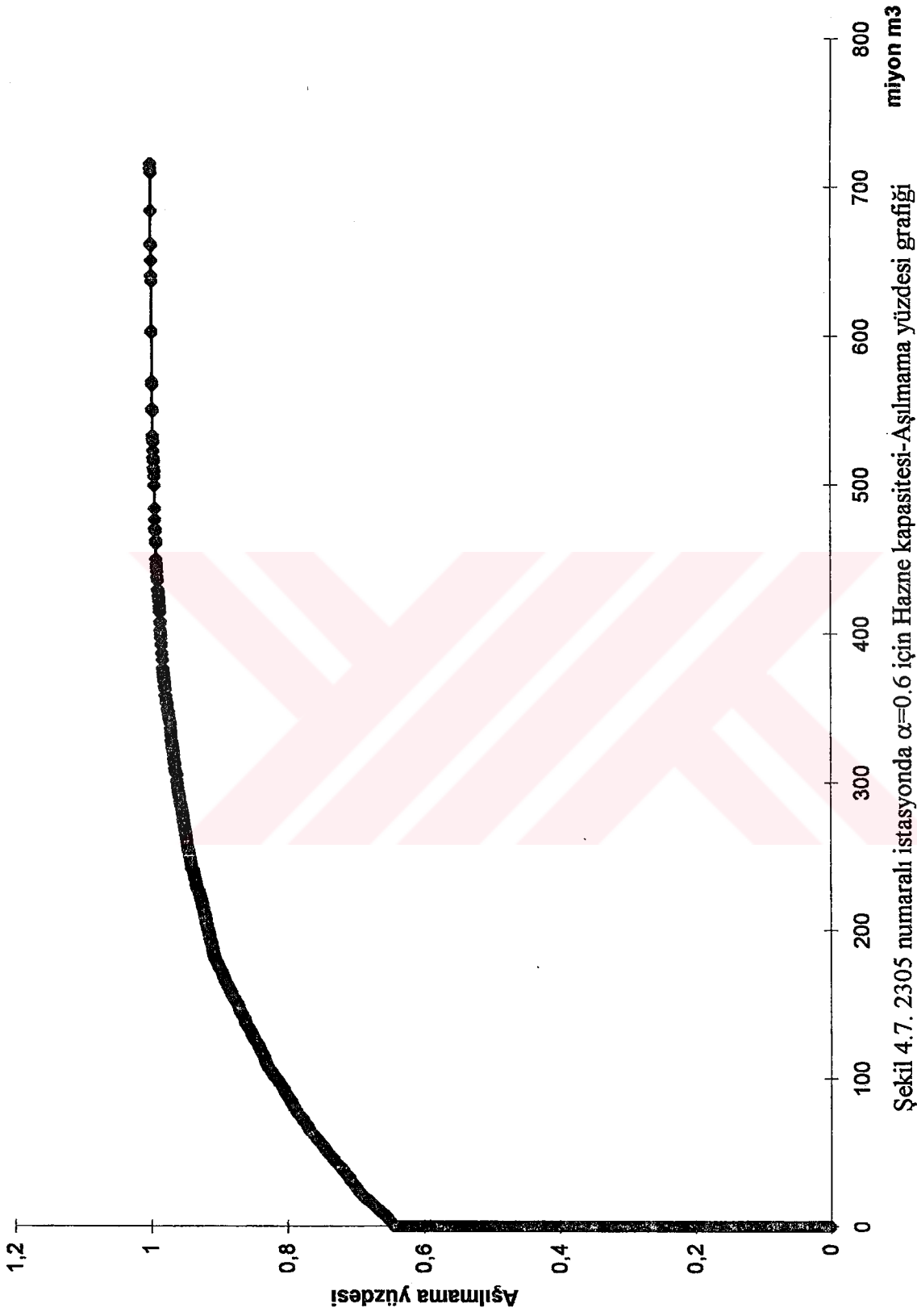
Tablo 4.21'in devamı

ÇORUH 2305						
Aşılmama yüzdesi	α					
	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1
	Hazine Kapasitesi (milyon m3)					
0,51	0,000	0,000	161,725	407,573	820,477	2766,704
0,52	0,000	0,000	165,179	411,888	825,112	2784,052
0,53	0,000	0,000	169,447	417,304	835,781	2806,134
0,54	0,000	0,000	173,655	421,462	842,257	2820,618
0,55	0,000	0,000	177,846	425,444	848,210	2838,931
0,56	0,000	0,000	182,766	429,870	854,074	2856,631
0,57	0,000	0,000	186,704	435,610	862,019	2879,283
0,58	0,000	0,000	192,330	440,239	869,699	2899,045
0,59	0,000	0,000	196,302	444,554	876,708	2916,040
0,60	0,000	0,000	200,575	448,163	884,544	2936,898
0,61	0,000	0,000	206,399	454,661	892,893	2956,365
0,62	0,000	0,000	210,490	459,526	900,683	2977,348
0,63	0,000	0,000	214,427	464,139	907,265	2996,013
0,64	0,000	0,000	220,408	470,544	917,541	3015,554
0,65	0,000	3,841	224,625	475,312	925,753	3040,542
0,66	0,000	8,343	229,105	481,312	935,541	3056,444
0,67	0,000	12,655	235,445	487,012	942,578	3077,267
0,68	0,000	17,163	240,253	491,925	954,035	3099,285
0,69	0,000	20,173	245,835	497,494	964,757	3125,646
0,70	0,000	26,439	251,126	503,353	973,167	3144,898
0,71	0,000	33,009	256,741	509,288	982,515	3167,709
0,72	0,000	38,405	262,055	514,053	992,549	3193,944
0,73	0,000	43,444	268,963	518,889	1002,220	3218,921
0,74	0,000	49,146	274,502	528,443	1013,791	3237,464
0,75	0,000	55,124	279,127	533,764	1025,206	3269,009
0,76	0,000	60,766	284,310	541,356	1035,563	3301,308
0,77	0,000	67,065	290,143	547,508	1046,584	3327,799
0,78	0,000	73,691	297,235	554,060	1059,835	3350,612
0,79	0,000	80,334	304,382	562,182	1071,131	3389,537
0,80	0,000	87,788	310,354	568,616	1084,460	3417,856
0,81	0,000	95,950	318,783	577,480	1096,740	3451,801
0,82	0,000	102,029	328,630	585,022	1110,707	3476,667
0,83	0,000	108,899	336,184	594,724	1124,937	3511,332
0,84	0,000	119,497	344,934	603,437	1142,600	3546,942
0,85	0,000	127,719	352,646	615,716	1164,249	3579,784
0,86	0,000	136,163	361,883	622,903	1179,023	3613,180
0,87	0,000	145,694	368,657	632,755	1193,745	3654,098
0,88	0,000	154,982	378,785	641,737	1212,606	3695,079
0,89	0,000	164,545	388,317	655,472	1234,849	3733,620
0,90	0,000	174,222	400,389	667,748	1266,116	3802,620
0,91	0,000	187,841	412,110	684,917	1290,806	3849,972
0,92	0,000	207,577	428,976	701,749	1324,011	3904,125
0,93	5,320	226,236	447,742	716,112	1357,983	3975,018
0,94	24,526	241,294	463,879	743,844	1392,256	4046,201
0,95	42,339	267,017	496,050	777,602	1446,496	4128,803
0,96	74,532	293,233	521,703	821,263	1511,539	4231,384
0,97	108,924	327,278	553,206	864,801	1582,571	4347,752
0,98	146,015	367,449	591,118	935,221	1671,732	4514,728
0,99	226,790	436,967	667,784	1036,621	1801,774	4752,053
1,00	686,657	714,382	1074,434	2112,840	2661,033	5983,190

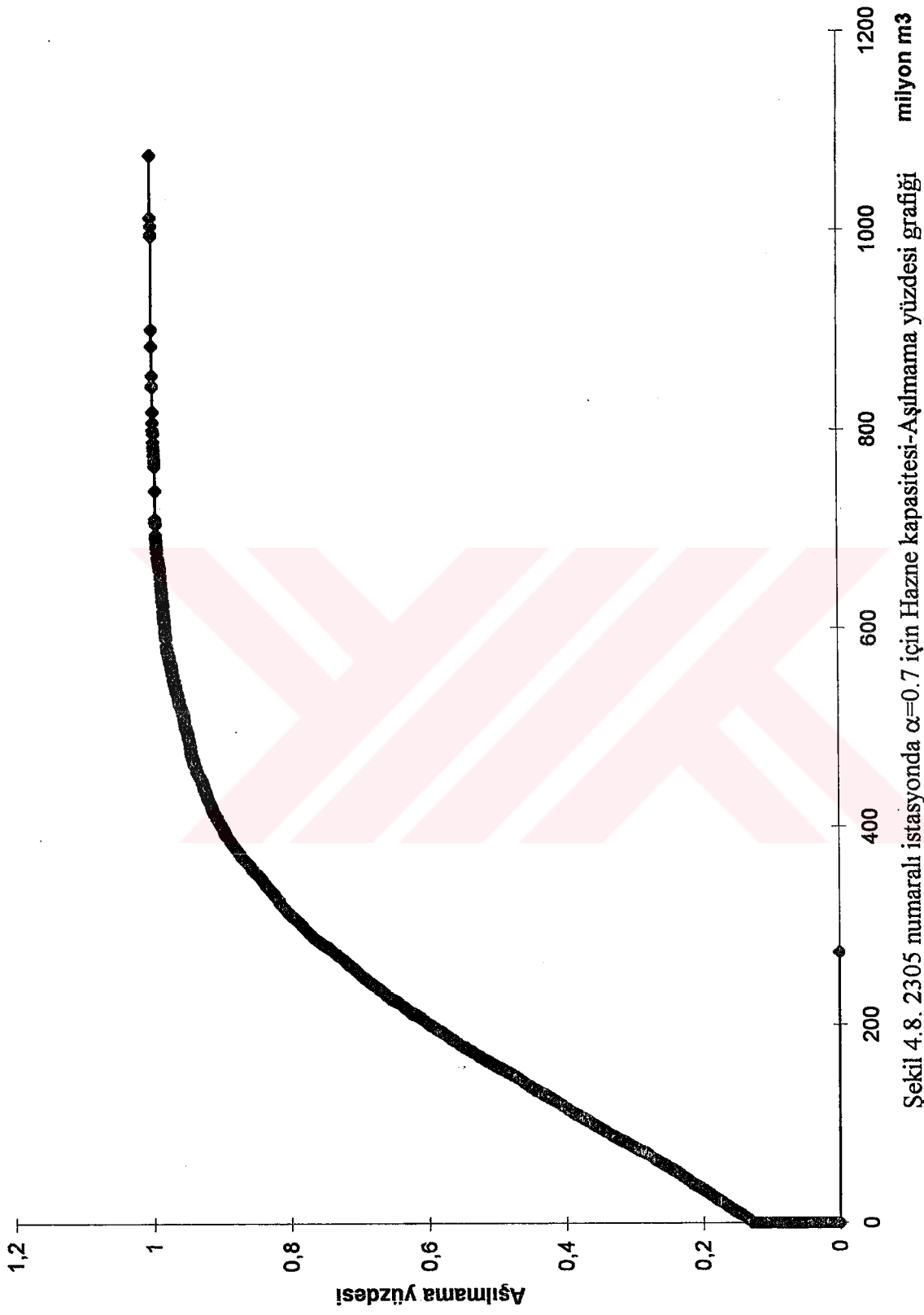
T.C. YÜKSEK ÖĞRETİM KURULU
Yükseköğretim Kurulu Başkanlığı
Yükseköğretim Kurulu Başkanlığı



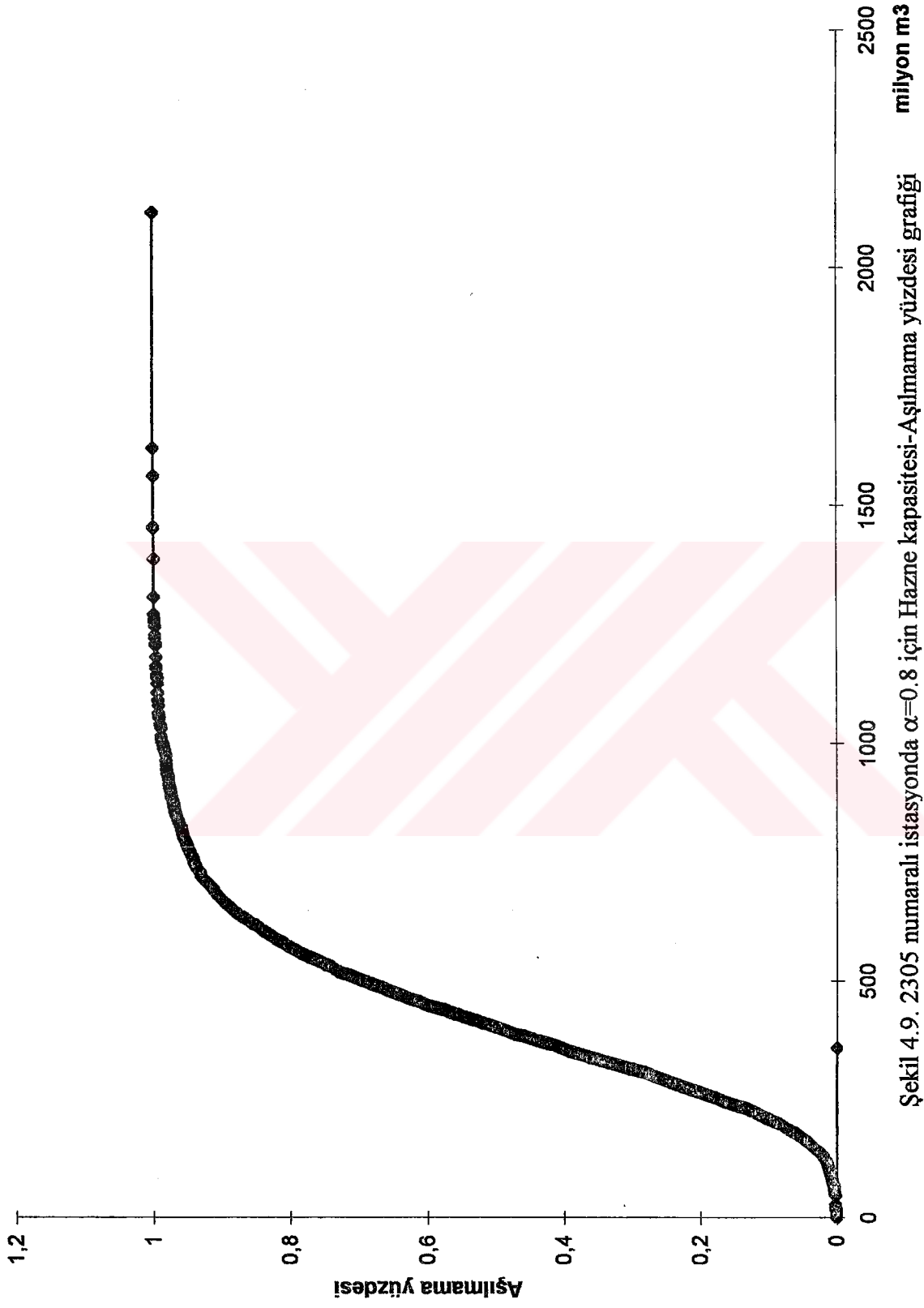
Şekil 4.6. 2305 numaralı istasyonda $\alpha=0.5$ için Hazne kapasitesi-Aşılma yüzdesi grafiği



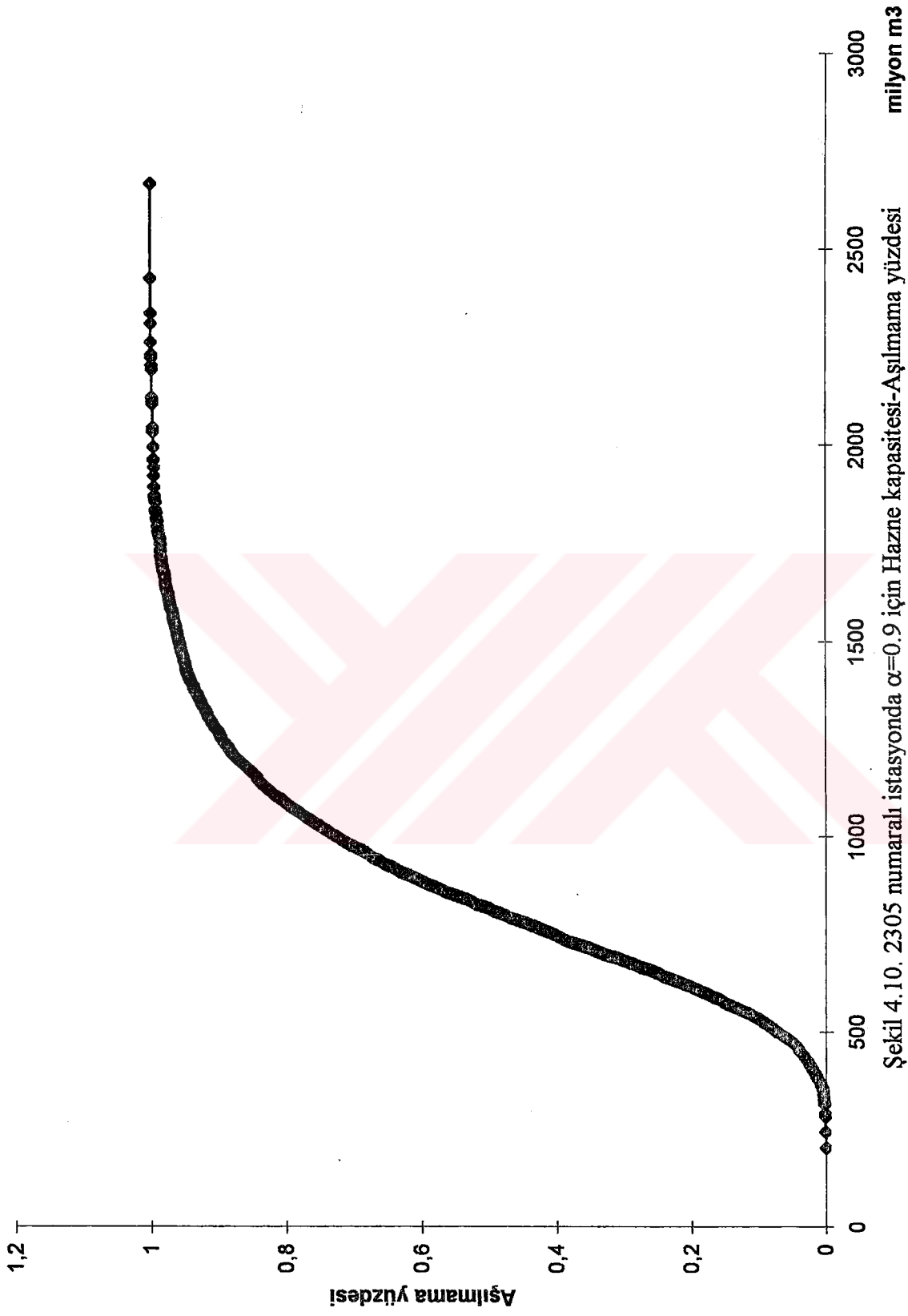
Şekil 4.7. 2305 numaralı istasyonda $\alpha=0.6$ için Hazne kapasitesi-Aşılmama yüzdesi grafiği



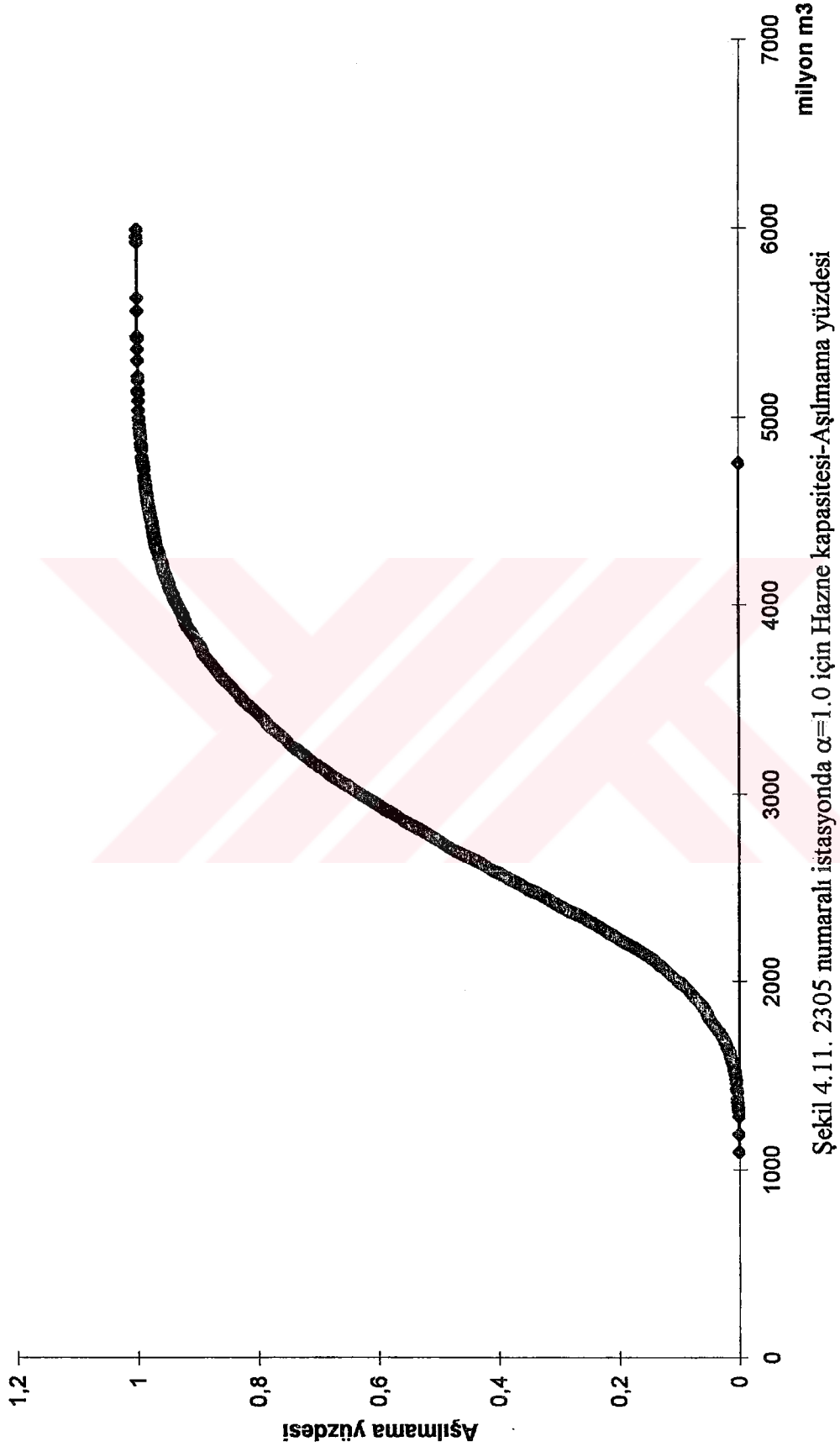
Şekil 4.8. 2305 numaralı istasyonda $\alpha=0.7$ için Hazne kapasitesi-Aşılma yüzdesi grafiği



Şekil 4.9. 2305 numaralı istasyonda $\alpha=0.8$ için Hazne kapasitesi-Aşılma yüzdesi grafiği



Şekil 4.10. 2305 numaralı istasyonda $\alpha=0.9$ için Hazine kapasitesi-Aşılma yüzdesi



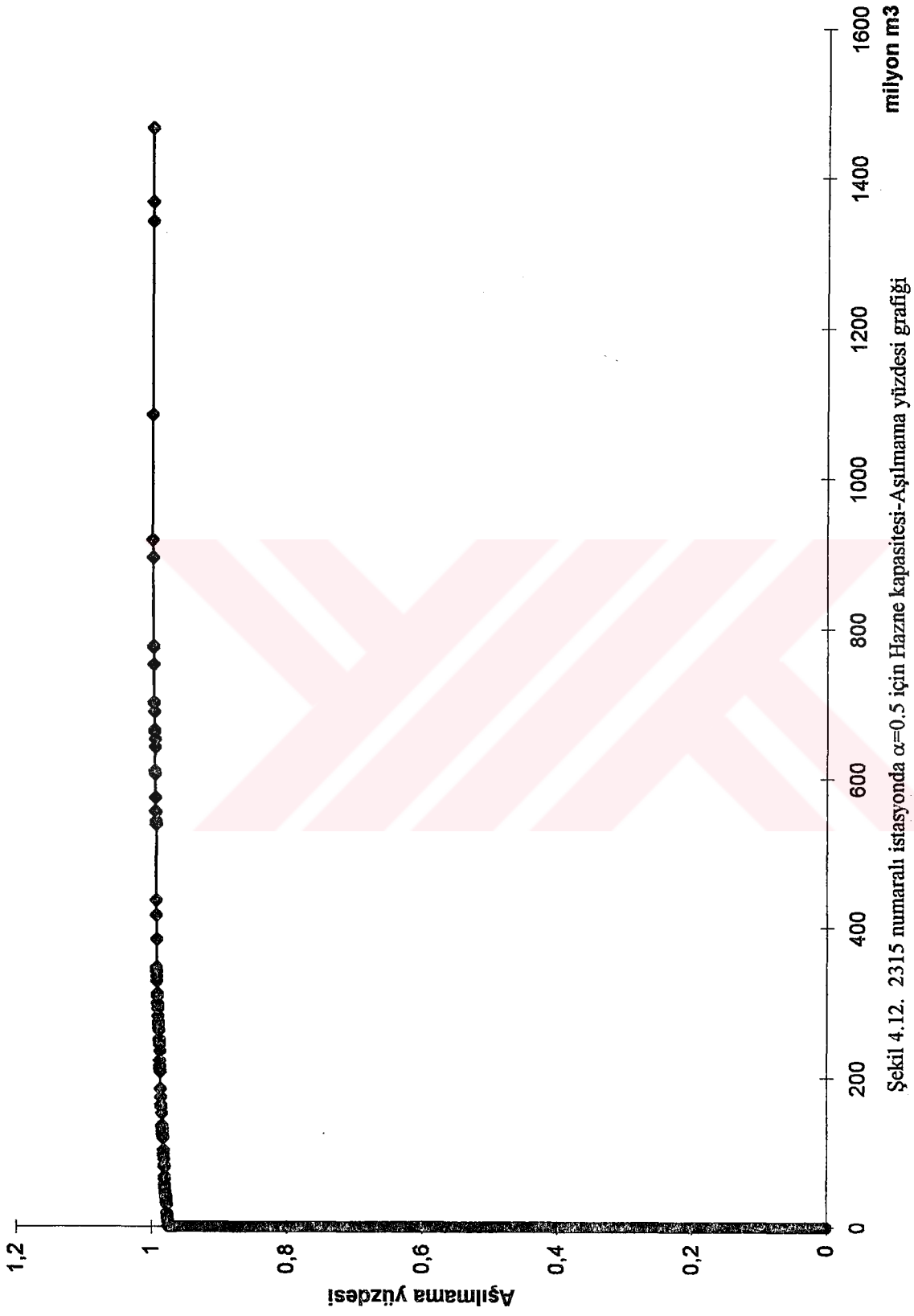
Şekil 4.11. 2305 numaralı istasyonda $\alpha=1.0$ için Hazne kapasitesi-Aşılma yüzdesi

Tablo 4.22 2315 İstasyonu için hazne kapasiteleri

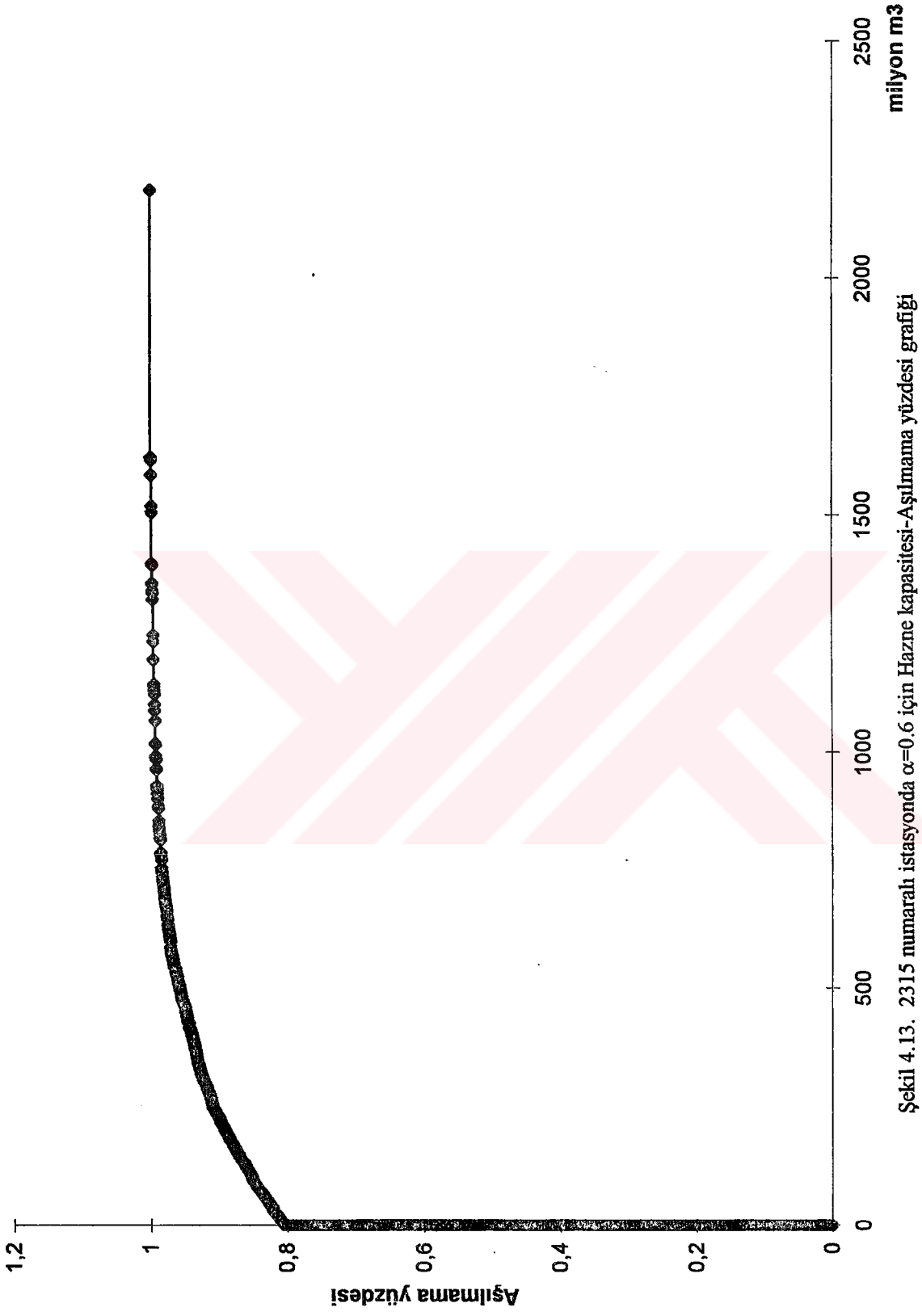
ÇORUH 2315						
Aşılmama yüzdesi	α					
	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
	Hazne Kapasitesi (milyon m3)					
0,01	0,000	0,000	0,000	115,957	926,226	4290,719
0,02	0,000	0,000	0,000	190,234	1013,514	4477,144
0,03	0,000	0,000	0,000	257,671	1085,263	4637,766
0,04	0,000	0,000	0,000	304,370	1131,509	4757,650
0,05	0,000	0,000	0,000	337,069	1178,579	4866,244
0,06	0,000	0,000	0,000	365,380	1215,589	5012,193
0,07	0,000	0,000	0,000	387,050	1257,754	5126,703
0,08	0,000	0,000	0,000	407,795	1290,832	5235,159
0,09	0,000	0,000	0,000	429,170	1324,649	5311,495
0,1	0,000	0,000	0,000	448,820	1352,146	5433,038
0,11	0,000	0,000	0,000	472,990	1380,255	5504,464
0,12	0,000	0,000	0,000	494,630	1403,242	5580,021
0,13	0,000	0,000	0,000	509,990	1432,346	5655,455
0,14	0,000	0,000	0,000	526,366	1456,653	5717,250
0,15	0,000	0,000	0,000	544,558	1475,234	5775,355
0,16	0,000	0,000	0,000	556,413	1491,535	5839,701
0,17	0,000	0,000	0,000	570,126	1514,287	5888,925
0,18	0,000	0,000	0,000	583,110	1530,815	5941,127
0,19	0,000	0,000	0,000	597,206	1547,271	5990,285
0,2	0,000	0,000	0,000	612,675	1575,325	6072,525
0,21	0,000	0,000	0,000	624,065	1594,324	6125,732
0,22	0,000	0,000	0,000	639,719	1613,256	6187,682
0,23	0,000	0,000	0,000	653,215	1630,253	6235,282
0,24	0,000	0,000	0,000	667,048	1645,513	6286,134
0,25	0,000	0,000	0,000	675,862	1668,178	6334,258
0,26	0,000	0,000	7,207	688,872	1686,023	6381,978
0,27	0,000	0,000	18,786	701,189	1704,226	6434,423
0,28	0,000	0,000	27,148	711,316	1717,873	6478,582
0,29	0,000	0,000	40,607	719,274	1736,729	6533,417
0,3	0,000	0,000	56,443	733,371	1759,329	6598,233
0,31	0,000	0,000	66,919	744,648	1779,434	6639,246
0,32	0,000	0,000	75,783	757,077	1798,223	6691,952
0,33	0,000	0,000	82,562	766,938	1817,931	6736,711
0,34	0,000	0,000	92,013	776,686	1833,623	6794,438
0,35	0,000	0,000	104,431	788,560	1850,288	6844,384
0,36	0,000	0,000	114,707	798,809	1871,695	6882,637
0,37	0,000	0,000	124,690	812,420	1888,050	6919,607
0,38	0,000	0,000	137,135	823,509	1907,844	6969,935
0,39	0,000	0,000	147,087	833,715	1924,567	7014,726
0,4	0,000	0,000	158,449	847,981	1942,166	7053,531
0,41	0,000	0,000	167,728	861,266	1956,783	7098,448
0,42	0,000	0,000	176,512	874,068	1970,938	7150,917
0,43	0,000	0,000	191,409	883,863	1980,630	7200,236
0,44	0,000	0,000	201,052	899,009	1998,223	7256,651
0,45	0,000	0,000	212,681	912,229	2013,590	7305,346
0,46	0,000	0,000	223,274	923,603	2026,910	7357,645
0,47	0,000	0,000	236,048	932,882	2043,421	7412,906
0,48	0,000	0,000	244,091	942,829	2062,938	7459,251
0,49	0,000	0,000	255,099	955,624	2082,724	7506,580
0,5	0,000	0,000	266,642	967,764	2104,629	7549,365

Tablo 4.22'nin devamı

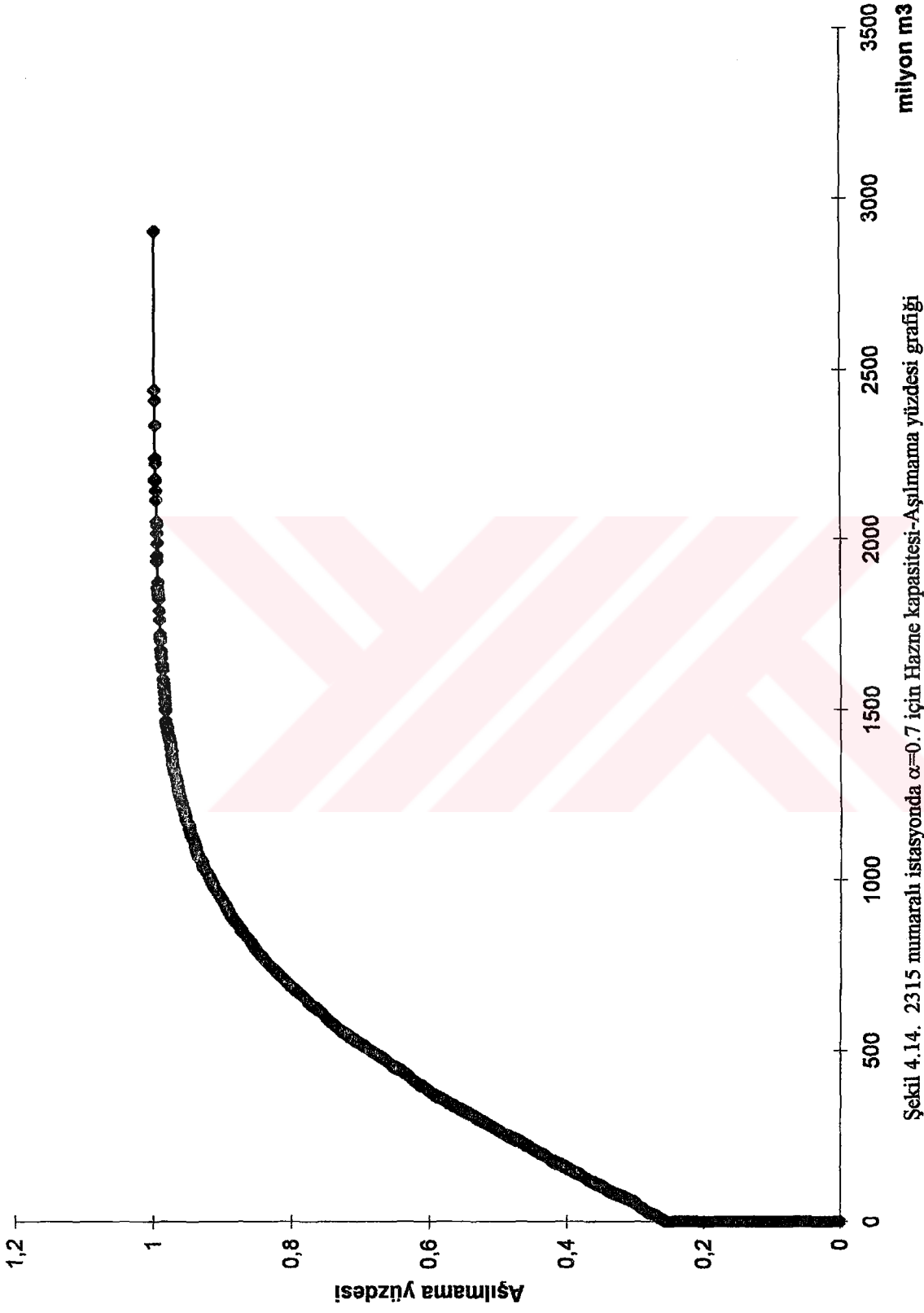
ÇORUH 2315						
Aşılmama Yüzdesi	α					
	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
	Hazne Kapasitesi (milyon m3)					
0,51	0,000	0,000	277,702	980,670	2120,548	7617,505
0,52	0,000	0,000	290,206	990,081	2138,503	7667,673
0,53	0,000	0,000	300,553	1000,334	2152,665	7713,690
0,54	0,000	0,000	313,261	1010,025	2170,379	7775,649
0,55	0,000	0,000	323,321	1024,896	2187,754	7811,997
0,56	0,000	0,000	333,336	1034,169	2205,263	7856,690
0,57	0,000	0,000	344,570	1051,068	2225,745	7924,429
0,58	0,000	0,000	356,037	1064,119	2244,876	8003,594
0,59	0,000	0,000	366,391	1073,889	2260,351	8044,392
0,6	0,000	0,000	380,892	1087,614	2281,891	8097,190
0,61	0,000	0,000	396,328	1101,690	2299,181	8151,980
0,62	0,000	0,000	408,092	1113,007	2322,362	8196,153
0,63	0,000	0,000	425,432	1124,529	2349,297	8246,115
0,64	0,000	0,000	439,139	1142,625	2365,366	8309,134
0,65	0,000	0,000	450,359	1154,866	2385,513	8357,797
0,66	0,000	0,000	464,242	1170,820	2407,948	8408,945
0,67	0,000	0,000	480,471	1184,850	2427,025	8467,656
0,68	0,000	0,000	492,773	1200,643	2459,410	8529,460
0,69	0,000	0,000	505,386	1216,919	2482,758	8580,422
0,7	0,000	0,000	517,470	1234,658	2512,860	8664,160
0,71	0,000	0,000	530,971	1247,629	2540,684	8718,849
0,72	0,000	0,000	544,314	1266,287	2575,212	8779,291
0,73	0,000	0,000	556,151	1286,272	2612,997	8840,181
0,74	0,000	0,000	574,313	1301,504	2640,404	8907,466
0,75	0,000	0,000	593,395	1319,939	2667,420	8983,115
0,76	0,000	0,000	614,683	1335,314	2696,557	9058,505
0,77	0,000	0,000	628,518	1354,631	2727,677	9133,560
0,78	0,000	0,000	650,009	1376,268	2763,391	9187,720
0,79	0,000	0,000	667,072	1395,342	2800,410	9255,409
0,8	0,000	0,000	681,706	1411,158	2836,450	9328,964
0,81	0,000	11,610	698,438	1425,935	2865,861	9433,502
0,82	0,000	30,656	720,277	1452,925	2904,626	9516,578
0,83	0,000	53,851	741,767	1476,969	2945,595	9591,864
0,84	0,000	72,517	763,163	1507,874	2982,828	9692,085
0,85	0,000	95,169	786,030	1533,481	3023,258	9795,208
0,86	0,000	121,322	815,260	1559,040	3061,024	9912,418
0,87	0,000	144,005	836,591	1588,268	3112,769	10015,635
0,88	0,000	171,431	866,119	1614,708	3165,025	10140,117
0,89	0,000	196,212	894,902	1652,599	3215,663	10300,597
0,9	0,000	225,787	930,608	1689,719	3288,278	10404,152
0,91	0,000	252,944	964,849	1730,321	3348,697	10593,816
0,92	0,000	295,897	1003,532	1787,395	3463,268	10765,744
0,93	0,000	333,329	1035,369	1843,937	3533,760	10942,450
0,94	0,000	398,659	1080,708	1893,369	3655,338	11048,508
0,95	0,000	457,871	1147,674	1971,481	3740,028	11297,476
0,96	0,000	507,287	1208,102	2039,351	3893,157	11519,886
0,97	0,000	568,826	1301,852	2165,432	4027,254	11824,366
0,98	52,062	688,797	1415,981	2304,820	4272,267	12158,831
0,99	264,050	898,704	1628,362	2549,768	4607,741	12710,030
1	1461,716	2180,800	2898,840	5209,921	6722,368	17129,513



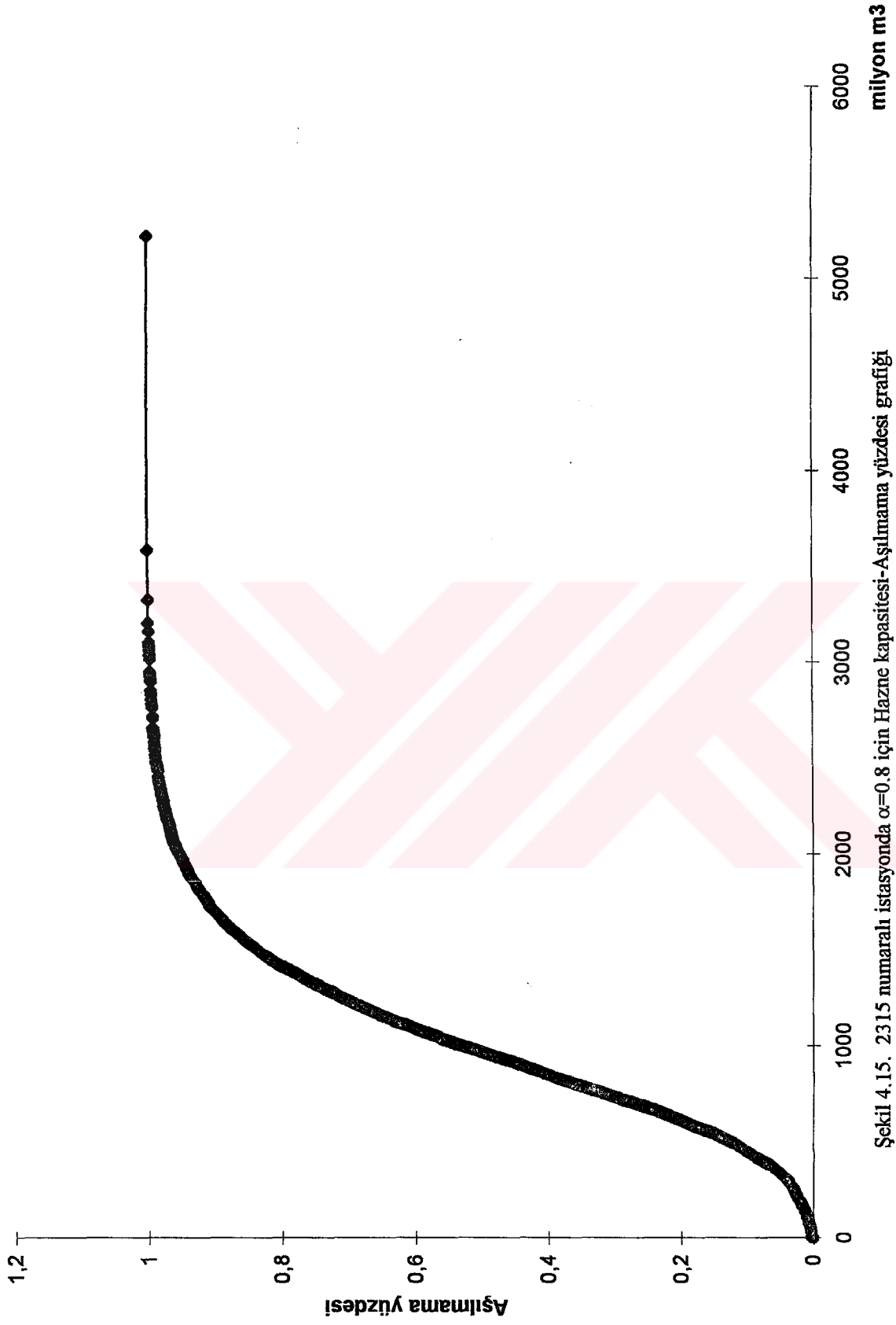
Şekil 4.12. 2315 numaralı istasyonda $\alpha=0.5$ için Hazne kapasitesi-Aşılma yüzdesi grafiği



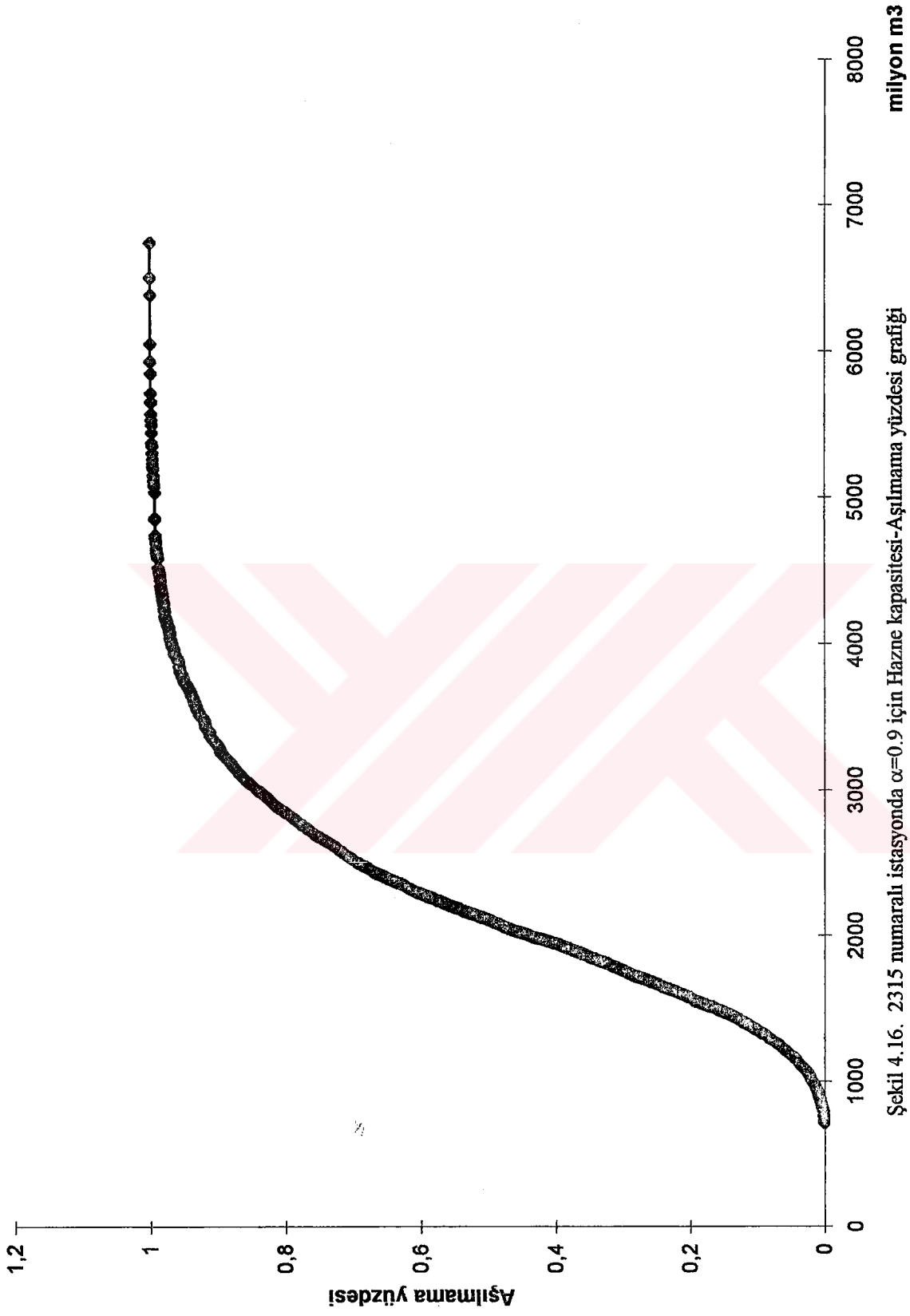
Şekil 4.13. 2315 numaralı istasyonda $\alpha=0.6$ için Hazine kapasitesi-Aşılmama yüzdesi grafiği



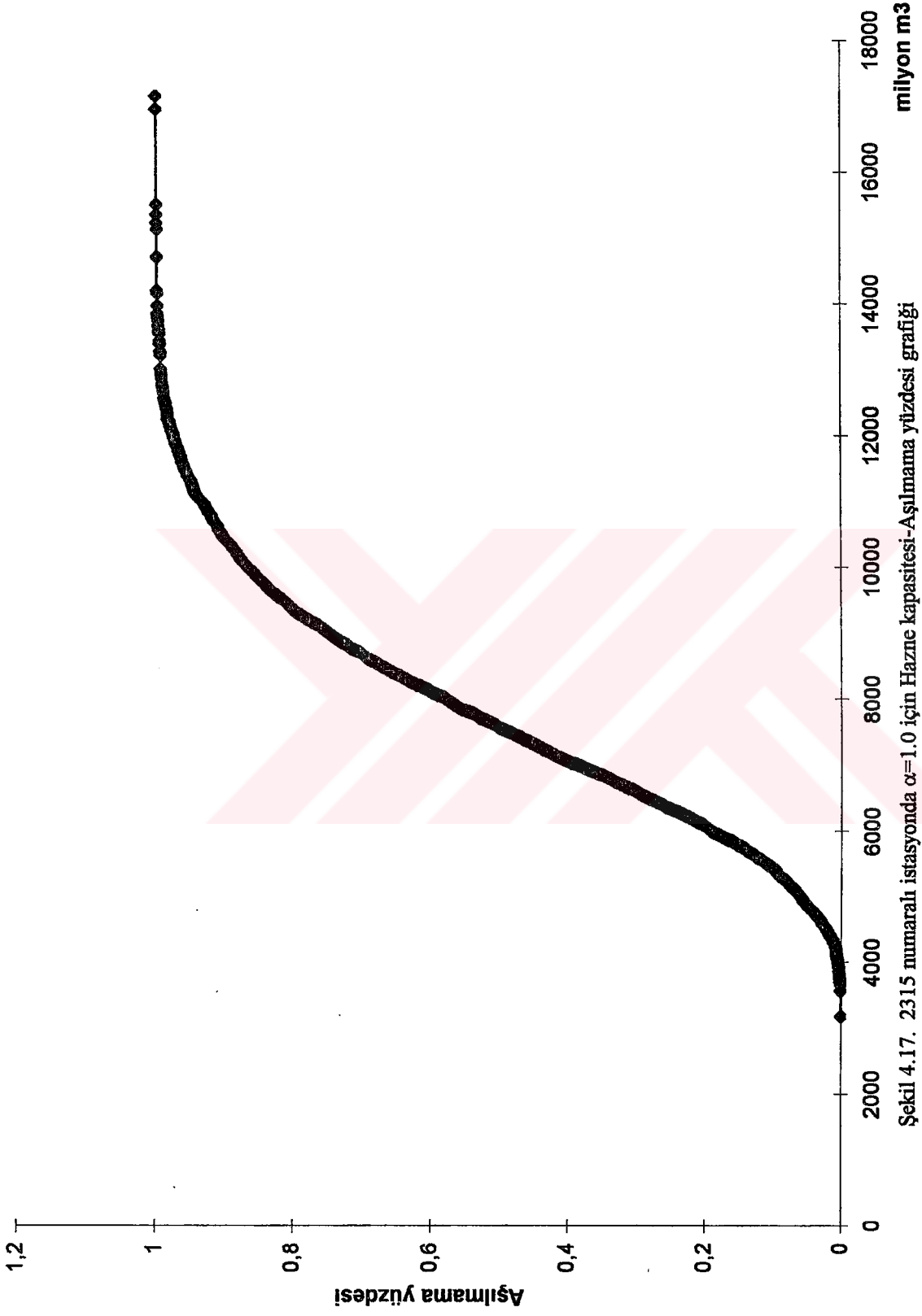
Şekil 4.14. 2315 numaralı istasyonda $\alpha=0.7$ için Hazine kapasitesi-Aşılma yüzdesi grafiği



Şekil 4.15. 2315 numaralı istasyonda $\alpha=0.8$ için Hazne kapasitesi-Aşılma yüzdesi grafiği



Şekil 4.16. 2315 numaralı istasyonda $\alpha=0.9$ için Hazne kapasitesi-Aşılma yüzdesi grafiği



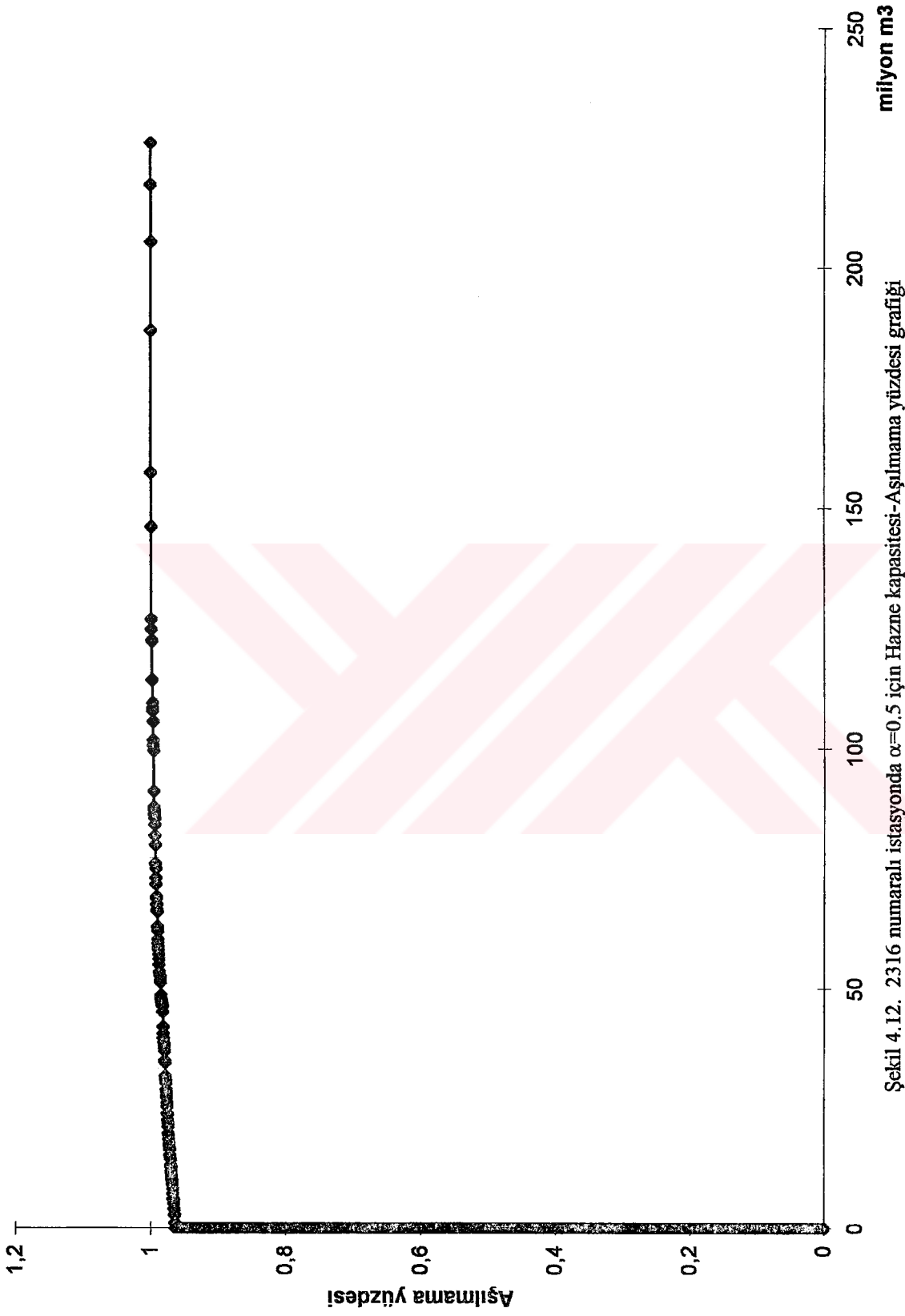
Şekil 4.17. 2315 numaralı istasyonda $\alpha=1.0$ için Hazine kapasitesi-Aşılama yüzdesi grafiği

Tablo 4.23 2316 İstasyonu için hazne kapasiteleri

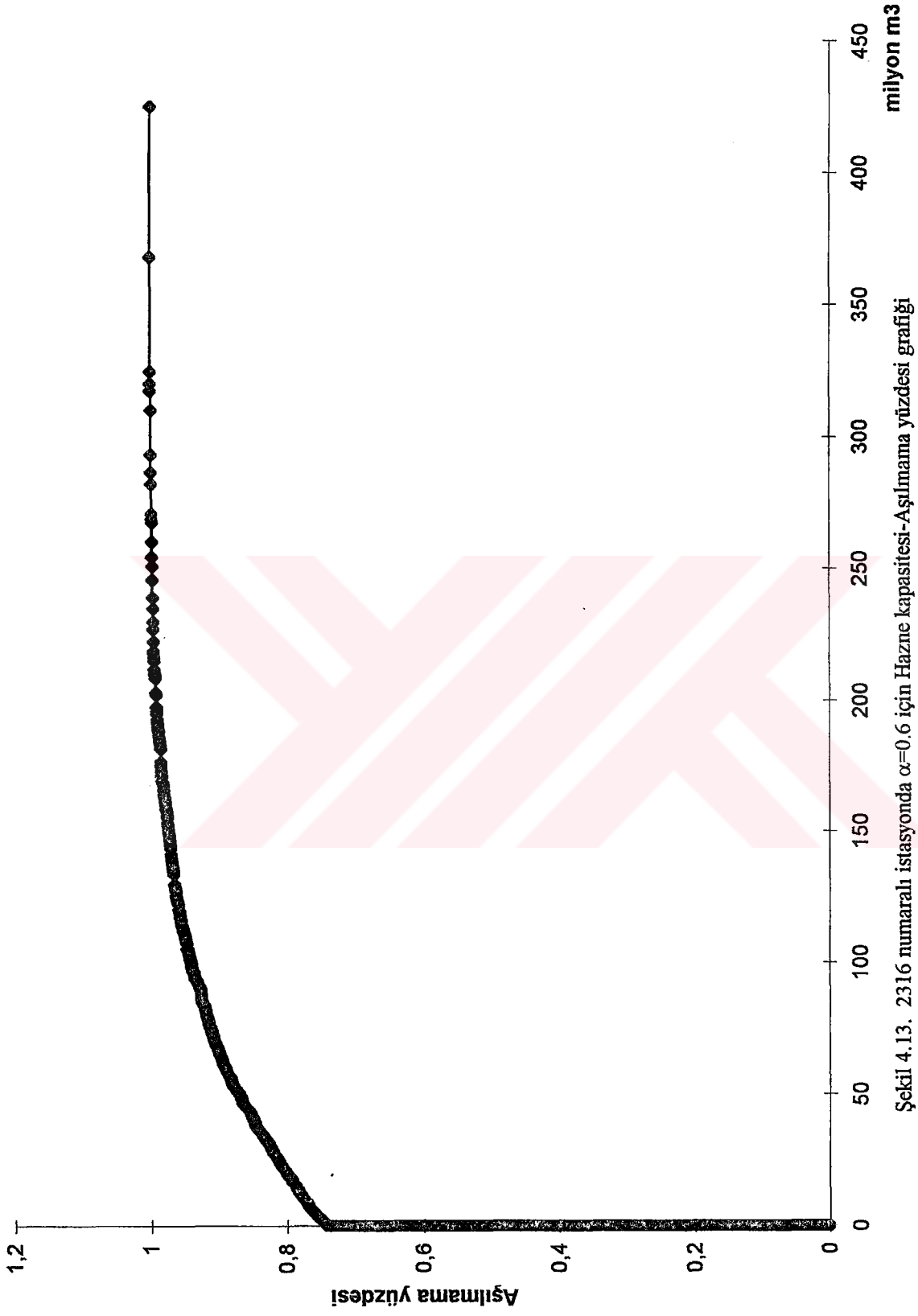
ÇORUH 2316						
Aşılmama yüzdesi	α					
	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
	Hazne Kapasitesi (milyon m3)					
0,01	0,000	0,000	0,000	33,130	192,610	804,924
0,02	0,000	0,000	0,000	49,369	208,300	848,758
0,03	0,000	0,000	0,000	58,106	219,530	881,382
0,04	0,000	0,000	0,000	64,672	230,291	913,339
0,05	0,000	0,000	0,000	71,050	239,279	937,804
0,06	0,000	0,000	0,000	75,964	245,947	959,263
0,07	0,000	0,000	0,000	80,217	252,059	991,986
0,08	0,000	0,000	0,000	85,067	257,494	1011,625
0,09	0,000	0,000	0,000	88,765	262,755	1030,131
0,1	0,000	0,000	0,000	91,728	268,021	1041,899
0,11	0,000	0,000	0,000	95,685	273,993	1058,340
0,12	0,000	0,000	0,000	99,011	279,628	1079,520
0,13	0,000	0,000	0,000	102,392	282,592	1092,178
0,14	0,000	0,000	0,000	106,137	287,356	1106,069
0,15	0,000	0,000	0,000	109,760	291,523	1118,642
0,16	0,000	0,000	0,000	112,679	294,888	1131,118
0,17	0,000	0,000	0,000	116,219	300,188	1142,709
0,18	0,000	0,000	0,000	119,736	304,321	1152,693
0,19	0,000	0,000	0,000	121,650	308,149	1164,956
0,2	0,000	0,000	0,000	124,212	312,323	1177,063
0,21	0,000	0,000	0,000	127,158	316,515	1185,386
0,22	0,000	0,000	2,368	130,012	319,533	1195,020
0,23	0,000	0,000	4,642	131,908	322,855	1208,608
0,24	0,000	0,000	6,490	134,681	327,130	1219,508
0,25	0,000	0,000	8,502	136,820	331,388	1228,746
0,26	0,000	0,000	10,143	140,293	334,276	1238,875
0,27	0,000	0,000	12,023	142,375	338,182	1249,759
0,28	0,000	0,000	13,944	145,105	341,420	1257,440
0,29	0,000	0,000	15,930	147,559	344,707	1265,620
0,3	0,000	0,000	18,441	150,646	347,453	1274,351
0,31	0,000	0,000	20,392	152,827	351,381	1285,465
0,32	0,000	0,000	22,574	155,463	354,821	1295,032
0,33	0,000	0,000	24,653	157,545	358,928	1303,334
0,34	0,000	0,000	26,574	159,243	362,667	1314,488
0,35	0,000	0,000	29,553	161,391	366,317	1322,534
0,36	0,000	0,000	31,462	164,097	370,039	1331,295
0,37	0,000	0,000	34,111	165,826	373,485	1341,205
0,38	0,000	0,000	36,004	168,137	377,233	1348,962
0,39	0,000	0,000	38,122	170,758	380,763	1360,047
0,4	0,000	0,000	39,971	173,000	383,914	1366,456
0,41	0,000	0,000	41,866	174,876	386,818	1374,726
0,42	0,000	0,000	43,757	177,049	390,340	1384,014
0,43	0,000	0,000	45,601	179,830	393,631	1395,066
0,44	0,000	0,000	48,095	182,234	397,292	1402,285
0,45	0,000	0,000	50,410	184,345	401,842	1411,378
0,46	0,000	0,000	52,554	186,024	404,083	1421,165
0,47	0,000	0,000	54,640	188,288	407,764	1432,746
0,48	0,000	0,000	57,046	190,219	411,064	1442,385
0,49	0,000	0,000	59,440	192,598	414,850	1449,407
0,5	0,000	0,000	62,102	195,161	419,192	1460,368

Tablo 4.23'ün devamı

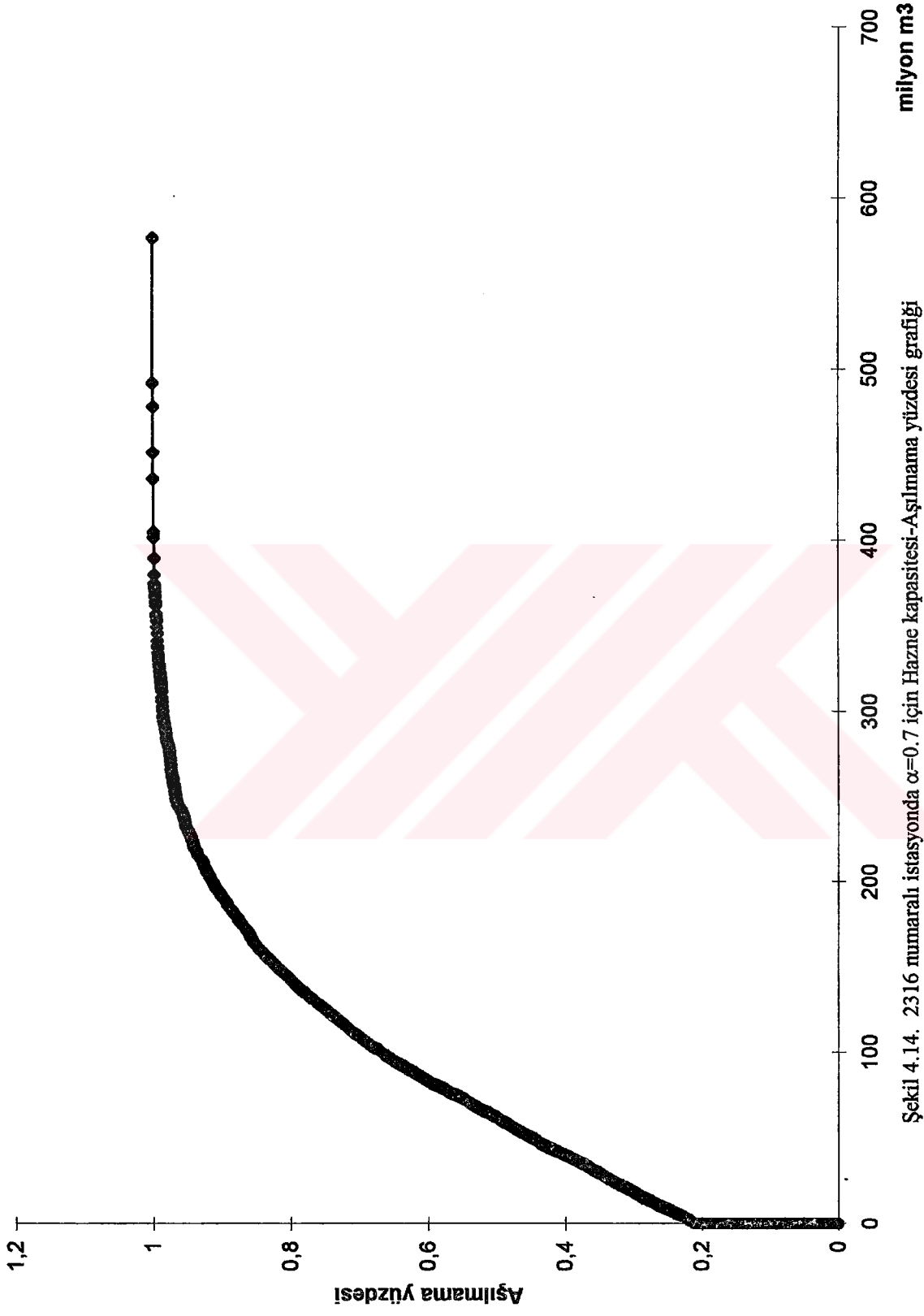
ÇORUH 2316						
Aşılmama Yüzdesi	α					
	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
	Hazne Kapasitesi (milyon m3)					
0,51	0,000	0,000	64,128	198,469	421,943	1469,535
0,52	0,000	0,000	65,941	201,001	424,174	1480,941
0,53	0,000	0,000	68,125	203,005	427,703	1491,304
0,54	0,000	0,000	70,409	205,609	430,849	1500,451
0,55	0,000	0,000	73,027	208,030	434,202	1511,881
0,56	0,000	0,000	74,929	210,142	437,643	1523,467
0,57	0,000	0,000	76,640	212,188	441,503	1531,936
0,58	0,000	0,000	79,072	214,840	445,607	1542,072
0,59	0,000	0,000	80,960	217,875	449,552	1553,679
0,6	0,000	0,000	82,897	220,142	452,635	1562,434
0,61	0,000	0,000	85,580	222,591	456,692	1571,281
0,62	0,000	0,000	87,939	225,277	461,465	1579,578
0,63	0,000	0,000	90,032	228,246	466,016	1588,815
0,64	0,000	0,000	92,372	230,471	470,328	1598,014
0,65	0,000	0,000	94,653	233,931	474,708	1608,238
0,66	0,000	0,000	97,658	236,521	478,553	1620,025
0,67	0,000	0,000	100,707	238,737	483,185	1630,617
0,68	0,000	0,000	102,727	242,498	488,474	1643,723
0,69	0,000	0,000	105,490	245,500	492,610	1653,042
0,7	0,000	0,000	108,537	247,675	498,149	1668,066
0,71	0,000	0,000	111,392	251,002	504,478	1679,569
0,72	0,000	0,000	115,311	254,582	508,764	1690,884
0,73	0,000	0,000	118,262	258,211	514,242	1704,886
0,74	0,000	0,000	121,295	262,055	519,914	1720,287
0,75	0,000	2,250	124,850	265,425	525,702	1732,957
0,76	0,000	4,760	127,861	268,816	533,609	1749,074
0,77	0,000	8,228	130,878	273,624	538,071	1765,945
0,78	0,000	11,642	134,745	276,935	544,698	1778,666
0,79	0,000	16,026	137,959	281,111	553,456	1793,755
0,8	0,000	19,688	141,993	286,064	559,464	1810,456
0,81	0,000	23,450	145,739	289,627	567,085	1827,567
0,82	0,000	27,519	149,201	293,111	575,162	1844,643
0,83	0,000	32,149	153,936	297,568	582,193	1865,736
0,84	0,000	35,788	157,792	302,155	588,496	1880,499
0,85	0,000	40,775	161,949	307,104	595,462	1900,230
0,86	0,000	44,820	168,392	310,561	604,029	1923,928
0,87	0,000	49,425	173,612	317,951	614,789	1944,549
0,88	0,000	53,162	179,139	324,253	622,810	1966,125
0,89	0,000	59,146	184,444	332,290	636,559	1991,845
0,9	0,000	65,456	190,338	339,115	649,836	2016,500
0,91	0,000	72,802	196,562	346,620	661,727	2043,194
0,92	0,000	81,590	203,854	355,693	677,256	2074,172
0,93	0,000	91,438	211,948	366,199	694,872	2108,920
0,94	0,000	98,056	218,930	377,934	716,177	2149,261
0,95	0,000	109,645	229,888	389,390	737,551	2190,812
0,96	0,000	121,912	241,567	413,542	760,428	2236,604
0,97	12,801	140,390	256,197	434,448	801,618	2305,355
0,98	37,439	162,632	281,725	465,469	841,213	2375,789
0,99	62,463	191,545	322,550	520,920	919,174	2498,032
1	225,373	424,131	575,190	999,516	1396,078	3137,908



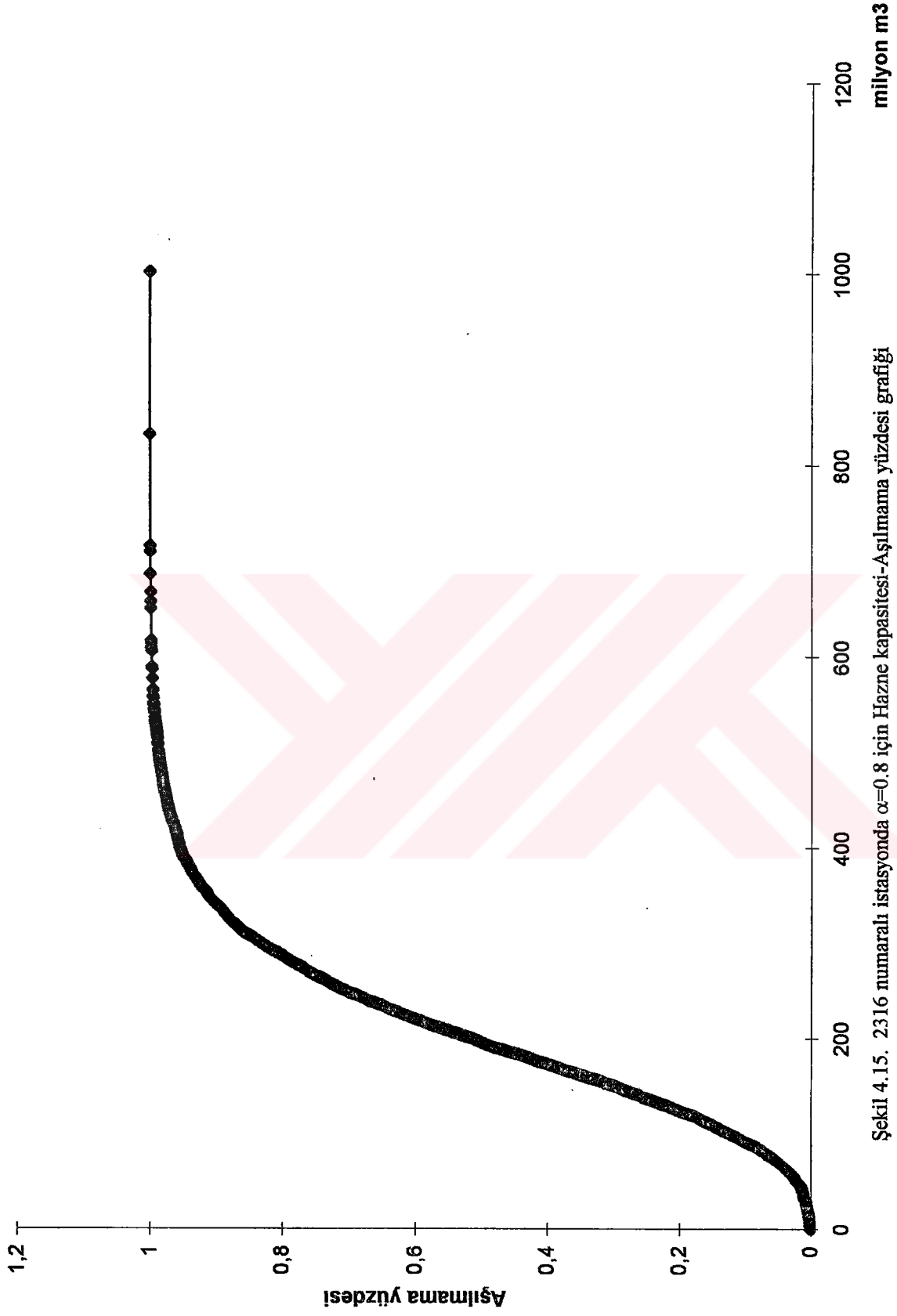
Şekil 4.12. 2316 numaralı istasyonda $\alpha=0.5$ için Hazne kapasitesi-Aşılma yüzdesi grafiği



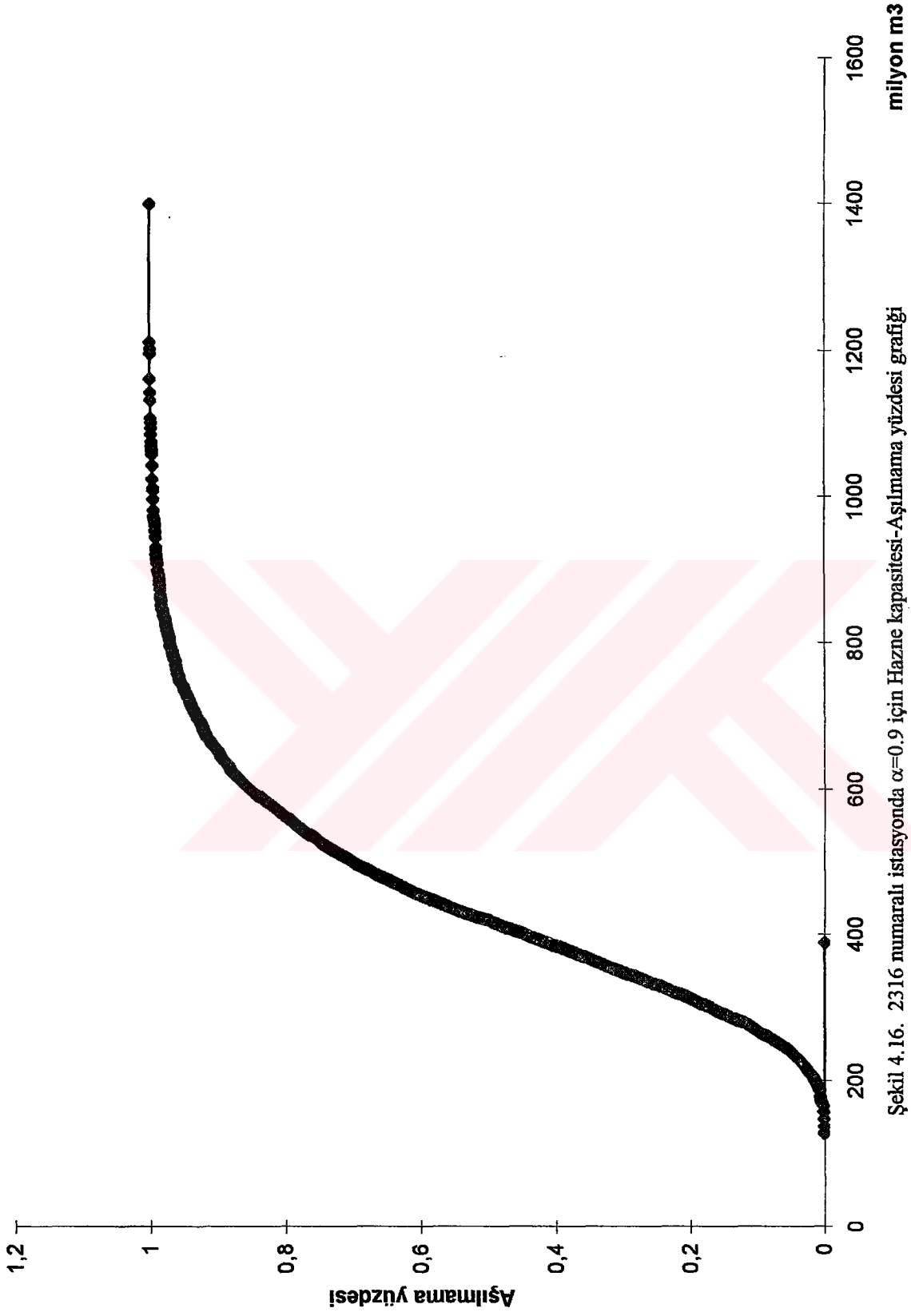
Şekil 4.13. 2316 numaralı istasyonda $\alpha=0.6$ için Hazne kapasitesi-Aşılma yüzdesi grafiği



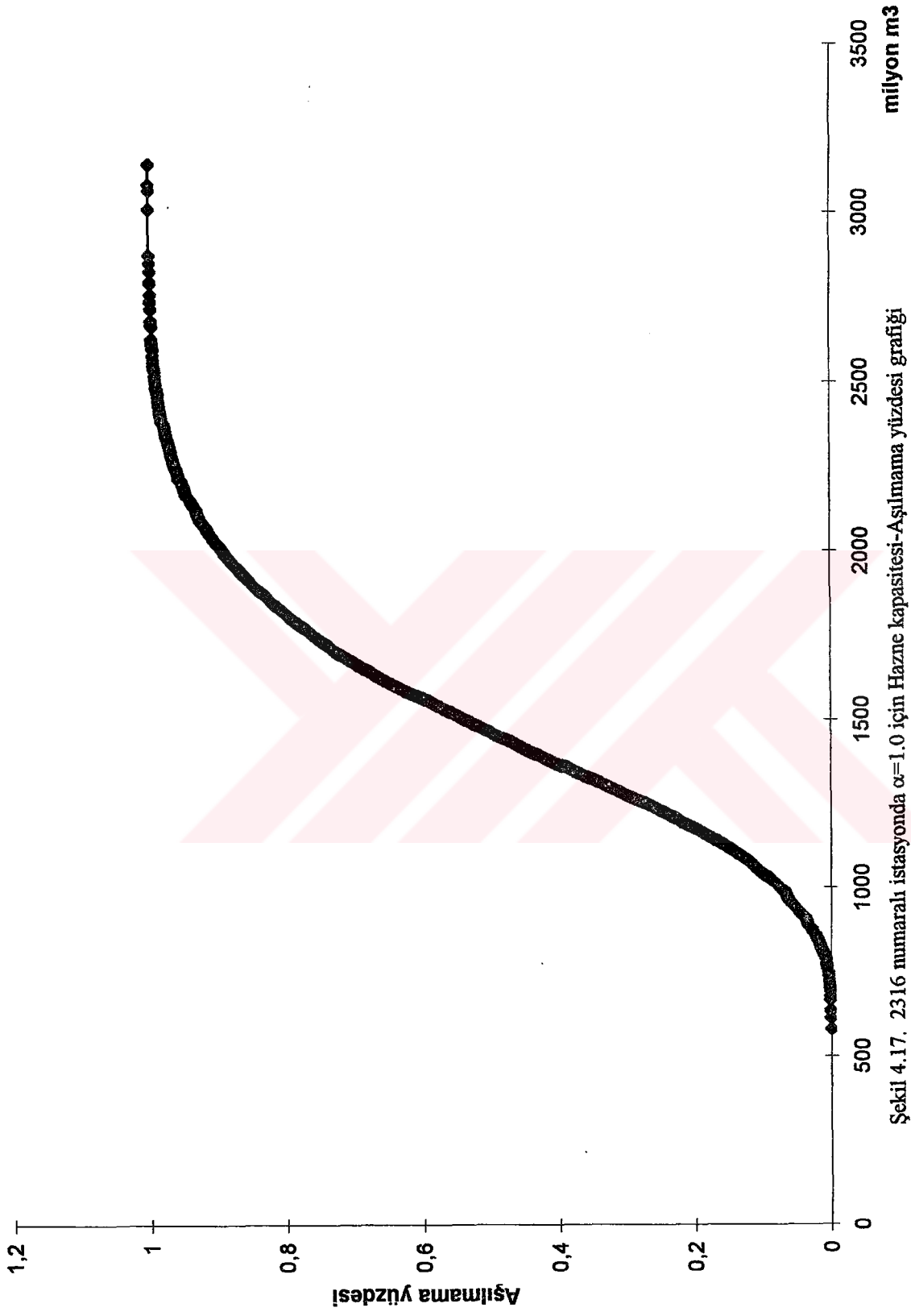
Şekil 4.14. 2316 numaralı istasyonda $\alpha=0.7$ için Hazne kapasitesi-Aşılma yüzdesi grafiği



Şekil 4.15. 2316 numaralı istasyonda $\alpha=0.8$ için Hazne kapasitesi-Aşılmama yüzdesi grafiği



Şekil 4. 16. 2316 numaralı istasyonda $\alpha=0.9$ için Hazne kapasitesi-Aşılma yüzdesi grafiği



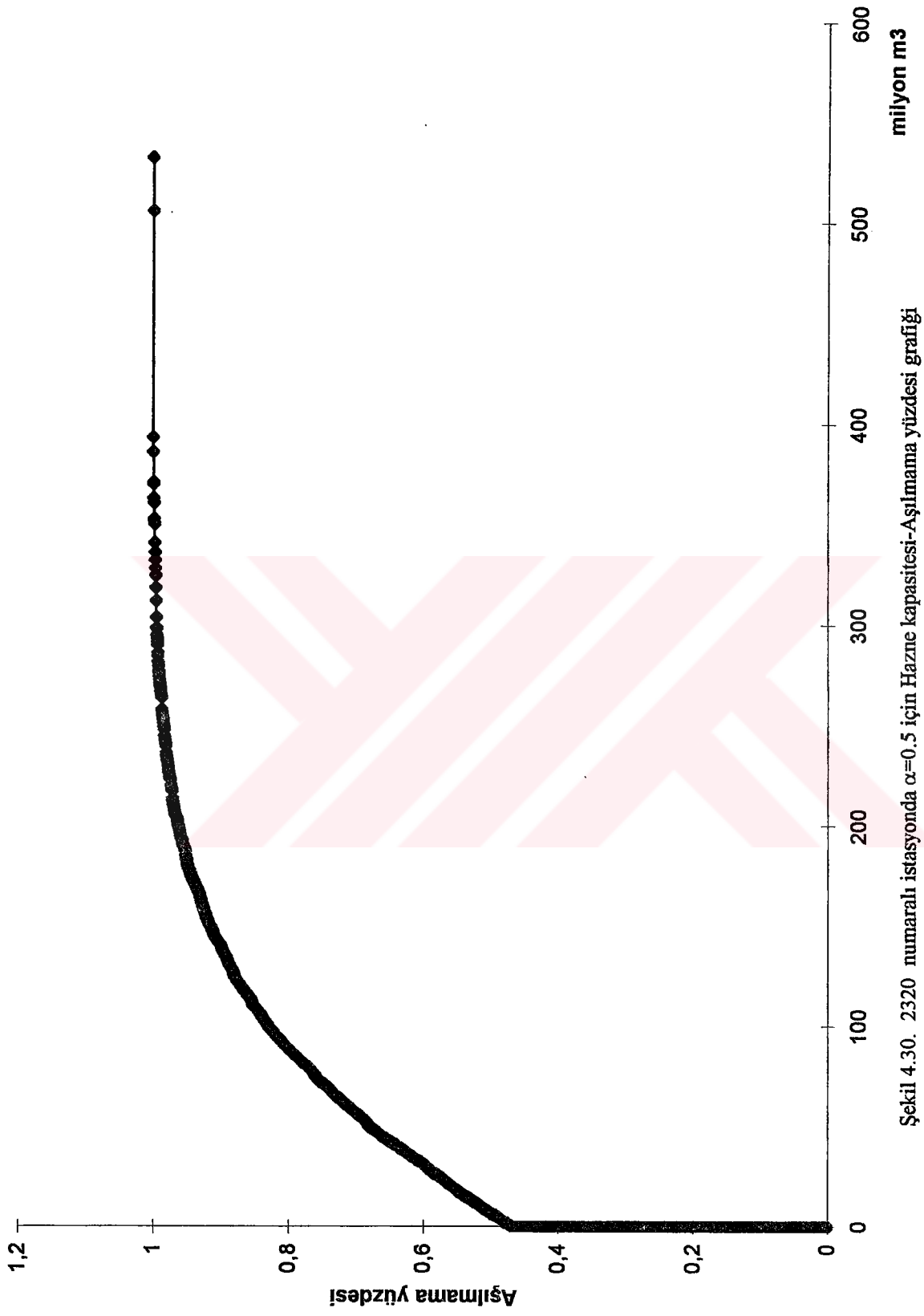
Şekil 4.17. 2316 numaralı istasyonda $\alpha=1.0$ için Hazine kapasitesi-Aşılama yüzdesi grafiği

Tablo 4.24 2320 İstasyonu için hazne kapasiteleri

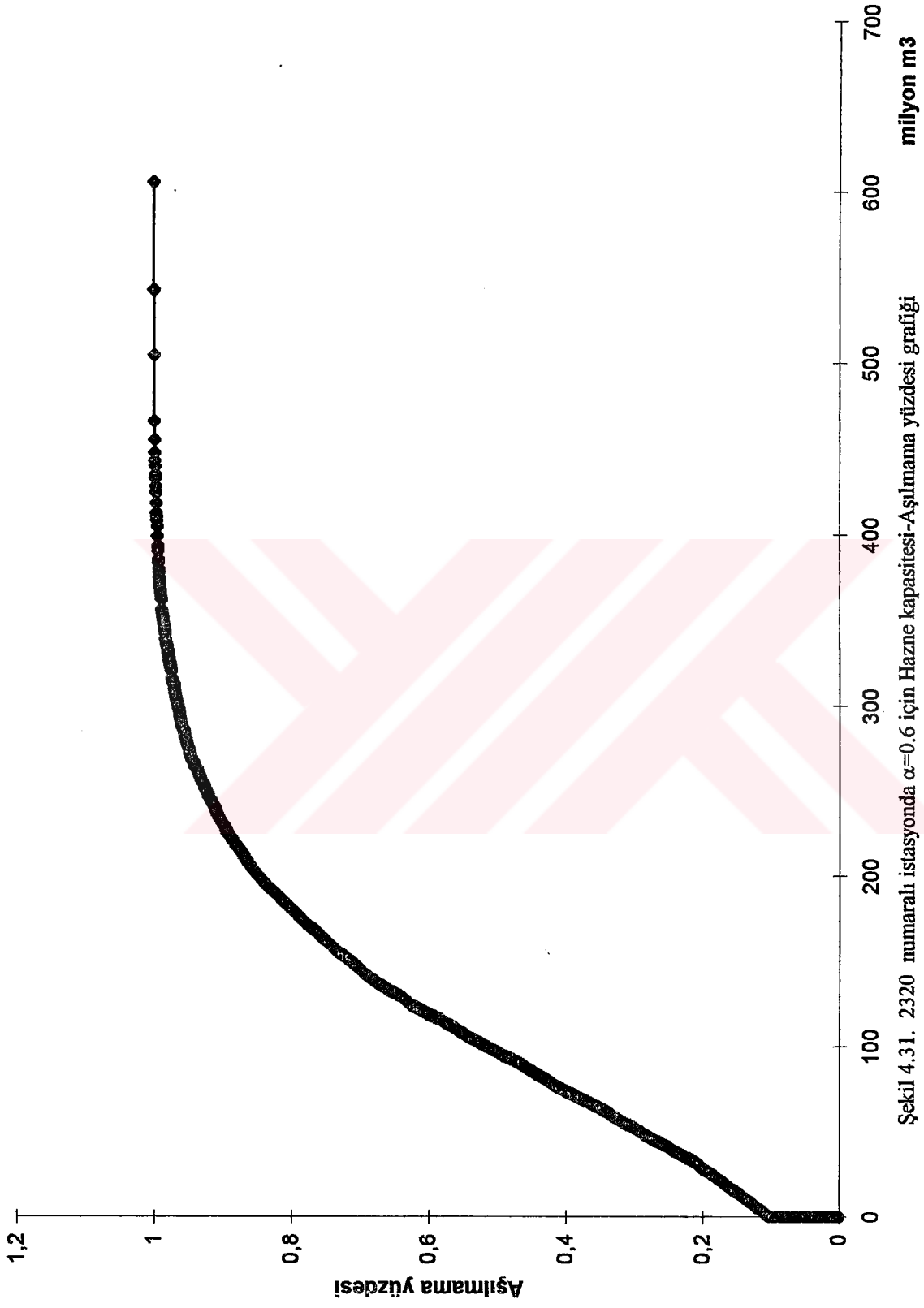
ÇORUH 2320						
Aşılmama yüzdesi	α					
	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
	Hazne Kapasitesi (milyon m3)					
0,01	0,000	0,000	32,351	125,620	269,970	815,495
0,02	0,000	0,000	42,162	142,380	291,161	862,615
0,03	0,000	0,000	54,230	153,370	308,546	904,860
0,04	0,000	0,000	62,378	162,308	323,407	938,634
0,05	0,000	0,000	68,098	169,118	332,828	964,311
0,06	0,000	0,000	72,384	175,872	342,066	991,008
0,07	0,000	0,000	77,020	180,477	350,857	1008,453
0,08	0,000	0,000	80,869	186,381	358,685	1024,928
0,09	0,000	0,000	84,249	191,448	365,356	1047,875
0,1	0,000	0,000	89,361	196,107	372,178	1065,578
0,11	0,000	2,856	93,541	200,240	377,732	1082,308
0,12	0,000	5,391	95,800	204,337	384,772	1096,888
0,13	0,000	8,941	98,159	208,579	391,726	1108,310
0,14	0,000	11,668	101,770	212,611	397,847	1122,185
0,15	0,000	14,639	104,582	216,387	403,008	1136,116
0,16	0,000	17,351	108,267	219,640	408,545	1145,343
0,17	0,000	20,385	112,633	222,594	414,239	1158,016
0,18	0,000	23,409	116,049	226,147	418,840	1169,793
0,19	0,000	26,028	118,849	229,251	423,728	1180,395
0,2	0,000	28,590	121,797	231,807	429,358	1191,499
0,21	0,000	32,096	125,242	235,138	435,131	1204,307
0,22	0,000	34,322	127,248	238,490	439,002	1211,917
0,23	0,000	36,397	129,132	242,067	443,809	1220,541
0,24	0,000	38,527	131,798	244,960	448,140	1229,617
0,25	0,000	41,191	134,631	247,876	452,773	1239,578
0,26	0,000	43,124	136,865	251,528	456,346	1249,221
0,27	0,000	44,994	139,242	253,784	461,080	1259,236
0,28	0,000	47,425	142,352	256,347	464,474	1266,936
0,29	0,000	49,868	144,805	258,430	468,893	1276,928
0,3	0,000	52,390	147,212	260,795	472,960	1287,729
0,31	0,000	54,390	149,561	263,024	476,904	1300,165
0,32	0,000	56,534	151,095	266,073	482,208	1310,292
0,33	0,000	58,897	153,486	268,940	486,332	1318,735
0,34	0,000	61,760	155,648	271,180	490,209	1328,587
0,35	0,000	63,688	157,500	274,021	494,908	1336,827
0,36	0,000	65,737	159,658	276,529	498,888	1345,862
0,37	0,000	68,154	161,949	279,767	503,964	1355,189
0,38	0,000	69,612	164,449	282,145	509,031	1364,153
0,39	0,000	71,949	166,125	284,851	514,004	1375,475
0,4	0,000	73,716	168,162	287,554	518,113	1386,528
0,41	0,000	75,759	171,881	290,149	521,432	1395,775
0,42	0,000	78,353	174,510	293,201	525,640	1405,456
0,43	0,000	80,897	177,642	296,097	529,677	1414,694
0,44	0,000	82,970	180,374	298,690	533,695	1426,606
0,45	0,000	85,603	183,027	301,306	538,155	1436,038
0,46	0,000	88,082	185,508	304,122	543,455	1444,213
0,47	0,373	90,277	188,943	306,711	547,605	1453,996
0,48	2,231	92,369	191,429	310,096	551,175	1463,086
0,49	4,892	94,084	192,948	313,300	556,325	1473,826
0,5	6,833	96,551	196,027	316,044	561,767	1480,944

Tablo 4.24'ün devamı

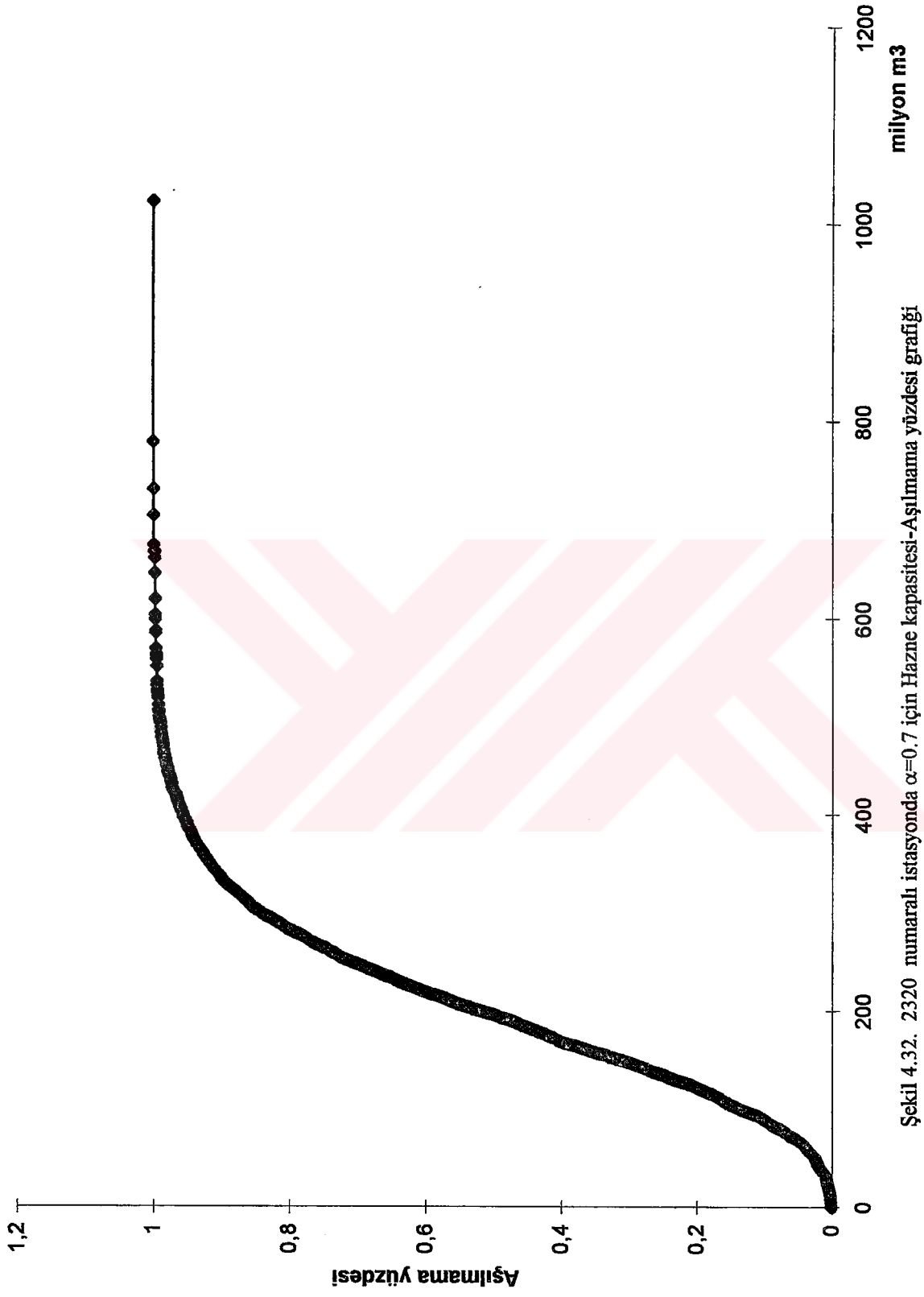
ÇORUH 2320						
Aşılmama yüzdesi	α					
	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
	Hazne Kapasitesi (milyon m3)					
0,51	8,962	98,512	197,894	319,616	567,522	1492,243
0,52	11,647	100,553	199,986	322,950	572,403	1504,475
0,53	13,648	102,823	201,658	325,939	577,521	1511,726
0,54	15,617	104,879	204,123	328,825	582,051	1521,662
0,55	17,842	107,366	206,014	331,137	586,990	1529,231
0,56	20,885	109,964	208,546	334,409	591,461	1540,456
0,57	23,337	112,622	211,762	337,660	596,011	1548,008
0,58	25,995	114,731	214,395	341,164	600,454	1558,202
0,59	28,235	116,810	216,343	343,784	606,316	1568,496
0,6	31,209	118,647	218,977	347,059	610,801	1582,174
0,61	33,471	120,845	221,371	350,263	616,348	1592,055
0,62	35,892	122,922	224,289	353,145	621,605	1600,089
0,63	38,423	125,558	226,600	357,606	626,854	1610,339
0,64	40,824	128,809	229,737	361,290	632,139	1622,121
0,65	42,708	131,029	233,435	364,618	638,195	1633,008
0,66	44,756	133,076	235,435	368,943	642,618	1645,981
0,67	47,590	135,663	238,366	372,115	648,551	1656,592
0,68	49,798	138,315	241,455	375,307	654,567	1668,631
0,69	53,995	141,153	244,503	379,391	659,923	1685,280
0,7	56,519	144,513	247,233	382,084	668,028	1695,694
0,71	59,408	148,314	249,692	385,879	673,836	1707,327
0,72	62,519	151,308	252,340	388,669	680,849	1719,323
0,73	65,186	154,371	256,107	393,448	686,845	1729,347
0,74	68,422	157,392	259,799	397,409	695,272	1740,896
0,75	71,456	161,543	263,816	402,913	701,610	1754,833
0,76	75,160	164,998	266,939	407,469	712,852	1768,863
0,77	79,241	168,786	270,805	412,959	719,956	1782,653
0,78	81,757	171,591	275,276	417,955	728,035	1800,497
0,79	85,252	176,269	278,454	422,439	736,016	1818,035
0,8	88,542	179,413	281,634	427,642	743,840	1832,018
0,81	91,966	183,818	285,893	433,012	753,226	1846,631
0,82	95,898	187,782	290,580	439,073	763,294	1866,702
0,83	100,019	191,527	294,419	446,188	772,176	1881,180
0,84	104,969	195,538	298,422	455,292	784,992	1898,945
0,85	109,442	199,973	303,036	463,079	796,932	1920,106
0,86	114,717	205,169	309,454	469,884	808,194	1943,324
0,87	119,228	211,212	314,724	476,987	819,560	1972,029
0,88	124,941	216,318	321,068	486,004	831,823	1997,161
0,89	132,323	222,300	326,724	495,817	849,238	2014,919
0,9	139,834	229,484	334,042	504,390	865,935	2047,839
0,91	144,926	236,782	342,269	514,690	881,451	2080,579
0,92	152,846	244,815	351,597	523,919	901,123	2114,617
0,93	163,018	254,129	362,429	538,024	923,026	2148,232
0,94	171,745	262,936	373,533	552,441	943,787	2186,918
0,95	182,012	274,038	387,263	567,787	977,134	2248,761
0,96	195,186	287,045	404,692	588,582	1015,265	2308,534
0,97	209,605	308,475	422,616	620,761	1048,592	2392,976
0,98	234,326	332,398	448,022	661,260	1119,880	2464,009
0,99	270,223	364,469	492,178	713,552	1231,670	2581,604
1	531,298	603,973	1021,031	1020,470	1704,902	3390,006



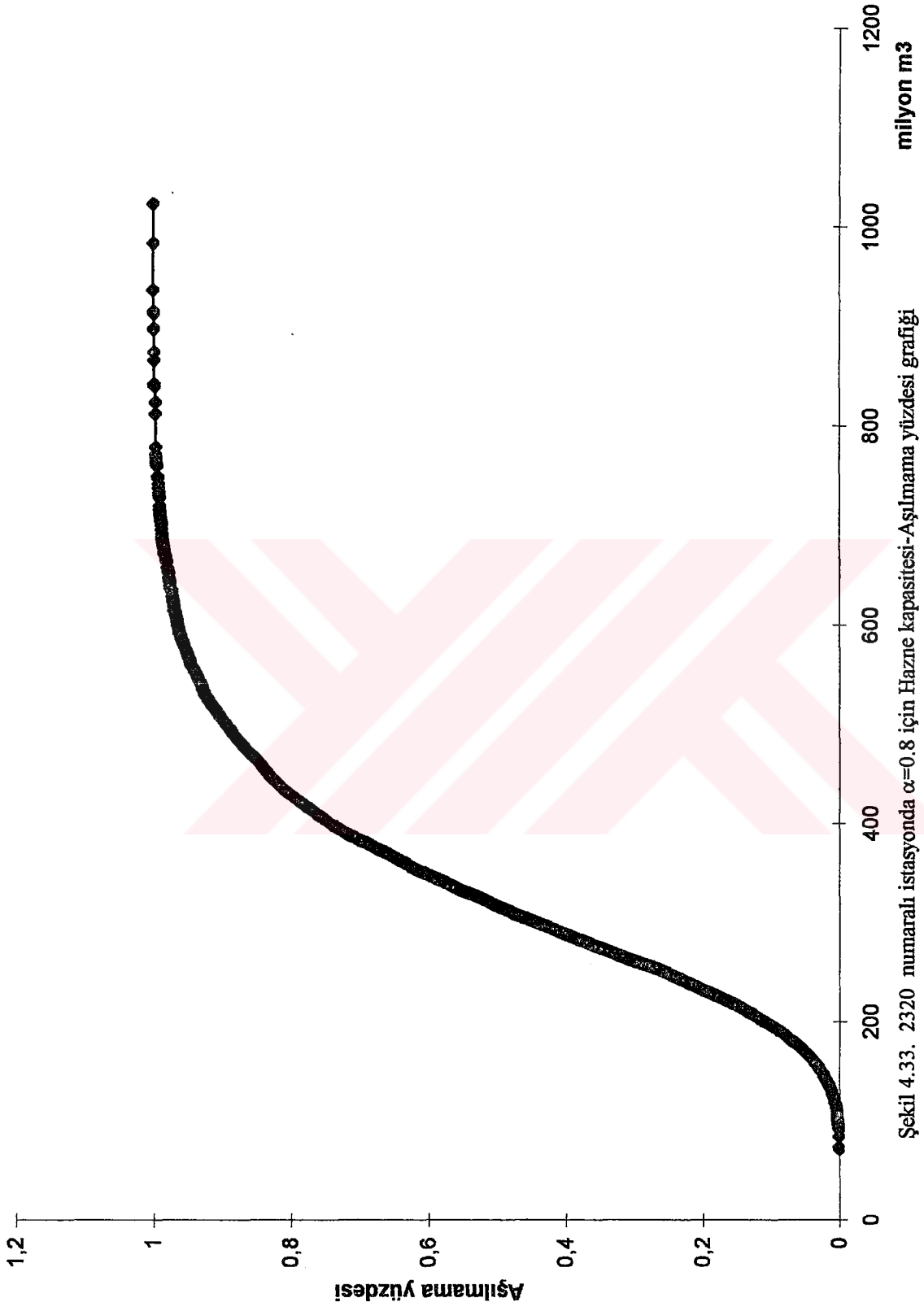
Şekil 4.30. 2320 numaralı istasyonda $\alpha=0.5$ için Hazne kapasitesi-Aşılmama yüzdesi grafiği



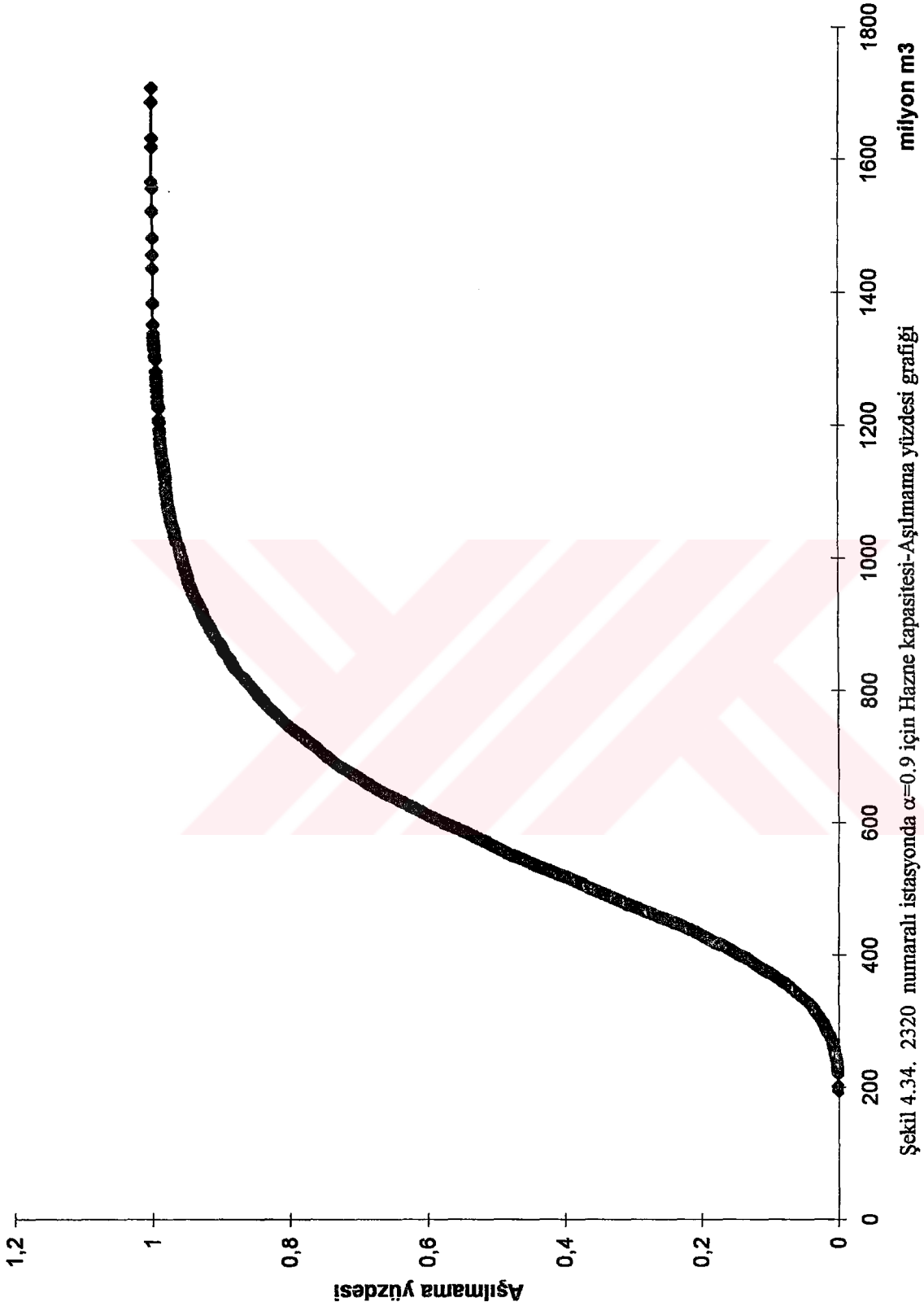
Şekil 4.31. 2320 numaralı istasyonda $\alpha=0.6$ için Hazne kapasitesi-Aşılma yüzdesi grafiği



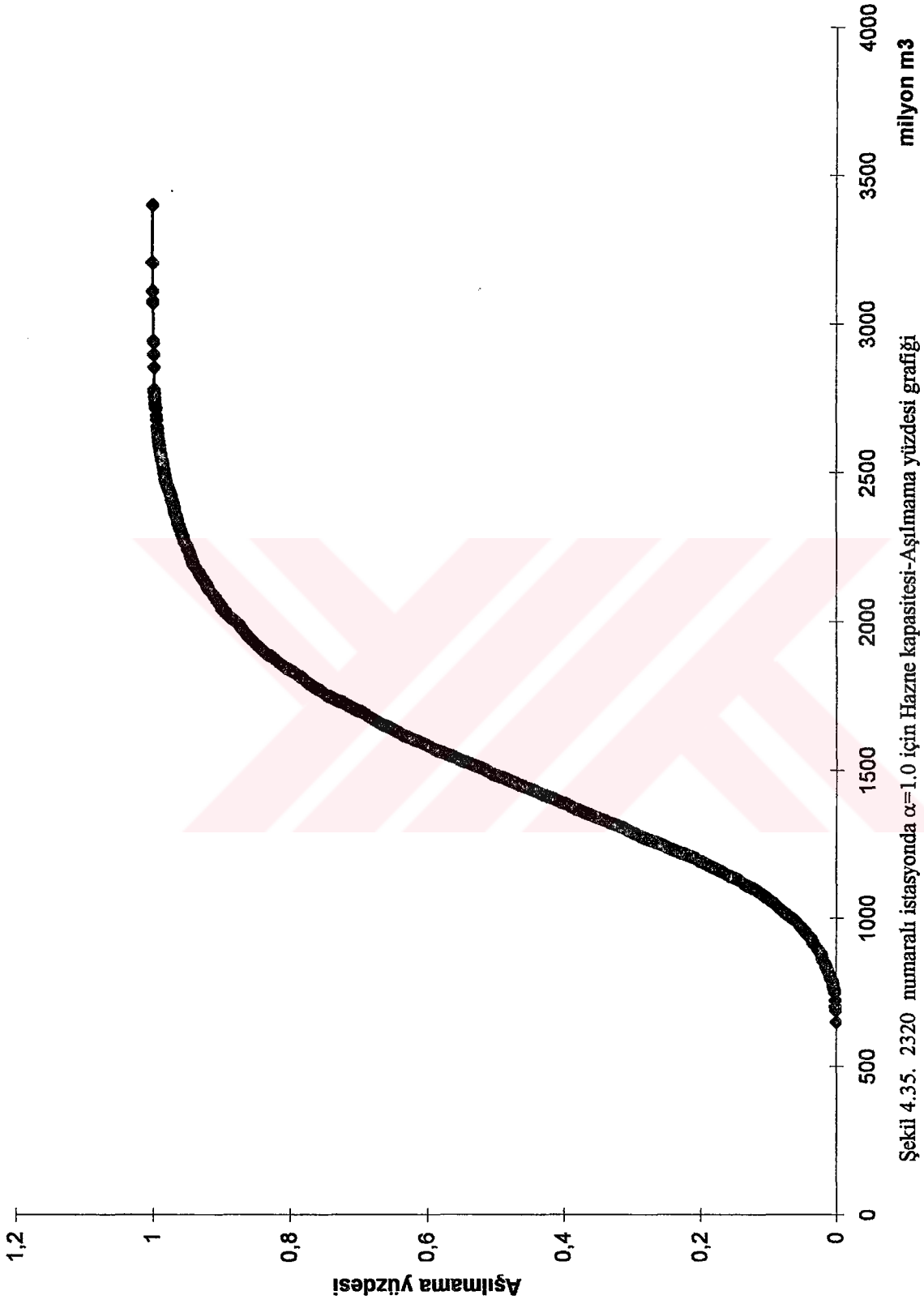
Şekil 4.32. 2320 numaralı istasyonda $\alpha=0.7$ için Hazne kapasitesi-Aşılama yüzdesi grafiği



Şekil 4.33. 2320 numaralı istasyonda $\alpha=0.8$ için Hazne kapasitesi-Aşılma yüzdesi grafiği



Şekil 4.34. 2320 numaralı istasyonda $\alpha=0.9$ için Hazne kapasitesi-Aşılmama yüzdesi grafiği



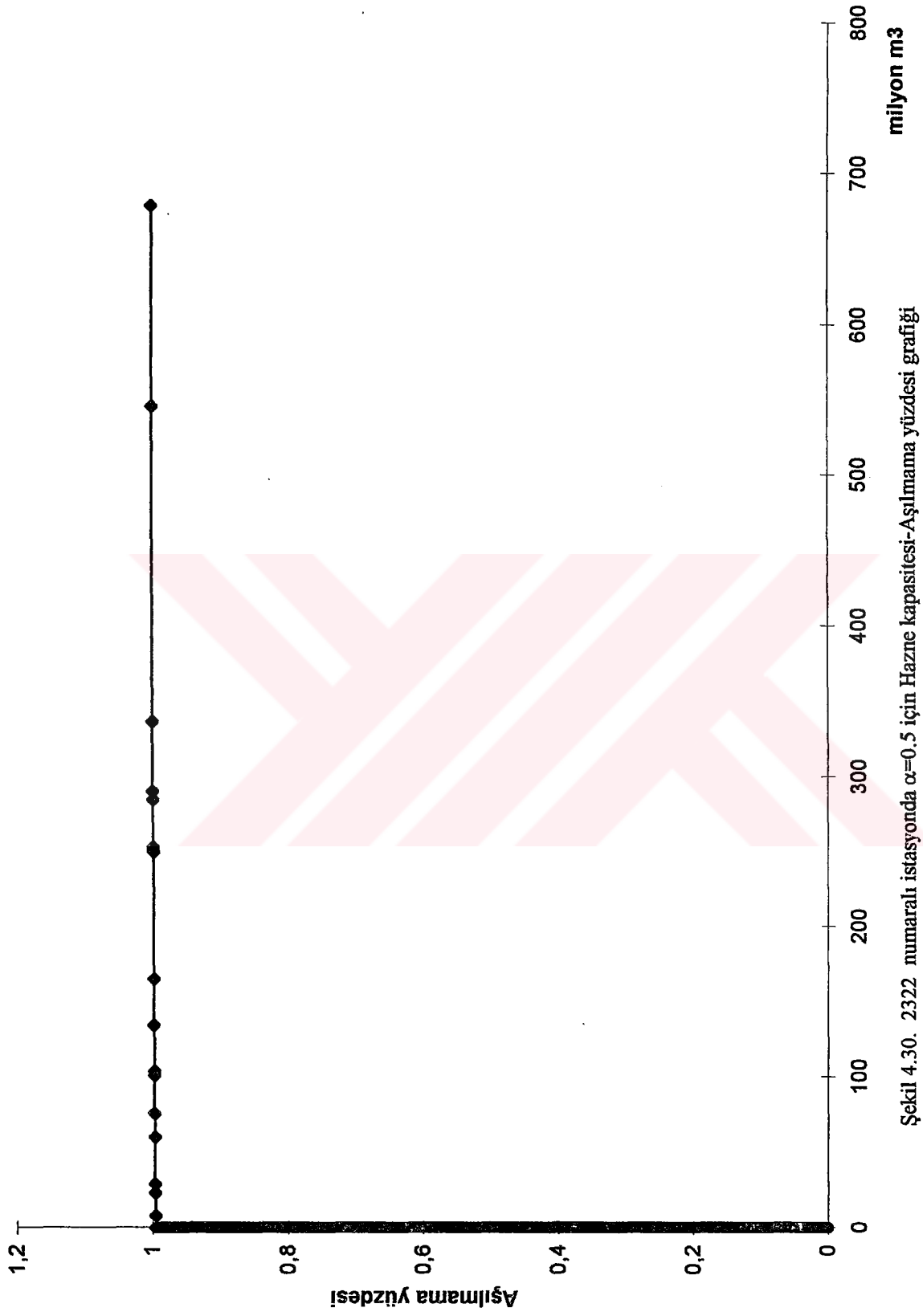
Şekil 4.35. 2320 numaralı istasyonda $\alpha=1.0$ için Hazne kapasitesi-Aşılma yüzdesi grafiği

Tablo 4.25 2322 İstasyonu için hazne kapasiteleri

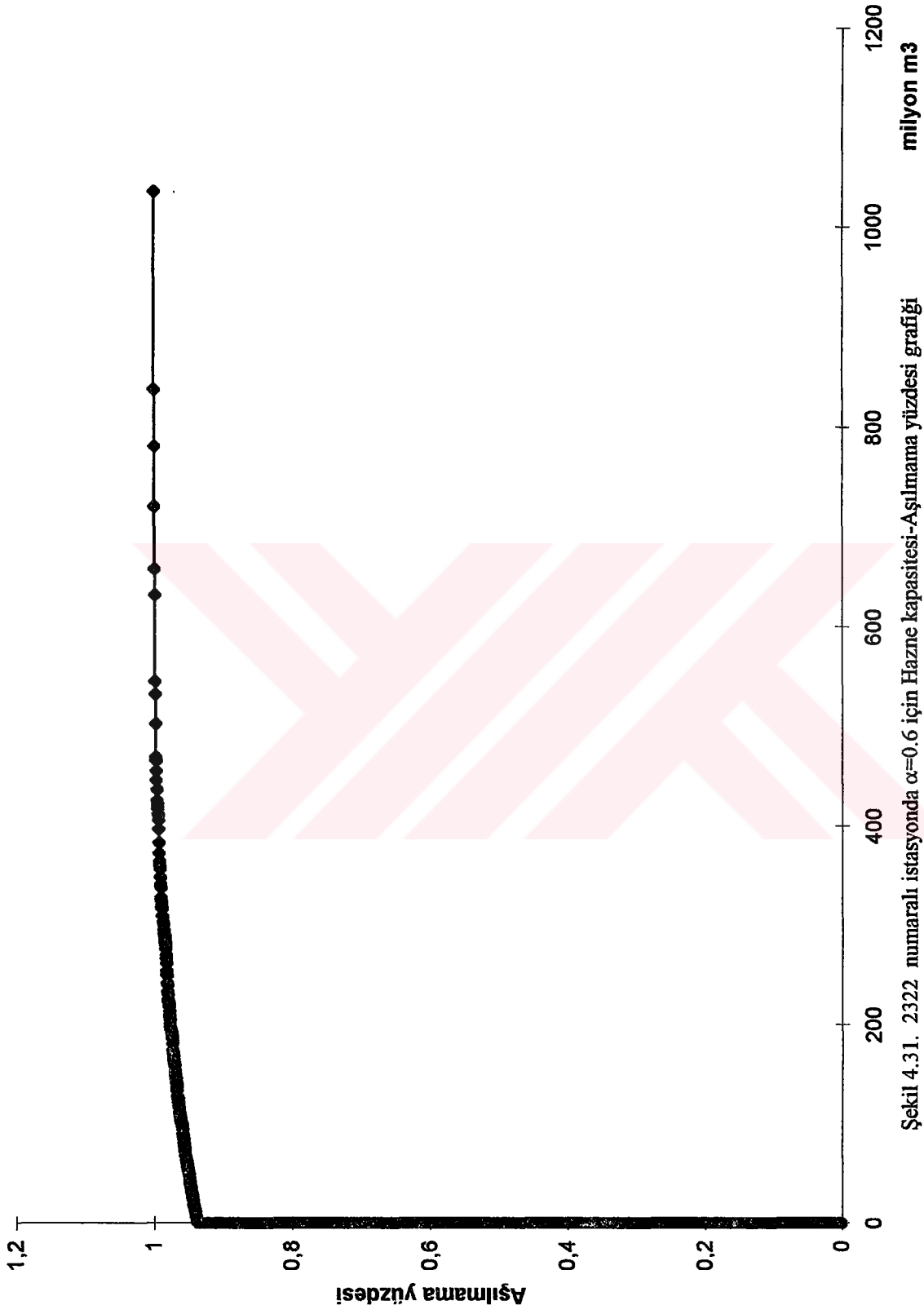
ÇORUH 2322						
Aşılmama Yüzdesi	α					
	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1
	Hazne Kapasitesi (milyon m3)					
0,01	0,000	0,000	0,000	0,000	509,338	2838,127
0,02	0,000	0,000	0,000	0,000	584,317	3026,079
0,03	0,000	0,000	0,000	29,008	628,912	3144,374
0,04	0,000	0,000	0,000	53,610	654,054	3245,742
0,05	0,000	0,000	0,000	84,576	677,607	3318,883
0,06	0,000	0,000	0,000	95,434	699,463	3388,461
0,07	0,000	0,000	0,000	110,877	721,275	3464,731
0,08	0,000	0,000	0,000	126,762	744,541	3525,873
0,09	0,000	0,000	0,000	137,651	762,672	3579,859
0,1	0,000	0,000	0,000	148,725	780,417	3642,528
0,11	0,000	0,000	0,000	160,268	796,671	3690,396
0,12	0,000	0,000	0,000	173,400	807,063	3739,094
0,13	0,000	0,000	0,000	184,180	822,090	3791,132
0,14	0,000	0,000	0,000	195,164	839,619	3840,129
0,15	0,000	0,000	0,000	203,337	854,720	3874,078
0,16	0,000	0,000	0,000	210,946	869,157	3902,776
0,17	0,000	0,000	0,000	224,268	884,943	3943,473
0,18	0,000	0,000	0,000	235,014	899,523	3984,801
0,19	0,000	0,000	0,000	242,665	907,991	4011,348
0,2	0,000	0,000	0,000	252,812	919,661	4049,803
0,21	0,000	0,000	0,000	261,267	931,639	4085,303
0,22	0,000	0,000	0,000	271,657	942,297	4120,740
0,23	0,000	0,000	0,000	279,593	952,273	4164,840
0,24	0,000	0,000	0,000	289,243	962,249	4198,249
0,25	0,000	0,000	0,000	296,759	973,111	4231,942
0,26	0,000	0,000	0,000	303,077	982,382	4257,675
0,27	0,000	0,000	0,000	310,860	990,077	4288,663
0,28	0,000	0,000	0,000	319,316	1002,247	4316,616
0,29	0,000	0,000	0,000	328,079	1012,072	4362,958
0,3	0,000	0,000	0,000	338,496	1023,203	4399,206
0,31	0,000	0,000	0,000	346,456	1034,525	4429,506
0,32	0,000	0,000	0,000	354,502	1042,800	4465,617
0,33	0,000	0,000	0,000	363,836	1052,535	4506,655
0,34	0,000	0,000	0,000	370,827	1063,147	4549,071
0,35	0,000	0,000	0,000	379,055	1075,225	4581,550
0,36	0,000	0,000	0,000	386,080	1084,737	4613,260
0,37	0,000	0,000	0,000	394,379	1093,633	4647,908
0,38	0,000	0,000	0,000	402,416	1104,363	4681,043
0,39	0,000	0,000	0,000	408,132	1114,994	4708,441
0,4	0,000	0,000	0,000	416,236	1126,905	4737,045
0,41	0,000	0,000	0,000	424,466	1136,100	4767,092
0,42	0,000	0,000	0,000	432,188	1148,183	4799,212
0,43	0,000	0,000	0,000	440,290	1159,056	4836,172
0,44	0,000	0,000	0,000	446,577	1166,826	4861,372
0,45	0,000	0,000	0,000	454,077	1178,057	4897,191
0,46	0,000	0,000	0,000	460,566	1187,452	4917,033
0,47	0,000	0,000	0,000	468,356	1197,587	4944,088
0,48	0,000	0,000	0,000	473,965	1208,801	4967,652
0,49	0,000	0,000	0,000	480,380	1218,738	4997,406
0,5	0,000	0,000	0,000	487,433	1230,523	5028,708

Tablo 4.25'in devamı

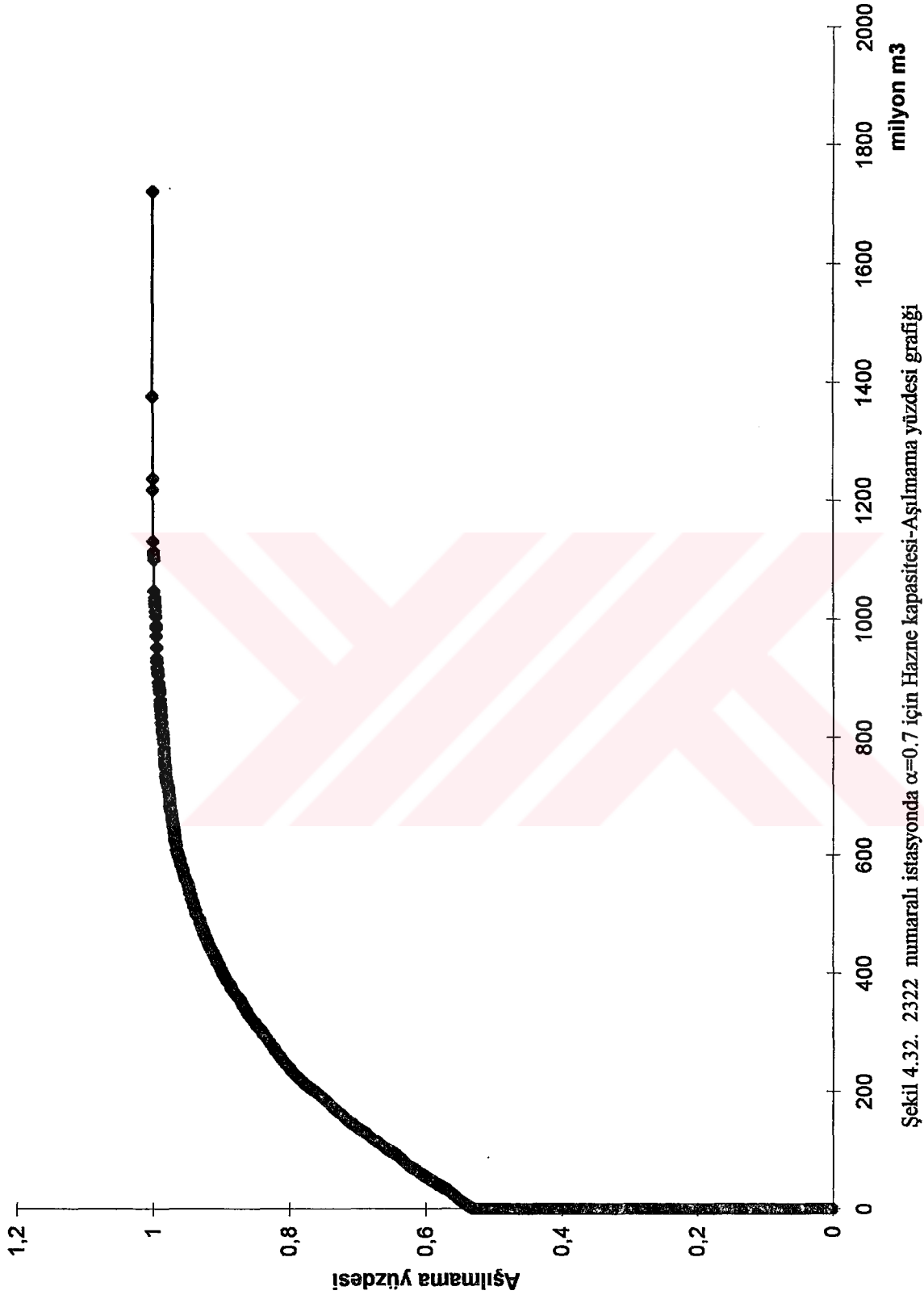
ÇORUH 2322						
Aşılmama Yüzdesi	α					
	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1
	Hazne Kapasitesi (milyon m3)					
0,51	0,000	0,000	0,000	495,091	1239,422	5066,854
0,52	0,000	0,000	0,000	500,458	1249,481	5098,580
0,53	0,000	0,000	0,819	509,292	1257,357	5133,118
0,54	0,000	0,000	7,426	516,949	1266,112	5166,590
0,55	0,000	0,000	15,660	525,031	1276,421	5189,763
0,56	0,000	0,000	25,656	533,608	1285,900	5231,214
0,57	0,000	0,000	34,026	539,827	1297,980	5262,661
0,58	0,000	0,000	41,716	549,093	1309,233	5291,599
0,59	0,000	0,000	47,945	557,885	1322,233	5324,791
0,6	0,000	0,000	55,160	564,518	1336,112	5364,129
0,61	0,000	0,000	63,945	571,999	1346,656	5412,123
0,62	0,000	0,000	70,351	579,770	1358,794	5440,988
0,63	0,000	0,000	78,796	587,308	1369,676	5477,295
0,64	0,000	0,000	90,255	594,669	1381,948	5512,077
0,65	0,000	0,000	97,259	606,475	1391,519	5544,836
0,66	0,000	0,000	103,985	620,711	1403,513	5585,883
0,67	0,000	0,000	113,718	631,489	1423,461	5627,596
0,68	0,000	0,000	120,843	642,248	1436,529	5670,356
0,69	0,000	0,000	130,518	650,777	1453,770	5718,688
0,7	0,000	0,000	137,865	659,757	1468,238	5754,081
0,71	0,000	0,000	146,079	674,368	1480,633	5795,856
0,72	0,000	0,000	157,543	682,330	1498,739	5841,054
0,73	0,000	0,000	166,582	690,778	1516,151	5882,133
0,74	0,000	0,000	177,224	699,805	1534,003	5922,477
0,75	0,000	0,000	187,855	708,661	1551,631	5969,579
0,76	0,000	0,000	198,290	720,369	1572,454	6001,348
0,77	0,000	0,000	206,011	732,109	1588,405	6064,840
0,78	0,000	0,000	214,450	743,575	1609,519	6115,590
0,79	0,000	0,000	226,440	755,085	1629,799	6162,056
0,8	0,000	0,000	238,988	770,982	1648,583	6219,716
0,81	0,000	0,000	251,308	780,717	1671,386	6277,890
0,82	0,000	0,000	266,052	798,439	1700,197	6337,866
0,83	0,000	0,000	284,300	815,956	1724,236	6383,993
0,84	0,000	0,000	300,546	833,720	1755,412	6438,828
0,85	0,000	0,000	313,661	848,605	1779,615	6493,212
0,86	0,000	0,000	329,255	863,582	1810,665	6553,256
0,87	0,000	0,000	348,906	882,351	1845,831	6628,889
0,88	0,000	0,000	363,893	902,893	1865,185	6724,973
0,89	0,000	0,000	382,844	924,734	1914,192	6809,118
0,9	0,000	0,000	403,109	948,461	1948,915	6900,124
0,91	0,000	0,000	429,034	970,710	1980,606	7013,155
0,92	0,000	0,000	452,227	1001,701	2038,210	7100,479
0,93	0,000	0,000	480,167	1025,910	2084,752	7204,614
0,94	0,000	7,427	509,772	1068,672	2135,677	7309,174
0,95	0,000	48,705	550,817	1120,849	2203,341	7422,064
0,96	0,000	99,335	586,291	1163,375	2316,168	7625,484
0,97	0,000	148,545	645,725	1239,827	2437,346	7886,296
0,98	0,000	222,662	723,510	1316,856	2608,115	8259,436
0,99	0,000	324,498	872,485	1472,782	2872,651	8794,857
1	677,456	1032,829	1716,316	2216,415	4828,874	10418,129



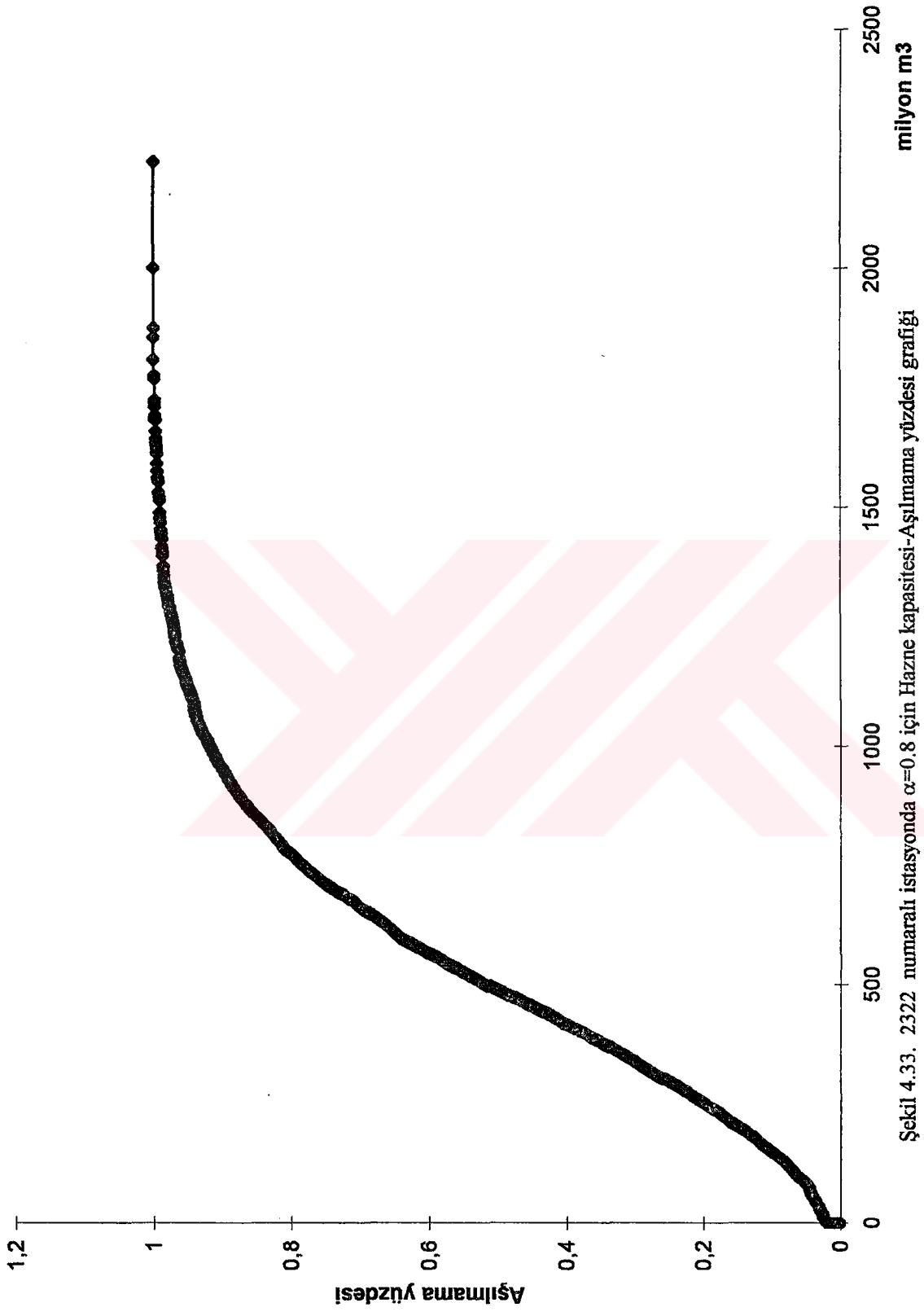
Şekil 4.30. 2322 numaralı istasyonda $\alpha=0.5$ için Hazne kapasitesi-Aşılma yüzdesi grafiği



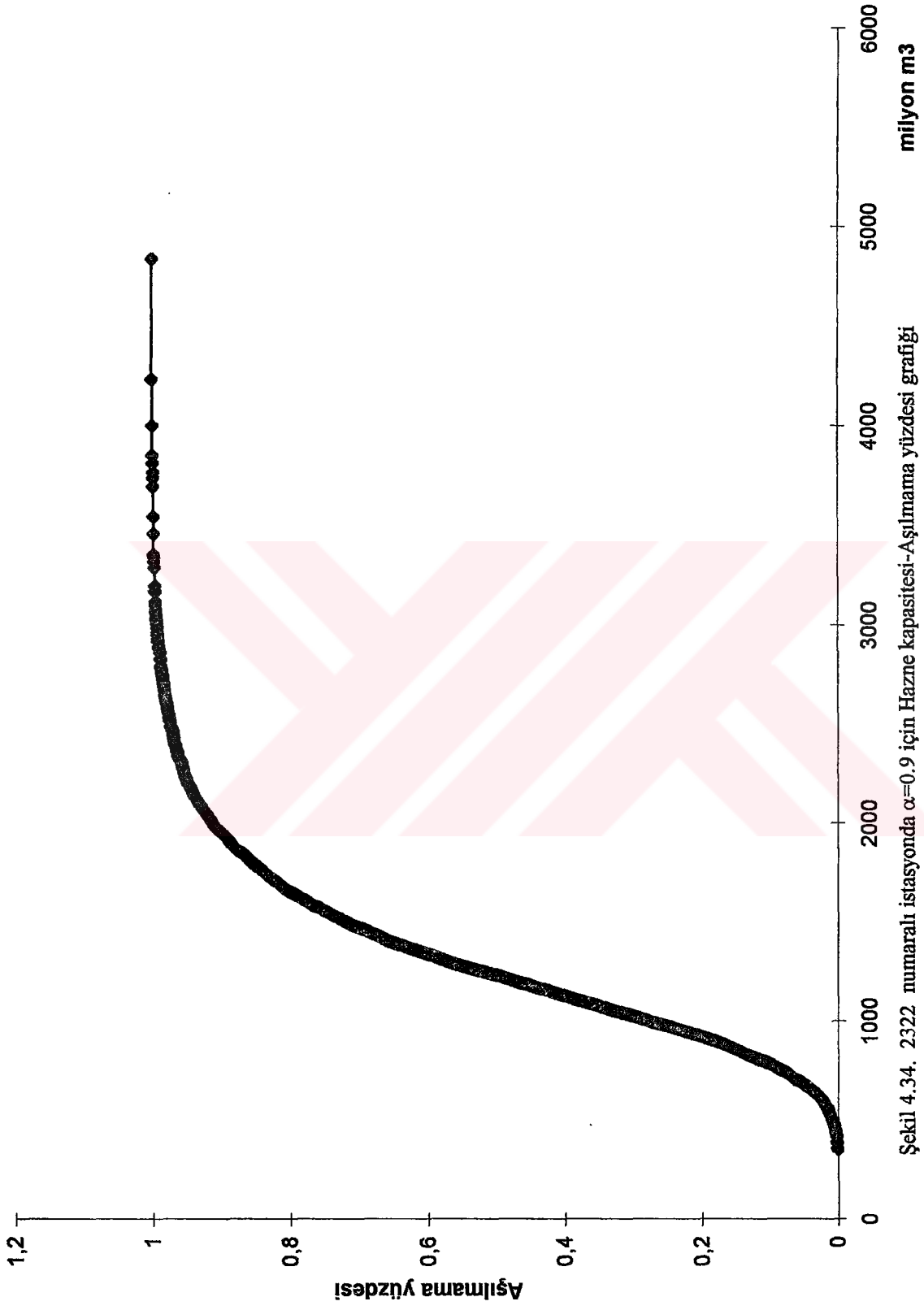
Şekil 4.31. 2322 numaralı istasyonda $\alpha=0.6$ için Hazne kapasitesi-Aşılma yüzdesi grafiği



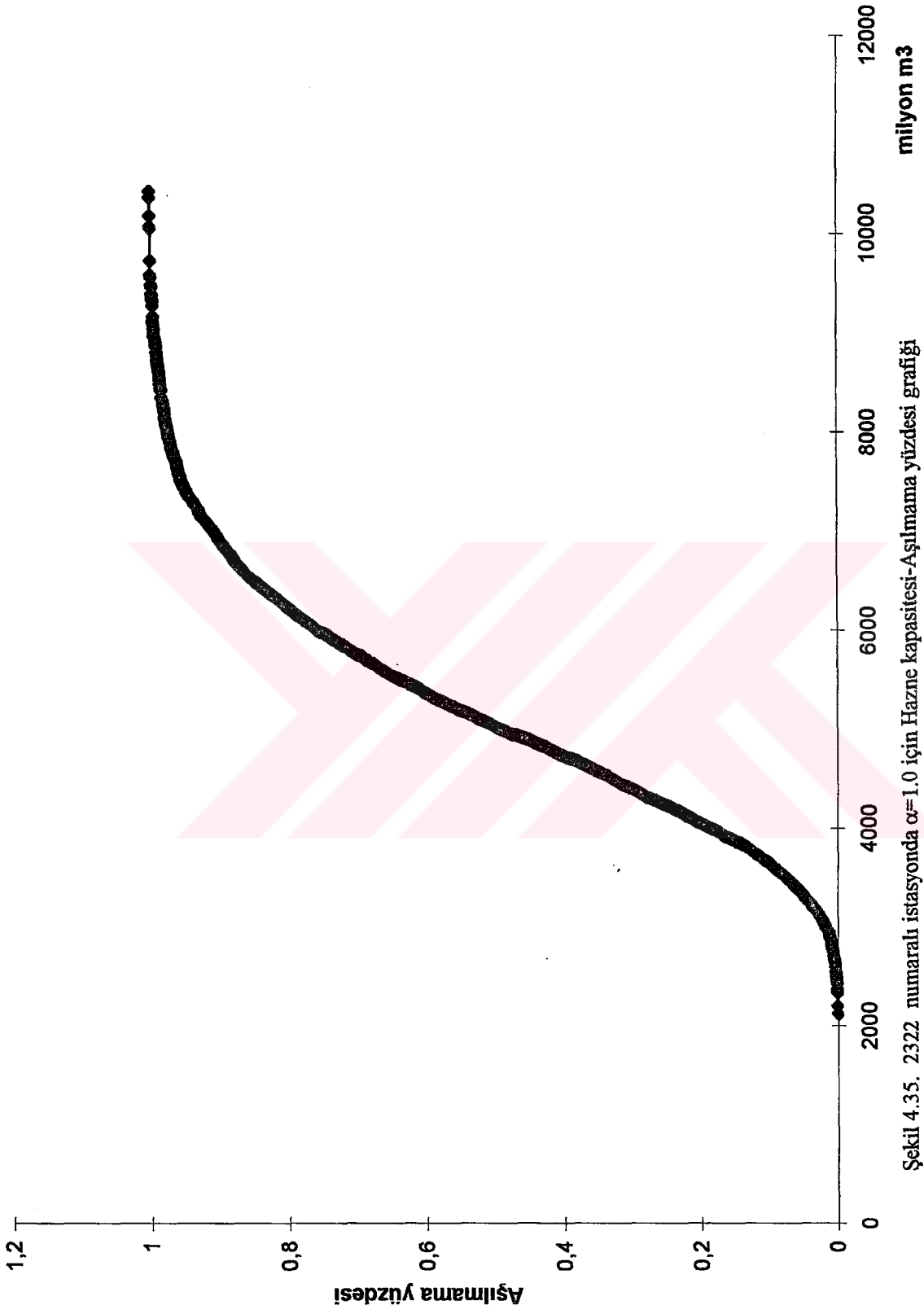
Şekil 4.32. 2322 numaralı istasyonda $\alpha=0.7$ için Hazne kapasitesi-Aşılma yüzdesi grafiği



Şekil 4.33. 2322 numaralı istasyonda $\alpha=0.8$ için Hazne kapasitesi-Aşılma yüzdesi grafiği



Şekil 4.34. 2322 numaralı istasyonda $\alpha=0.9$ için Hazne kapasitesi-Aşılma yüzdesi grafiği



Şekil 4.35. 2322 numaralı istasyonda $\alpha=1.0$ için Hazne kapasitesi-Aşılma yüzdesi grafiği

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bir biriktirme haznesinin en önemli tasarım parametresi olan “Hazne Kapasitesi” nin hesap yöntemleri bu çalışmada açıklanmış ve hidrolojide önemli bir yeri olan “Zaman Serisi Modelleme” yöntemi ile birleştirilmiştir ve Çoruh Nehrindeki 5 istasyon için hazırlanan programlar çalıştırılmıştır. Elde edilen sonuçlar şunlardır:

Çoruh Nehrindeki bu 5 istasyonun beşinde de yapılan zaman serisi modellemesi çalışması sonucu olarak AR(0) modeli elde edilmiştir. Buradan ardışık akım değerleri arasında bir bağıllık bulunmadığı sonucu ortaya çıkar. Bunun da bölgede yeraltı suyu beslemesinin az olmasından ileri geldiği düşünülebilir.

Sonuçlardan örnek vermek amacıyla % 90 aşılmama yüzdesi yani % 10 risk için 2305 numaralı istasyonda tam düzenleme yapılacak şekilde bir hazne yapılması düşünülürse minimum 3,8 milyar m³ lük bir hazne inşa edilmelidir. Aynı parametrelerle 2315 istasyonu civarında yapılacak bir hazne için 10,4 milyar m³ lük bir hazne ; 2316 için 2,1 milyar m³ ; 2320 için 2,1 milyar m³ ; 2322 için 6,9 milyar m³ lük bir hazne inşa edilmelidir. Diğer durumlar için seçilecek hazne kapasitesi Bölüm 4’deki tablo ve şekillerden alınabilir.

KAYNAKLAR

BAYAZIT, M. (1996), İnşaat Mühendisliğinde Olasılık Yöntemleri, İ.T.Ü.

BAYAZIT, M. (1997), Biriktirme Haznelerinin Tasarımı ve İşletilmesi, İ.T.Ü.

McMAHON, T.A., MEIN, R.G. (1986), River and Reservoir Yield, Water
Resources Publications

SALAS, J.D., DELLEUR, J.W., YEVJEVICH, V., LANE, W.L. (1980), Applied
Modeling of Hydrologic Time Series, Water Resources Publications



ÖZGEÇMİŞ

Faruk Çelik 1973'te İstanbul'da doğdu. Lise öğrenimini İstanbul Vefa Poyraz Lisesi'nde, lisans öğrenimini 1995 kış yarıyılında İTÜ İnşaat Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü'nde tamamladı. 1995'de İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı Su Mühendisliği Programında yüksek lisans eğitimine başladı.



TC YATIRIM KÖRÜM KURUMU
DOKÜMAN İŞLERİ MERKEZİ