

**SENTETİK AKIŞ SERİLERİ KULLANILARAK
HAZNE HACMİ BULUNMASI**

İlke GÜRKAN
Yüksek Lisans Tezi

Fen Bilimleri Enstitüsü
İnşaat Mühendisliği
Anabilim Dalı
Şubat-2004

JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAYI

İlke Gürkan'ın Sentetik Akış Serileri Kullanılarak Baraj Hazne Hacminin Bulunması başlıklı İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalındaki, Yüksek Lisans tezi 16/02/2004 tarihinde, aşağıdaki jüri tarafından Anadolu Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca değerlendirilerek kabul edilmiştir.

	Adı-Soyadı	İmza
Üye (Tez Danışmanı)	: Yrd. Doç. Dr. Recep BAKIŞ	
Üye	: Prof. Dr. Mehmet BİLGİN	
Üye	: Yrd. Doç. Dr. Mustafa TOMBUL	

Anadolu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun
17.02.2004.. tarih ve ..6/5.... sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Prof. Dr. Altuğ İFTAR
Fen Bilimleri Enstitüsü
Müdürü

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

SENTETİK AKIŞ SERİLERİ KULLANILARAK HAZNE HACMİ BULUNMASI

İLKE GÜRKAN

Anadolu Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Recep BAKIŞ
2004, 98 sayfa

Akarsuların taşıdıkları ortalama su miktarları ölçülerek, her bir ayda ve her bir yılda gelen toplam su hacimleri hesaplanabilir. Aylık su miktarları (tarihi akış serisi) bilindiği zaman, ileride meydana gelecek olan aylık akışlar, çeşitli modeller kullanılarak hesaplanabilir. Yani, bu akışlar sentetik olarak elde edilebilir. Bu çalışmada, tarihi akış serilerinden faydalanılarak sentetik akış serilerinin elde edilmesinde, Thomas-Fiering modeli kullanılarak hesaplar yapılmıştır. Bu modeldeki rastgele değişken ($E_{i,j}$) değeri, tarihi akış serisindeki büyüklükleri yani aylık akışları elde edebilmek için, gerekli $E_{i,j}$ değerleri olup, bunlar bir matris formunda çizelgede verilmiştir. Bu şekilde elde edilen $E_{i,j}$ rastgele değişkenin ortalaması sıfır ve standart sapması bir'dir. Bu rastgele değişkenin, yani $E_{i,j}$ büyüklükleri, her ay için, o aya ait büyüklüklerin belli bir düzende, yani en kurak yıllar veya en yaş yıllar arka arkaya gelecek şekilde, yerleri değiştirilmiştir. Yer değiştirmiş $E_{i,j}$ değerleri kullanılarak, en kurak 3 yılın arka arkaya gelmesi, en yaş 3 yılın arka arkaya gelmesi, en kurak 5 yılın arka arkaya gelmesi, en yaş 5 yılın arka arkaya gelmesini temsil eden sentetik akış serileri, Thomas-Fiering modeli ile üretilmiştir. Bu seriler kullanılarak hazne hacminin optimum projelendirilmesi yapılabilir.

Anahtar kelimeler: Hazne hacmi, Sentetik akış serisi, Thomas-Fiering modeli, Porsuk Barajı

ABSTRACT

Master of Science Thesis

FINDING RESERVOIR VOLUME USING SYNTHETIC STREAMFLOW SEQUENCES

İLKE GÜRKAN

**Anadolu University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Civil Engineering Program**

**Supervisor: Assit. Prof. Dr. Recep BAKIŞ
2004, 98 pages**

The total input water volumes for each month and for each year can be calculated by measuring the average water amount carried by the rivers. When the monthly water amounts are available (historical flow sequences), the future flows can be estimated using different models, i.e. these flows can be obtained synthetically. In this thesis, Thomas-Fiering model is used in the calculation of synthetic flow sequences from historical flow sequences. The random variable ($E_{i,j}$) of the model is the $E_{i,j}$ values required for obtaining the values in the historical flow sequences, i.e. monthly flows, and these are given in matrix form in a table. The mean of the random variable $E_{i,j}$ obtained in this way is zero and its standard deviation is one. The random variable, i.e. $E_{i,j}$, values are rearranged for each month in a specific order, i.e. the values are rearranged such that the most dry years or the most wet years come one after the other. By using the rearranged $E_{i,j}$ values, the synthetic flow sequences representing the cases, where three most dry years coming one after the other, three most wet years coming one after the other and five most dry years coming one after the other, five most wet years coming one after the other, are generated using Thomas-Fiering model. The optimal reservoir size can be designed using these sequences.

Keywords: Reservoir volume (size), Synthetic flow sequences, Thomas-Fiering model, Porsuk Dam

TEŞEKKÜR

Bu tezde bana yardımcı olan D.S.İ. Eskişehir Bölge MÜdÜrlüğü personeline teşekkür ederim.

Tezi hazırlamamda beni yönlendiren ve önemli katkılarda bulunan Prof.Dr. Mehmet Bilgin ve danışmanım Yrd.Doç.Dr. Recep Bakış'a teőekkürü borç bilirim.

Sevgili ablama ve aileme beni desteklediklerinden ve her zaman yanımda olduklarından dolayı teşekkür ederim.

İlke Gürkan
İnşaat Mühendisi

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
İÇİNDEKİLER.....	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	vii
SİMGELER DİZİNİ.....	viii
KISALTMALAR DİZİNİ.....	x
1. GİRİŞ	1
2. PORSUK ÇAYI HAVZASI.....	5
2.1. Doğal Coğrafya.....	5
2.1.1. Porsuk Çayı Havzası'nın yeri ve yayılışı.....	5
2.1.2. Yer şekilleri ve genel arazi dağılışı	5
2.1.2.1. Dağlar.....	6
2.1.2.2. Ovalar.....	6
2.2. Su Kaynakları	7
2.2.1. Yer üstü suları	7
2.2.2. Yeraltısuyu	8
2.3. Genel Jeoloji ve Tektonik Yapı.....	9
2.4. Deprem Durumu.....	9
2.5. Hidrojeoloji.....	10
2.5.1. Jeolojik birimlerin hidrojeolojik özellikleri	10
2.5.2. Ovaların hidrojeolojik özellikleri	12
2.5.3. Kaynakların hidrojeolojik özellikleri	13
2.6. İklim	13
2.6.1. Yağışlar.....	14
2.6.2. Rüzgar ve bağıl nem.....	14

3. BARAJ HAZNE HACMİNİN BULUNMASI	15
3.1. Baraj Hazne Hacminin Bölümleri.....	15
3.1.1. Ölü hacim	15
3.2.2. Taşkın hacmi	16
3.2. Baraj Aktif Hazne Hacmi	16
4. SENTETİK HİDROLOJİ	18
4.1. Sentetik Hidroloji Nedir?.....	18
4.2. Sentetik Hidrolojinin Geçmişi.....	20
5. HİDROLOJİK ZAMAN SERİLERİ VE STOKASTİK İŞLEM.....	24
5.1. Stokastik Süreçlerin Sınıflandırılması.....	24
6. AKIŞ SERİLERİNİN MODELLEMESİ.....	29
6.1. Yıllık Akışların Modellenmesi	29
6.2. Aylık Akışların Modellenmesi	31
6.2.1. Tarihi verinin istatistiksel parametreleri.....	34
6.3. Rastgele Sayıların Türetilmesi.....	36
7. THOMAS-FİERİNG MODELİNİN PORSUK BARAJI GİRİŞ AKIMLARINA UYGULANMASI	40
7.1. Tarihi Serinin Parametreleri.....	40
7.2. Sentetik Serinin Türetilmesi	44
8. TARTIŞMA VE SONUÇ.....	50
9. KAYNAKLAR.....	52
10. EKLER.....	54

ŞEKİLLER DİZİNİ

2.1.	Porsuk Çayı havzasının genel görünüşü	5
3.1.	Bir biriktirme haznesinin kısımları	16
4.1.	Sentetik hidroloji çalışmalarında izlenilen adımlar	19
5.1.	Ortalaması zamanla artan bir süreç	25
5.2.	Ortalamasında sıçrama olan bir süreç	26
5.3.	Basit periyodik bileşen	28
7.1.	Sentetik akış serisinin türetilme şeması	47
7.2.	Ortalama akım değerlerinin sonuçları	48
7.3.	Standart sapma değerlerinin sonuçları	49

ÇİZELGELER DİZİNİ

6.1.	Normal dağılımlı rastgele sayılar	37
7.1.	Porsuk Barajı giren akım değerleri	42
7.2.	Tarihi seriden elde edilmiş $E_{i,j}$ değerleri	45
10.1.	Birinci beş yıl arka arkaya yaş olma durumu	55
10.1.a.	Birinci beş yıl arka arkaya yaş olma durumu için E değerleri.....	57
10.2.	İkinci beş yıl arka arkaya yaş olma durumu	59
10.2.a.	İkinci beş yıl arka arkaya yaş olma durumu için E değerleri	61
10.3.	Üçüncü beş yıl arka arkaya yaş olma durumu.....	63
10.3.a.	Üçüncü beş yıl arka arkaya yaş olma durumu için E değerleri	65
10.4.	Dördüncü beş yıl arka arkaya yaş olma durumu	67
10.4.a.	Dördüncü beş yıl arka arkaya yaş olma durumu için E değerleri.....	69
10.5.	Beşinci beş yıl arka arkaya yaş olma durumu	71
10.5.a.	Beşinci beş yıl arka arkaya yaş olma durumu için E değerleri.....	73
10.6.	Altıncı beş yıl arka arkaya yaş olma durumu	75
10.6.a.	Altıncı beş yıl arka arkaya yaş olma durumu için E değerleri.....	77
10.7.	Yedinci beş yıl arka arkaya yaş olma durumu.....	79
10.7.a.	Yedinci beş yıl arka arkaya yaş olma durumu için E değerleri.....	81
10.8.	Sekizinci beş yıl arka arkaya yaş olma durumu	83
10.8.a.	Sekizinci beş yıl arka arkaya yaş olma durumu için E değerleri.....	85
10.9.	Dokuzuncu beş yıl arka arkaya yaş olma durumu.....	87
10.9.a.	Dokuzuncu beş yıl arka arkaya yaş olma durumu için E değerleri	89
10.10.	Onuncu beş yıl arka arkaya yaş olma durumu.....	91
10.10.a.	Onuncu beş yıl arka arkaya yaş olma durumu için E değerleri	93
11.1.	Üç yıl arka arkaya kurak olma durumlarının ortalamala. sonuçları ...	95
11.2.	Beş yıl arka arkaya kurak olma durumlarının ortalamala. sonuçları..	95
11.3.	Üç yıl arka arkaya yaş olma durumlarının ortalamala. sonuçları	96
11.4.	Beş yıl arka arkaya yaş olma durumlarının ortalamala. sonuçları.....	96
11.5.	Üç yıl arka arkaya kurak olma duruml. standart sapmal. sonuçları ...	97
11.6.	Beş yıl arka arkaya kurak olma duruml. standart sapmal. sonuçları..	97
11.7.	Üç yıl arka arkaya yaş olma duruml. standart sapmal. sonuçları	98
11.8.	Beş yıl arka arkaya yaş olma duruml. standart sapmal. sonuçları.....	98

SİMGELER DİZİNİ

- \bar{y}_μ : Gözlenmiş akım değerinin ortalama akım değeri
- \bar{x}_τ : Ortalamanın periyodik bileşeni
- \bar{q} : Ortalama akım değeri
- \bar{u} : Ortalama akış
- α : Hidrolojik sürecin herhangi bir parametresi (ortalama, standart sapma)
- ω : Periyot
- γ : Toplum çarpıklık katsayısı
- β : Toplum korelasyon katsayısı
- μ : Toplum ortalaması
- τ : Zaman aralığı
- ρ_τ : Serisel korelasyon katsayısı
- σ_ϵ : Varyans
- $\rho_{1,\tau}$: Yılın τ ve $\tau-1$. aylarındaki akışlar arasındaki 1. mertebeden otokorelasyon katsayısının Fourier açılımıyla belirlenen periyodik bileşen
- ϵ_i : Bağımsız bir süreç
- a, c : Pozitif tamsayı
- A_j, B_j : Fourier katsayıları
- b_j : j . ve $j+1$. aylarındaki akışlar arasındaki regresyon katsayısı
- C_S, g, AS : Çarpıklık katsayısı
- COV : Değişim (varyasyon) katsayısı
- d_i : Deterministik bileşen
- e_i : Rastgele bileşen
- $E_{i,j}$: Rastgele değişken
- N : Kayıt (gözlem) sayısı
- q : Akış serisi değeri (m^3)
- r : Serisel korelasyon katsayısı
- $r(j), R$: j . ve $j-1$. aylarındaki akışlar arasındaki korelasyon katsayısı
- s, SD : Standart sapma

- s_τ : Standart sapmanın periyodik bileşeni
- u : m . mertebeden Markov modelinde seri değeri
- $u(t), u(t+\tau)$: τ zaman aralığı ile ölçülen veri elemanları
- x_i : i . zaman serisi
- $x_{i,\tau}$: Hidrolojik süreç
- x_j : j . aya ait akışların ortalaması
- y : Gözlenmiş akım değeri
- $y_{i,\tau}$: Ortalama ve standart sapması stasyoner olan hidrolojik süreç
- $t_{i,j}$: Standart normal değişken (ortalaması sıfır ve varyansı 1 olan)
- n_i : Ortalaması sıfır ve varyansı S_e^2 olan dönüştürülmüş rastgele değişken
- S_e : Rastgele sayıların standart sapması
- z_i, η_i : Üniiform dağılımlı rastgele sayılar

KISALTMALAR DİZİNİ

- AR** : Otoregresif modeli
ARIMA: Otoregresif integre edilmiş hareketli ortalama modeli
ARMA : Kombinasyonu olan ve otoregresif-hareketli ortalama modeli
DMİ : Devlet Meteoroloji İşleri
DSİ : Devlet Su İşleri
FGN : Fraksiyonel gürültü
MA : Hareketli ortalama modeli
MGİ : Meteoroloji Gözlem İstasyonu

1. GİRİŞ

Su kaynakları yenilenebilir kaynaktır, ancak akarsu, göl, yeraltısuyu, deniz gibi su kaynaklarında kullanılacak su miktarı sınırlı olduğundan, doğada mevcut sınırlı kaynaklardan biridir. Ayrıca suyun hidrolojik çevrim içinde hareket halinde olmasından dolayı belirli bir yerde ve zamandaki miktarı da değişkendir. Aynı zamanda bir bölgedeki su kaynaklarının bir bütün olarak ele alınması, ihtiyaç gruplarının dağınık olması ve suyun farklı amaçlarda kullanılması gibi nedenler söz konusudur. Bu nedenlerden dolayı, bir akarsu havzası, bir bölge veya bir ülkedeki yerüstü ve yeraltı sularının toplamından oluşan su kaynaklarını ihtiyaca göre belirlemek, korumak, kontrol etmek ve en iyi şekilde kullanmak üzere geliştirmek için çeşitli mühendislik çalışmaları yapılmaktadır. Su kaynaklarının planlanması, projelendirilmesi ve gerekli su yapıları tesislerinin inşa edilmesi ve uygun şekilde işletilmesi gerekmektedir. Su kaynaklarının uygun bir şekilde geliştirilmesi ile ülkenin ekonomik, sosyal ve kültürel yönden gelişmesine de önemli derecede katkıda bulunulur [1].

Günümüzde su kaynaklarından yararlanma oranının hızla artması nedeniyle, akarsu akış rejimindeki düzensizliğin ülke ekonomisi üzerine etkisi de büyük bir önem kazanmıştır. Bu düzensizliğin zararlı etkilerini azaltabilmek için akarsular üzerinde biriktirme hazneleri kurularak istenen miktarda suyun düzenli bir şekilde sağlanabilmesine çalışılmaktadır. Akarsuların sularının bol olduğu zamanlarda suyun biriktirilip ihtiyacın fazla olduğu, suyun az bulunduğu kurak dönemlere aktarılması gerekir [2,3]. Bu çalışmada su biriktirme yapıları olarak barajlar ele alınmıştır. Barajlar hakkında bilgi Bölüm 3'te verilmektedir.

Su kaynakları sistemlerinin planlanması ve işletilmesi sırasında verilecek kararlar, gözönüne alınan yağış, akış, buharlaşma gibi hidrolojik verilere bağlıdır [4]. Bütün hidrolojik olaylar doğada meydana geldikleri için pekçok değişkenden etkilenirler. Bu değişkenlerin olayları nasıl etkilediğinin belirlenmesi zor olduğundan, söz konusu olaydaki değişkenler arasındaki bağıntılar kesin olarak belirlenemez, yani olayın deterministik kanunları belirlenemez. Hidrolojik olaylar rastgele karakterde olduğundan stokastik yaklaşım gerekir [5].

Bir rastgele değişkenin zaman içinde ardarda aldığı değerler birbirinden bağımsız değilse, bu değerlerden meydana gelen zaman serisine *stokastik süreç*

denir. Bir akarsudaki akış stokastik bir zaman süreci niteliğinde olduğundan, baraj haznelerinin projelendirilmesi ve işletilmesi ile ilgili çalışmalarda akışların istatistik özelliklerinin belirlenmesi gerekmektedir [2]. Hidrolojik zaman serileri ve stokastik işlem üzerine literatür çalışmaları Bölüm 5'te ele alınmıştır.

Bir rastgele değişkenin istatistik özelliklerini yeterli bir doğrulukla belirleyebilmek için elde bu değişkene ait yeterli derecede büyük bir örnek ($N > 30$ olan bir örnek) bulunması gerekir. Değişkenin zaman içinde ardarda aldığı değerler arasında istatistik bakımından bir bağımlılık bulunması halinde gerekli örnek büyüklüğü de artar. Su yapıları açısından en önemli hidrolojik değişken olan akışlarda, havzaların biriktirme özelliği nedeniyle iç bağımlılık bulunduğu bilinmektedir. Bu yüzden bir akış sürecini temsil etmek için gerekli örnek uzunluğunun da oldukça büyük olması gerekir [4].

Ancak günümüzde mevcut akış kayıtlarının uzunluğu, teknik ve ekonomik nedenlerden dolayı, sınırlı, yetersiz ve bazen yer yer boşluklu olduğundan, özellikle baraj hazneleriyle ilgili hidrolojik çalışmalar güçleşmektedir [4]. İşletme politikaları, baraja gelen akımların fonksiyonudur. Birbirini izleyen zaman aralıkları içinde gelen akım serileri, tarihi kayıtlar eğer nehirde akım gözlem istasyonu varsa mevcuttur, yoksa diğer nehirlerin kayıtlarının analizinden tahmin edilebilir veya türetilir [6]. Gözlenmiş akışların süresi kısadır ve yeterli değildir. 25-30 yıldan az olan kayıtlar, 50 veya 100 yıllık bir projenin ekonomik ömrünü kapsamazlar [7]. Aynı zamanda doğal dengedeki değişikliklerden ve ayrıca, barajlar inşa edildikleri yerin ekolojik dengesini etkilediklerinden ve buldukları nehrin akışlarını düzenlediğinden, tarihi akışların tekrar gözlenebilme olasılığı yoktur [3]. Bundan başka, basit kısa serileri içeren tarihi akış serisi, yüksek akışlar kadar düşük akış serisini kapsamaz. Sistemin güvenilirliği, sadece tarihi serilerle mümkün olmayan bu koşullar altında değerlendirilmelidir. İstatistik düşüncede, tarihi seri, doğal akış işleminin dışında bir örnektir. Eğer bu işlem sabit olarak gözönüne alınırsa, bu örnekler gibi sunulan pek çok seriler, tarihi serilere istatistiksel olarak benzeyecek şekilde formüle edilebilir. Bu, sentetik tekniğin (stokastik hidrolojinin) temelidir. Böylelikle, üretilmiş akışlar ne tarihi akışlardır ne de gelecek akışların tahminidir; fakat nehirdeki olası akışları temsil eder [7].

Hidrolojik verileri istatistiksel özellikleriyle inceleyen stokastik hidrolojinin amacı, gözlenmiş akış serisine istatistik olarak benzer sentetik akış serileri üretmektir. İstatistiksel benzerlik, serilerin tarihi kayıtlardakine benzer istatistikler ve bağımlılık özelliklerinin olmasını ifade etmektedir. Bu seriler, söz konusu nehirde geçmiş serilere benzer özelliklere sahip olan, mantıklı olabilecek gelecek akış senaryolarını temsil eder [8]. Sentetik hidroloji kavramı ve sentetik hidrolojinin gelişimi Bölüm 4'te incelenmiştir.

Bununla birlikte, sentetik yoldan uzatılmış olan bu kayıtlar bize rastgele değişkenin olasılık dağılımı ve stokastik bağımlılığı hakkında yeni bilgiler vermezler. Çünkü kayıt uzatılırken mevcut dağılımın özelliklerinin aynı kalmasına dikkat edilmiştir. Ancak, kayıtları uzatmakla hidrolojik süreçlerdeki daha değişik ve dolayısıyla daha kritik olabilecek durumlar (daha kurak veya daha yağışlı dönemleri) gözönüne alınabileceğinden, bu gibi uzatılmış kayıtlardan özellikle baraj haznelerinin planlama ve işletilmesinde yararlanılır [9].

Sentetik serilerle çalışırken söz konusu hidrolojik sürecin matematik modelinin kurulması çok önemlidir [9]. Matematik modelin kurulmasındaki amaç, bu model yardımıyla söz konusu değişken için sentetik serilerin türetilmesidir. Bu seriler yardımıyla sadece gözlenmiş olan örneği değil aynı toplumdaki geldiği kabul edilebilecek başka örnek akışları da gözönüne almak mümkün olabilir. Böylece söz konusu sistemin davranışı sadece eldeki örneğe göre deterministik anlamda değil, sentetik serileri kullanarak istatistik anlamda belirlenmiş olur. Bu şekilde optimum çözüme daha fazla yaklaşılmış olur. Kurulacak matematik modelin kullanılacağı amaca göre, söz konusu sürecin istatistik özelliklerini yeterli bir şekilde ifade edebilmesi gerekir. Modeli bu şartı sağlayacak parametre sayısı en az olan en basit model olarak seçmek daha uygun olur. Çünkü parametre sayısı arttıkça bu parametre değerlerinin eldeki örnekten tahminindeki güvenilirlik azalır [5]. Bu çalışmada aylık akış modeli olan 1. mertebe Markov modeli olarak bilinen Thomas-Fiering modeli kullanılmıştır. Model ile ilgili literatür çalışması Bölüm 6'da verilmiştir. Thomas-Fiering modelinin uygulaması Porsuk Barajı giriş akımları üzerine yapılmıştır. Konu ile ilgili çalışmalar Bölüm 7'de anlatılmıştır. Bölüm 2'de uygulama alanı olan Porsuk Barajı'nın yer aldığı Porsuk Çayı Havzası hakkında geniş bilgi verilmiştir.

Genellikle baraj hazneleri probleminde üç farklı yaklaşım mevcuttur. Bunlar başlıca, ampirik, deneysel ve analitik yöntemlerdir. Ampirik yöntem sadece geçmişteki gözlemlerin kullanılması açısından deterministiktir. Ripple diyagramı ile elde edilen sonuç sadece gözlenmiş seri için geçerli olduğundan serinin uzunluğu veya kısalığına çok bağlıdır. Hazne kapasitesinin belirlenmesi ve hazne işletme problemlerinde kullanılabilen en esnek yöntemler deneysel yöntemlerdir. Burada deney sözünden bilgisayar programları vasıtasıyla yapılan simülasyon çalışmaları anlaşılmaktadır. Bu çalışmalarda, sentetik hidroloji tekniğinde, baraj haznesinin ekonomik ömrüne eşit uzunlukta akış dizileri türetilir ve her bir diziden Ripple diyagramı veya benzer yöntemler yardımı ile baraj hazne kapasitesi belirlenir. Bu yaklaşım için baraj haznesinin ekonomik ömrüncü gelecekteki akış serilerinin stokastik modellerle türetilmesi mümkündür. Analitik yöntemler, probleme matematiksel bir çözüm getirmeyi amaçlamaktadır. Akışların periyodik bileşenlerini ve iç bağımlılığını gözönüne almak güçtür. Yapılan kabullerden dolayı elde edilen sonuçlar henüz pratik uygulamalar için yeterli değildir [5,10,11].

2. PORSUK ÇAYI HAVZASI

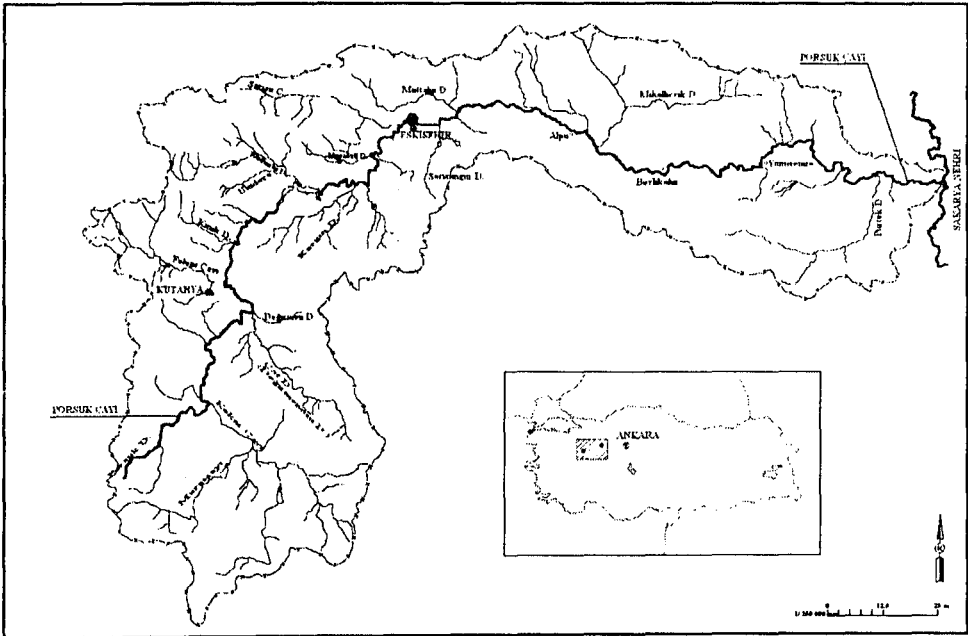
2.1. Doğal Coğrafya

2.1.1. Porsuk Çayı Havzası'nın yeri ve yayılışı

Sakarya Nehrinin bir kolu olan Porsuk Çayı havzası, kuzeybatı Anadolu'da 11 188 km²'lik bir alanı kapsamaktadır (Şekil 2.1). Havza alanı 29°38' ve 31°59' doğu boylamları ile 38°44' ve 39°99' kuzey enlemleri arasında yer almaktadır. Doğu-batı doğrultusunda 202 km, kuzey-güney doğrultusunda 135 km'dir.

Havzanın batı sınırı, kuzeyden güneye doğru olmak üzere Karaca Tepe, Kanlığrek Tepe, Sınırbeli Tepe, Kale Tepe, Devran Tepe, Türkmen Tepe (1), Kızıl Tepe, Kertel Tepe, Koca Tepe, Nohutluk Tepe, Türkmen Tepe (2), TA Dağı sırtlarındaki Ördekkışlağı Tepe, Türkmen Tepe (3), Murat Dağı ve Ahır Dağı tepelerini izlemektedir. Doğu sınırını Sakarya Nehri oluşturmaktadır. Kuzey sınırı batıdan doğuya doğru Karaca Tepe, Isırganlı Tepe, Metris Tepe ve Sündiken Dağları tepelerini izlemektedir. Güney sınırı batıdan doğuya doğru Türkmen Dağı, Ahmetüryan Tepe, Tahtalibaba Tepe, Yarıkaya Tepe, Sarıkavakçalı Tepe, Çal Tepe ve Sivrihisar Dağları tepelerini izlemektedir.

Havzadaki yüzey suları Porsuk Çayı ve kollarından oluşmaktadır. Eskişehir-Alpu Ovası, İnönü Ovası, Kütahya Ovası ve Altıntaş Ovası havzadaki önemli ovalardır. Porsuk Çayı havzasında Eskişehir ve Kütahya il merkezleri ile bu illere bağlı 7 ilçe merkezi bulunmaktadır [12,13].



Şekil 2.1. Porsuk Çayı havzasının genel görünüşü

2.1.2. Yer şekilleri ve genel arazi dağılışı

Havzanın orta kesimlerine gelen Eskişehir-Beylikova arası ve çevresi büyük ölçüde ovalık arazidir. Beylik ovasından sonra bir süre bu dağlar sıklaşmakta daha sonra Porsuk Çayı'nın her iki yanındaki ovalık arazi genişleyerek Sakarya Nehrine ulaşmaktadır. Porsuk Çayı'nın her iki yanı boyunca uzanan ova arazileri, paralel uzanan dağlarla çevrilidirler.

Havzanın batısı ve güneyi, diğer kısmına göre daha yüksek kotlarda ve dağlık bir nitelik gösterirler. Bu kesimde ormanlık araziler daha fazla, ova araziler daha azdır.

2.1.2.1. Dağlar

Porsuk Çayı havzasının kuzeybatısında Uludağ dağlarının devamı olan Yirce dağları uzanmaktadır. Başlıca yüksek tepeleri Karacebe Tepe (1322 m), Kanlıgök Tepe (1110 m), Kale Tepe (1779 m), Tepelce Tepe (1533 m) sayılabilir. Havzanın kuzeyinin büyük bir kısmı Sündiken dağları ile sınırlanmıştır. Bu dağ sırasındaki başlıca tepeler Metris Tepe (1301 m), Türkmen Tepe (1523 m), Taştepe (1685 m), Sündiken Tepe (1769 m) ve Uzunyatak Tepe (1786 m) sayılabilir. Güneydeki Sivrihisar dağlarının başlıca tepeleri Yediler Tepe (1532 m), Karaburun Tepe (1332 m), Sarnıç Tepe (1511 m), Tınaz Tepe (1528 m), Dümrekçalı Tepe (1506 m) ve Babadatçalı Tepe (1242 m)'dir. Havzanın dağların yoğun olduğu Kütahya ili bölümünde sayılabilecek başlıca tepeler şunlardır. Kabakdede Tepe (1387 m), Ömerbaba Tepe (1698 m), Sakar Tepe (1576 m), Elmalı Dağı (1558 m), Tekneçukur Tepe (1609 m) ve Porsuk Çayı'nın çıktığı yer kabul edilen Murat Dağı (2309 m).

2.1.2.2. Ovalar

Havzayı oluşturan Porsuk Çayı havzasındaki ovalar ve bu ovalarla ilgili bilgiler şöyledir:

İnönü Ovası: Havzanın kuzeybatısında yer alır. 860 m ile 800 m kotları arasındadır. Yaklaşık 9000 ha büyüklüğündedir.

Eskişehir Ovası: Havzanın orta kesimlerinde başlayıp doğuya doğru uzanır. 890 m ile 740 m kotları arasındadır. Yaklaşık 70 000 ha büyüklüğündedir.

Kütahya Ovası: Havzanın batı kesiminde bulunmaktadır. Güneydoğu-kuzeybatı doğrultusunda uzanır. Bu doğrultudaki uzunluğu 25 km kadardır.

Ortalama yüksekliği 930 m olan Kütahya ovası yaklaşık 9300 ha büyüklüğündedir.

Altıntaş Ovası: Porsuk Çayı havzasının güneyinde ve başlangıç kısımlarında olan Altıntaş ovası güneydoğu-kuzeybatı doğrultusunda uzanır. Denizden yüksekliği ortalama 1100 m olan Altıntaş ovası yaklaşık 26 000 ha büyüklüğündedir.

Ayrıca havzada Aslanapa ovası ve Porsuk Çayı'nın aşağı kısımlarında çayın her iki yamacında uzanan ovalık arazilerden söz edilebilir [12,13].

2.2. Su Kaynakları

Porsuk Havzasındaki akarsuları Porsuk Çayı ve kolları oluşturur. Çayın büyük kolları, güneyde Kokar Çayı, Murat Çayı, Porsuk Dere, Çat (Değirmenözü) Dere, Değirmen Dere, Felent Çayı, Kınık Dere, Kuduzlu Dere, Kargın Dere, Uludere ve Musaözü Deresi oluşturur. Kuzey ve doğuda, Sarısu Çayı, Sarısungur Dere, Muttalip Dere, Mihallıççık Dere ve Pürtek Dere yer alır.

Porsuk Havzası su kaynakları aşağıda anlatılmıştır.

2.2.1. Yer üstü suları

Porsuk Çayı havzası 11 188 km²'dir. Havza alanının tamamını Porsuk Çayı ve yan kolları oluşturmaktadır. Havzanın yıllık ortalama su potansiyeli 481 hm³'tür. Havzanın ortalama yağış yüksekliği 835 m'den 1200 m'ye değişmektedir. Porsuk Çayı, havza alanının güneyinden, Murat Dağı eteklerinden doğmakta yan kollarla birleşerek bir süre genelde kuzeye doğru akmaktadır. Kütahya yakınlarından geçtikten sonra doğuya doğru yay çizerek kıvrılmakta ve Eskişehir, Alpu, Beylikova, Sarıköy boyunca doğuya doğru akar ve Beylikköprü civarında Sakarya Nehri ile birleşmektedir. Toplam uzunluğu 405 km'dir. Porsuk Çayı'nın en önemli yüksek kotu 1250 m, Porsuk Barajı'ndaki kotu 910 m ve Sakarya Nehrine bağlanırken ki kotu yaklaşık 650 m'dir. Porsuk Çayı'nın önemli kolları şunlardır:

Kokar Çayı: Dumlupınar yakınlarında doğan Akyar Dere, Murat Çayı, Çiftliközü Deresinin birleşiminden oluşan Kokar Çayı'nın oldukça büyük bir yağış havzası vardır. Aslanapa yakınlarında Porsuk Çayı ile birleşir.

Murat Çayı: Kesiksöğüt Tepesi'nden doğar, Akçay yerleşimine gelmeden Murat Çayı adını alır. Çayırbaşı yerleşimi yakınında Kokar Çay ile birleşir.

Çatdere: Yukarı havzadaki adı Değirmenözü deresidir. Birçok yan kolları aldıktan sonra Kütahya yakınlarında Porsuk Çayı ile birleşir.

Felek Çayı: Kütahya'nın batı kesimlerinden doğar, Enne Barajı gölüne girip çıktuktan sonra Kütahya içinden geçen dereyi de aldıktan sonra Porsuk Çayı ile birleşir.

Kargın Dere: Türkmen Dağı eteklerinden doğar. Kargın Dere birçok yan kolun birleşmesinden sonra Porsuk Barajı mansabında Porsuk Çayı ile birleşmektedir.

Sarısu Çayı: Dodurga yakınlarındaki tepelerden doğan Sarısu Çayı, Dodurga (Daridere) Barajı gölüne girip çıktıktan sonra bir çok yan dereleri alır ve Eskişehir il merkezi içerisinde Porsuk Çayı ile birleşir.

Mihaliççık Deresi: Sündiken dağlarından doğan çok sayıdaki derelerin birleşiminden oluşan Mihaliççık Deresi, Özdenk Deresi ile birleşir ve bir süre sonra Porsuk Çayı ile birleşir.

Pürtek Dere: Sivrihisar dağlarından doğar. Pek çok yan dereleri aldıktan sonra Porsuk Çayı ile birleşir.

2.2.2. Yeraltısuyu

Geniş bir bölgeye yayılan Porsuk Havzası'nda önemli sayıda kaynak şeklinde yeraltısuyu boşalımları olmaktadır. Havza içindeki kaynakların oluşması için su tablasının topografyayı kesmesi gerekir. Eğer bu durum fay çatlağında oluşuyorsa (fay kaynağı), yeraltı suyu faylanmaya bağlı olarak geçirimli-geçirimsiz litolojik seviye dokanaklarında (suyun çıktığı noktadaki geçirimli malzemenin) çıkmaktadır. Ayrıca, geçirimli seviyelerden beslenen ve bu seviyelerin en düşük kotundan boşalan kaynaklar da bulunmaktadır. Havzanın membaındaki kaynaklarda debiler genelde 20 l/s'den yüksek, bazı kaynaklarda 1200 l/s mertebesine ulaşmaktadır. Mansaptaki kaynaklarda ise genelde 20 l/s'nin altındadır. Kaynakların özellikle büyük debili olanları bir çok yerden çıkan grup kaynaklarıdır ve yüksek debili olanlardan içmesuyu olarak yararlanılmaktadır. Bunlardan 1176 l/s debili Porsuk Çiftliği kaynakları Kütahya içmesuyunda kullanılmaktadır.

Porsuk Havzası içinde tarım yapılan geniş ovalar vardır. Bu ovalar; güneyde Aslanapa, Altıntaş, Kütahya ve Köprüören Ovaları ile kuzeyde İnönü, Eskişehir

ile kuzeydoğuda Alpu ve Aşağı Porsuk ovalarıdır. Altıntaş Ovası'ndan doğu-batı yönde Kokar Çayı, batı-doğu yönde Değirmen Dere ile drene edilmekte ve Adaköy civarında birleşerek Porsuk Çayı'na ulaşmaktadırlar. Köprüören Ovası'nı batı-doğu yönde akan Felent Çayı ve kolları drene etmektedir. Bu çay, Kütahya'nın kuzeyinde Porsuk Çayı ile birleşmektedir.

İnönü Ovası batı-doğu yönde akan Sarısu Çayı ve kolları ile drene edilmektedir. Bu ovalardaki derin ve sığ kuyulardan temin edilen yeraltısuyu ile sulama yapılmaktadır.

Havza içindeki ovalarda açılan sondaj kuyuları ile yaygın sulama yapılmaktadır. Sulama için açılan yeraltısuyu sondajları DSİ, Köy Hizmetleri ve özel şahısların mülkiyetindedir [12,13].

2.3. Genel Jeoloji ve Tektonik Yapı

Porsuk Havzasının genel jeoloji ve tektoniği kapsamında havzanın stratigrafik jeolojisi, jeolojik tarihçesi, tektonik durumu açıklanmış ve bunlar ile birlikte havzanın hidrojeolojik özellikleri ve deprem durumu bilgileri verilmiştir.

Havzada, Paleozoyik, Mesozoyik ve Senozoyik yaşlı birimler görülür. Paleozoyik yaşlı birimler metamorfik kayalar ile temsil edilir. Mesozoyik üst sisteminde altta metamorfikler ve ofiyolit görülür. Üste doğru karbonat ve karbonatlı kayaların hakim olduğu formasyonlar bulunur. Bu üst sistemde ofiyolit yerleşimi de bulunmaktadır. Senozoyik üst sisteminde, daha çok kırıntılardan oluşmuş çökel birimler hakimdir. Bunlar içinde karbonatlı kayalar ile volkanik kayalar da görülmektedir. Bütün bu birimler akarsu vadisi, ovalar ve yamaçlar üzerlerinde güncel çökeller ile örtülmüşlerdir.

Bölgede farklı evrelerde gelişmiş magmatik etkinlikle granitik sokulumlar, volkanik lav ve piroklastiklerin oluşturduğu birimleri de görmek mümkündür [12,13].

2.4. Deprem Durumu

Porsuk Havzası, T.C. Bayındırlık ve İskan Bakanlığınca 1996 yılında yayınlanmış ve 5 bölgeye ayrılmış olan "Türkiye Deprem Bölgeleri Haritası" na göre 1., 2., 3. ve 4. derecede deprem bölgeleri içinde, Tadil Edilmiş Mercalli Cetveline göre de en yüksek VII ve VIII şiddetinde deprem zonları içinde kalmaktadır.

Havza çevresindeki büyük ölçekli aktif fayları ortalama 80 km kuzeydeki Kuzey Anadolu Fayı, yine 80 km güneybatıdaki Simav Fay Zonu ile Gediz fayları oluşturur. Alan içinde ise güneyde Aslanapa-Altıntaş fayları, Kütahya Fayı ve kuzeyde İnönü-Dodurga Fay Zonu ile Eskişehir Fay Zonu aktif faylardır. Alan içindeki bu faylar, Kuzey Anadolu Fayı ile Ege grabenlerine göre aktivite açısından ikincil faylanmalar olduğu söylenebilir. Ancak, Kuzey Anadolu Fayı ve Ege grabenlerinde oluşacak depremler bu fayların hareketini hızlandırabilecek, 17 Ağustos 1999'daki Gölcük depreminde olduğu gibi, büyük ölçekli depremler havzada da etkili olabilecektir. Bununla birlikte aktif olan havza içi faylarda da depremler oluşmuş ve oluşabilecektir. Afet İşleri Genel Müdürlüğü – Deprem Araştırma Dairesi tarafından 1881-1986 yılları arasında, havzayı da içine alan bölgede [(38.68-40.84)N – (28.52-32.56)E koordinatları] 4.2 magnitüdden yüksek 299 adet deprem kaydedilmiştir. Bu depremler kuzeyde Kuzey Anadolu Fayı boyunca, güneyde ise Simav Fay Zonu ve Aslanapa-Altıntaş Ovasında yoğunlaşmaktadır. Havzada depremlerin tekrarlanma olasılığı, 5.0 şiddetinde bir deprem 89 yılda, 6.0 şiddetindeki bir depremde 60 yılda, 7.5 şiddetindeki bir depremde ise 989.3 yıldır.

Havza ve civarı, yukarıda verilen bilgilere göre deprem yönünden aktif bir bölgede kalmaktadır. Bu nedenle, havza içinde yapılacak yapıların projelendirilmesinde bu durum gözönünde bulundurulmalıdır [12,13].

2.5. Hidrojeoloji

Havzanın hidrojeolojisi kapsamında, havzadaki jeolojik birimlerin hidrojeolojik özellikleri, ovalar ve kaynakların hidrojeolojik özellikleri özet olarak aşağıda verilmiştir. Bu bölümde havzadaki akiferler, su tablası ve yeraltısuyu seviyesi değişimleri, yeraltısuyu beslenme ve boşalımı, yeraltısuyu işletilmesine uygun alanlar yeraltısuyu sulama kooperatiflerine ait alanlar ve su kimyası bilgileri açıklanmıştır.

2.5.1. Jeolojik birimlerin hidrojeolojik özellikleri

Havzada stratigrafik temelde yer alan Paleozoyik-Alt Triyas yaşlı Porsuk Havzası Metamorfikleri gnays, şist ve mermerler ile temsil edilmektedir. Gnays temelde, şistler ise üstlere doğru hakimdir. Mermer, gnays ve şistler içinde daha

az miktarda görülür. Metamorfikler, şist ve gnays hakim olan yerlerde geçirimsiz-az geçirimli, mermerlerin hakim olduğu yerlerde geçirimlidir.

Orta-Üst Triyaş yaşlı Karkın Formasyonu kısmen metamorfizma geçirmiş sedimanter ve volkanikler ile kireçtaşı seviyeleri ile temsil edilir. Formasyonda metamorfizmadan dolayı kırıntılı volkanikler geçirimsiz, az geçirimli, kireçtaşı seviyeleri geçirimlidir.

Triyaş'da sürüklenme ile bölgeye yerleşmiş olan Ofiyolitler litolojileri gereği geçirimsizdirler. Yine Triyaş'da magmatik sokulumla yerleşen Bozüyük-Yalnızçam Granodiyorit genelde geçirimsizdir. Ancak, içerdikleri süreksizliklere göre geçirimlilikleri çok az da olsa artmaktadır.

Jura-Alt Kretase yaşlı Zeyköy Formasyonunda kireçtaşı hakimdir. Kireçtaşı süreksizlik durumu ve karstlaşmaya bağlı olarak geçirimlidir. Üst Kretase yaşlı Çöğürler Formasyonu az geçirimli özellikte, geçirimsiz seviyeler de içermektedir. Kretase yaşlı Kınık Ofiyolitleri geçirimsizdir. Süreksizlikleri boyunca az miktarda geçirimlilik kazanmaktadır. Üst Kretase-Paleosen yaşlı granotoidler süreksizliklerine göre geçirimlilik kazanmakta, genellikle az geçirimli olarak tanımlanabilir.

Paleosen yaşlı Değirmendere Formasyonu zayıf çimentolu konglomera ve kumtaşı ile temsil edildiğinden geçirimli özelliktedir. Eosen yaşlı Mamuca Formasyonu konglomera-kumtaşı, kıltaşı-marn ve kireçtaşı ile temsil edilir. Kıltaşı-marn geçirimsiz, konglomera, kumtaşı ve kireçtaşı geçirimli özellikte olduğundan formasyon az geçirimli olarak tanımlanabilir.

Alt Miyosen yaşlı Hüyükü Formasyonu volkanikler ve konglomera ile temsil edilir. Konglomera ve çatlaklı lav seviyeleri geçirimli, tuf, aglomera seviyeleri ise geçirimsiz kabul edilmektedir. Bu formasyon için farklı geçirimlilikteki seviyelerden dolayı az geçirimli olarak tanımlanabilir.

Orta-Üst Miyosen yaşlı Porsuk Formasyonu, kumtaşı, marn, jips, jipsli marn ve kil, kireçtaşı ve volkanikler ile temsil edilir. Az geçirimli özellikte olan formasyondaki jips seviyeleri eriyerek, yeraltısuyunu tuzlandırmaktadırlar.

Pliyosen yaşlı Ilıca Formasyonu konglomera-kumtaşı, marn-kıltaşı, kireçtaşı ve volkanikler ile temsil edilir. İçerdiği litolojik seviyelerde geçirimsiz ve

geçirimli özellikler görülür. Ancak, formasyon genel olarak az geçirimli olarak tanımlanabilir.

Kuvaterner yaşlı Akçay Formasyonu kum-çakıl hakim bir litoloji ile temsil edilir. Kum-çakıl ile birlikte silt ve kil de görülür. Genelde geçirimli özelliktedir. Yine Kuvaterner yaşlı genç çökellerden taraça ve alüvyon genelde çok geçirimsizdirler. Ancak, alüvyon ovalarda kil-silt daha fazla olduğundan geçirimsizliği kısmen azalmaktadır. Yamaç molozu yayılımı ve kalınlığı gözönünde bulundurulduğunda hidrojeolojik olarak önemsizdir [12,13].

2.5.2. Ovaların hidrojeolojik özellikleri

Porsuk Havzası içinde güneyde Aslanapa, Altıntaş, Kütahya ve Köprüören ovaları ile kuzeyde İnönü, Eskişehir ile kuzeydoğuda Alpu ve Aşağı Porsuk ovaları yer alır. Bu ovalar havza içinde tarım yapılan geniş düzlükleri oluşturur. Altıntaş ovasından doğu-batı yönde Kokar Çayı, batı-doğu yönde Değirmen Dere ile drene edilmekte ve Adaköy civarında birleşerek Porsuk Çayına ulaşmaktadırlar. Köprüören ovasını batı-doğu yönde akan Felent Çayı ve kolları drene etmektedir. Bu çay, Kütahya'nın kuzeyinde Porsuk Çayı ile birleşmektedir.

İnönü Ovasını, batı-doğu yönde kesen Sarısu Çayı ve kolları drene etmektedir. Bu çay Eskişehir merkezinde Porsuk Çayı'na birleşmektedir. Bu ovalarda açılmış olan derin ve sığ kuyular ile sulama amaçlı olarak yeraltısuyundan yararlanılmaktadır.

Alüvyon ile kaplı ovalarda yeraltısuyu seviyesi yamaçlara doğru derinleşmekte, akarsu yakınlarında yüzeye yaklaşmakta ve yer yer bataklık ortamı oluşturmaktadır. Yine bu ovalardaki kanal sistemi ile yapılan yüzey sulamaları nedeni ile yeraltısuyunda bir miktar artış olabilmektedir. Ovalarda yeraltısuyu ve yüzey suyu ile yapılan sulamalardan dolayı tarımsal kirlenme olmaktadır. Yine sanayi kirliliği olan ve kirlenmesi Kütahya ovasına girişinden itibaren başlayan Porsuk Çayı suyunun Kütahya, Eskişehir ve Alpu ovalarında sulamalarda kullanılması ve çayın yakınlarındaki kuyulardan suyun çok fazla çekilmesi durumunda yeraltısuyunda kirlenme olabilecektir. Yeraltısuyu ile yapılan sulamalar yeraltısuyu sulama kooperatifleri, sulama birlikleri ve özel şahıslar tarafından gerçekleştirilmektedir. Kullanılan ve ileride açılacak sondaj kuyularının kontrol edilerek yeraltısuyundaki kirlenme olabildiğince azaltılmasında yarar

vardır. Bu kirlenmeler ile birlikte, özellikle Porsuk Havzası kuzeydoğusunda (Biçer Ovası civarında) jipsli formasyonlardan alınan yeraltısuyu tuzludur. Bu tuzlu sular sulamada kullanıldığında tarım toprağında da tuzlanmaya neden olabilir. Bu sebeple, Porsuk Çayı'nın suyunun sulamada kullanılması tarım toprağında kirlenmeye yol açabilir.

DSİ tarafından 1975-1981 yılları arasında yapılan hidrojeolojik etüdler sonucunda ovaların emniyetli verimleri hesaplanmıştır. Bu tarihlerden sonra açılan sulama amaçlı sondajlar ile sulama mevsimlerinde yoğun bir yeraltısuyu çekimi olmaktadır. Ovalardaki yeraltısuyu kalitesi yine etüt yapılan tarihteki dönemleri karakterize etmektedir. Etüt tarihinden sonra, tarımda sulamanın yaygın olarak kullanılması ve yüzey sularının atıksular ile kirlenmesi ile, yeraltısuyu kalitesinin düşebileceği düşünülmektedir. Bu nedenle ovalardaki suyun içme ve kullanma suyu olarak kullanılması önerilmemektedir [12,13].

2.5.3. Kaynakların hidrojeolojik özellikleri

Geniş bir bölgeye yayılan Porsuk Havzasında önemli sayıda kaynak şeklinde yeraltısuyu boşalımları olmaktadır. DSİ tarafından ova hidrojeolojisi için yapılan çalışmalarda, bu kaynaklar incelenmiş, kaynak sularının kimyasal analizleri yapılmıştır. Bu çalışmalara göre, Porsuk havzasındaki kaynakların büyük çoğunluğu mermer, kireçtaşı ve andezit seviyelerinden beslenmektedir. Kimyasal analiz sonuçlarına göre, kaynak sularının çoğunluğu, sulama suyu sınıflandırmasına göre, C_2S_1 sınıfında, bazılarının ise C_1S_1 ve C_3S_1 sınıflarında olduğu belirlenmiştir [12,13].

2.6. İklim

Porsuk Çayı Havzası İç Batı Anadolu eşiğinde, Ege ve Marmara Bölgesi'nin ılıman ikliminden İç Anadolu'nun karasal iklimine geçiş teşkil eden bir bölgededir. Kışları sert, uzun ve yağışlı, yazları ise sıcak ve kurak geçer.

Porsuk Çayı yağış alanı ve civarında Devlet Meteoroloji İşleri (DMI) Genel Müdürlüğü tarafından işletilen 2 adet sinoptik istasyon, 5 adet büyük klima, 13 adet küçük klima, 4 adet yağış istasyonu olmak üzere 24 adet meteoroloji gözlem istasyonu (MGİ) bulunmaktadır. Yağış rasadı yapan istasyonlarda yağış miktarı, bulutluluk miktarı, rüzgar hızı ve yönü oraj rasatları; küçük klima rasadı yapan istasyonlarda bunlara ilave olarak maksimum ve minimum sıcaklık, kuru ve yağ

termometre sıcaklığı, buhar basıncı; büyük klima rasadı yapan istasyonlarda ilaveten mahalli basınç, deniz seviyesindeki basınç, buharlaşma, toprak sıcaklığı gibi ölçümler yapılmaktadır. Sinoptik istasyonlarda hava sıcaklığı, rüzgar, yağış miktarları, yatay görüş mesafesi gibi ölçümler yapılmaktadır [14]. Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü tarafından şu anda 10 adet meteoroloji gözlem istasyonu kurulmuştur (5004 Göynükören, Kütahya/Gediz; 12003 Yunusemre, Eskişehir/Mihallıççık; 12010 İdrisyayla, Eskişehir/Seyitgazi; 12011 İnhisar, Bilecik/İnhisar; 12012 Doğular, Kütahya/Altıntaş; 12014 Kurtköy, Adapazarı/Sapanca; 12018 Ahiler, Eskişehir/Sivrihisar; 12044 Işıkkara, Kütahya/Merkez; 12058 Aysu, Kütahya /Altıntaş; 12063 Yeniceköy, Ankara/Nallıhan) . Bu istasyonlardaki yağış gözlemlerine ilave olarak, 9 tanesinde ayrıca buharlaşma ölçümleri de yapılmaktadır [12,13].

2.6.1. Yağışlar

Porsuk Çayı Havzasının yağış alanı Ege, Marmara ve İç Anadolu Bölgeleri arasında yer alan bir geçiş bölgesidir. Bu geçişin etkileri yağışlarda da görülmektedir. Genellikle İç Anadolu Bölgesinin yağış rejimi hakimdir. Doğudan batıya doğru gidildikçe yağışlarda bir artış görülmektedir. Havzadaki ortalama yıllık yağış yüksekliği 451 mm'dir.

Porsuk Çayı Havzası'na yağışların %34'ü kış, %31'i ilkbahar aylarında düşer. Porsuk Barajı yağış alanının Orta Anadolu kara iklimine nazaran biraz daha fazla olan yağışları kış ve ilkbahar aylarına isabet eder. Kar yağışı Kasım-Nisan ayları arasında görülmektedir. Havza içinde yıllık ortalama sıcaklıklar 8.8°C ile 12.3°C arasında değişmektedir. Nispeten Marmara ikliminin etkisi altındaki İnönü Ovası ve Sarısu Havzası'nın Eskişehir Ovası'na göre daha fazla yağış almaktadır.

2.6.2. Rüzgar ve bağıl nem

Havza içinde ve çevresindeki grafikli anemometre meteoroloji istasyonları Bilecik, Bozüyük, Eskişehir, Kütahya, Pazaryeri, Sivrihisar, Söğüt (Bilecik), Tavşanlı'dır [12,13].

3. BARAJ HAZNE HACMİNİN BULUNMASI

3.1. Baraj Hazne Hacminin Bölümleri

Biriktirme haznesi olarak barajlar, vadiyi kapatan masif veya dolgu malzemesinden inşa edilen ana gövde, işletme tesisleri ve yardımcı tesislerden oluşur. Baraj gövdesinin yukarısında suyun toplandığı hazne, baraj gölünü oluşturur. Bir barajın hazne hacmi denilince, genellikle üç kısım akla gelir: Minimum işletme kotunun altında kalan, gelen katı maddenin birikmesi için ayrılan ölü hacim, minimum işletme kotunun üstündeki su kullanma (içme suyu, sulama, enerji, v.b.) amacıyla ayrılan faydalı hacim (aktif hacim), gelecek taşkın sularını tutabilmek için en üstte bırakılan taşkın hacmidir. Şekil 3.1’de hazne kısımları, hacim-seviye eğrisi üzerindeki gösterilişi ile birlikte verilmiştir [1].

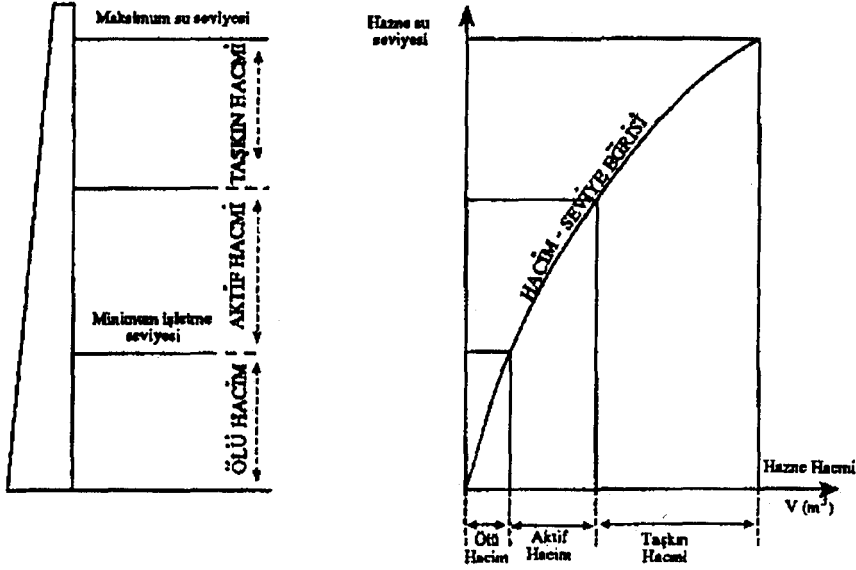
Bir biriktirme haznesi için ihtiyaç duyulan kapasitenin belirlenmesi özellikle kabul edilmiş olan kurullarla uyumlu olan bir zaman aralığı için biriktirme haznesi işletme simülasyonudur. İşletme çalışması, çok düşük akışın sadece seçilmiş kritik peryodunu analiz edebilir; fakat uygulamada uzun sentetik kayıtn kullanımı tercih edilir. Birinci durumdaki çalışma, seçilmiş kuraklık boyunca gerekli kapasiteyi belirlemekten fazlasını veremez. Sentetik veriler ile çeşitli biriktirme hazne kapasitesinin güvenilirliğini tahmin etmek mümkündür [15].

Baraj hazne hacimlerinin uygun seçilmesi baraj maliyetlerinde ve su gereksinimlerinin giderilmesinde önemli bir faktördür. Burada, sadece baraj aktif hazne hacmi ele alınacaktır. Bu hacim, su ihtiyaçlarının karşılanması için kullanılacak su hacmidir. Konumuz harici olan ölü ve taşkın hacimlerinden kısaca bahsedilecektir.

3.1.1. Ölü hacim

Barajın ekonomik ömrü boyunca, akarsuyun getireceği katı maddelerle doldurulacağı ümit edilen hacimdir. Bu hacmi belirlemek için, akarsu ve vadisinin katı madde hareketleri yönünden incelenmesi gerekir.

Baraj haznelerinde biriken katı madde, haznenin ekonomik ömrünü etkiler. Katı madde birikimi genel olarak hazneye gelen katı madde miktarı, yığılan maddenin özgül ağırlığı, haznede biriken katı maddenin baraja gelen katı madde miktarına oranı ve biriken maddenin haznede dağılımı gibi faktörlere bağlıdır.



Şekil 3.1. Bir biriktirme haznesinin kısımları

Hazneye gelen katı madde miktarı, havzanın büyüklüğüne, bitki örtüsüne, zemin cinsine ve akarsu debisine bağlıdır [1].

Akarsuyun belirli zamanlarda getirebileceği katı madde miktarı gerek gözlemlerle gerekse bazı teorik-ampirik formüllerle yaklaşık olarak bulunabilir. Benzer karakterli hidrolojik bölgelerde yapılan barajların aynı amaç için bırakılan hacimleri incelenerek, ölü hacim için bir karar verilebilir [3].

3.1.2. Taşkın hacmi

Aktif hazne hacminin üst kotu genellikle maksimum işletme kotu olarak dikkate alınır. Bu kota kadar baraj dolu olduğunda, baraj gölüne gelen fazla suyun dolusavak tarafından akıtılabilmesi için suyun bir miktar yükselebilmesi gerekir. Bu da maksimum işletme seviyesi üzerinde bir hacim gerektirir. Bu taşkın hacmidir. Taşkın sularının akıtılabilmesi için gereken hacmin hesaplanmasında dolusavak uzunluğu, mansaba bırakılacak taşkın meydana getirmeyecek maksimum debilerin miktarı önemlidir. Ayrıca, baraj gölüne giren taşkın hidrografının şekli de bu hacmin bulunmasında önemli rol oynar [3].

3.2. Baraj Aktif Hazne Hacmi

Baraj aktif hazne hacmi, su ihtiyaçlarının karşılanabilmesi için bırakılan hacimdir. Haznenin aktif hacmi belirlenirken, akarsuyun akım değerleri ve ihtiyaç debileri bir arada değerlendirilir. Bu değerlendirmeler genellikle grafik veya

tablolarla yapılır. Aktif hacmin belirlenmesinde en yaygın olarak kullanılan yöntemler; debi gidiş çizgisi yöntemi ve debi toplam çizgisi yöntemidir.

Akarsu akım değerleri olarak gözlenmiş akım değerleri kullanılır. Bazı akarsularda kayıtlar sınırlı, yetersiz ve bazen yer yer boşlukludur. Aynı zamanda, gözlenmiş akış değerlerinin hazne yapıldıktan sonra tekrar gözlenebilme olasılığı yoktur. Bundan başka, kısa olan tarihi akış serisi, hazne hacmi için risk oluşturan durumları yansıtamaz. Hazne hacmi belirlenirken kullanılacak olan akış serilerinin, gözlenmiş akış serisinin istatistik özelliklerine benzer özelliklere sahip sentetik serilerin türetilmesi ve hazne araştırmalarında bu serilerin kullanılması daha uygun bir yöntemdir. Bu çalışmada, sentetik akış serilerinin türetilme aşaması göz önüne alınacaktır [5]. İkinci aşama olan ihtiyaç debilerinin belirlenmesi ile bir hazne hacmi belirlenebilir, ancak bu çalışmada ele alınmayacaktır. İhtiyaç debileri belirlenmesinde genel olarak iki düşünceden hareket edilir. Birincisi, mahalli ihtiyaçların karşılanması için su gereksinimlerinin saptanması (bölgesel planlama) ve ikincisi ulusal ihtiyaçların karşılanması için su gereksinimlerinin saptanmasıdır (ulusal planlama). Su ihtiyaçları; sulama suyu ihtiyacı, içme-kullanma suyu ihtiyacı, enerji üretme için gerekli su, mesire yerlerinin oluşması için gerekli su, bunun yanında, baraj mansabında yaşayanlar için gerekli su, yabani hayat için gerekli su, balıkçılık ve taşımacılık için gerekli su olarak sayılabilir [3].

Akarsudaki akımın debisi, değişimi ve toplam miktarı en az 30 yıllık akım kayıtlarından değerlendirilir. Su ihtiyaçlarının belirlenmesinde, barajın yapılma amacına göre, o bölgenin, ülkenin veya komşularıyla birlikte ülkenin ihtiyaçları dikkate alınır. Çok amaçlı barajlarda, ihtiyaçlar zamana göre toplanarak toplam ihtiyaç debileri belirlenir. Eğer barajda aynı suyun birden fazla amaçla kullanılması söz konusu ise, örneğin enerji üretildikten sonra baraj gölüne bırakılan suyun sulama, balıkçılık amaçlı kullanılması, toplam ihtiyaç debilerini belirlemede bu husus gözönüne alınmalıdır [1].

Eğer baraj haznesinin boyutlandırılması planlama safhasında değil de projelendirme veya işletme çalışmaları safhasında yapılıyorsa, baraj gölünden buharlaşmaların, baraj gölünden oluşacak sızmaların ve baraj gövdesinden ve temelinden sızacak suların kayıplar olarak dikkate alınması gerekir [1,3].

4. SENTETİK HİDROLOJİ

4.1. Sentetik Hidroloji Nedir?

Su kaynaklarının geliştirilmesi ve planlanmasında akım, yağış ve buharlaşma yükseklikleri, kar su eşdeğeri, sıcaklık vb. gibi nicelik ve niteliksel parametrelerin ölçülmüş değerleri gereklidir. Bu parametrelerin hemen tümü zamana bağlı rastgele değişkenler olduğundan, ölçümler istatistiksel yöntemler kullanılarak değerlendirilir [16].

Bu sebeple sentetik hidroloji adıyla bilinen bir bilim dalı ortaya çıkmıştır. Biriktirme haznesi boyutu, su ihtiyacı ve su temininin güvenilirliği arasındaki ilişkiyi çalışan iki yöntem sınıfı ortaya çıkmıştır. Bunlardan biri olasılık yöntemleri, diğeri sentetik hidrolojidir. Bu iki yöntem arasındaki farklılığın ne olduğunu görelim. Akışlar için önerilen tam olasılık modeli için, verilen baraj boyutunda ve draftta boş olma olasılığı için tek bir doğru cevap vardır. Sentetik hidroloji, işlemi doğru cevaba istatistiksel yaklaşım olan cevabı verir, türetilmiş verinin daha çok serilerini alırsak yaklaşım gittikçe daha iyi hale gelir. Olasılık yöntemleri, doğru cevaba matematiksel yaklaşım olan cevabı verir, söz konusu olayın matematiksel modelini doğru olan duruma daha yakınlştırırsak, yaklaşım daha iyi hale gelir [17]. Sentetik hidroloji çalışmalarının adımları kısaca şu şekilde sıralanabilir (Şekil 4.1) [4]:

1. Modelin tanımlanması: Gözlenmiş akış serisine dayanarak söz konusu akışların matematik modelinin kurulması.

2. Parametrelerin tahmini (kalibrasyon): Seçilen modelin parametrelerinin en uygun değerlerinin yine gözlenmiş akışlara dayanarak tahmin edilmesi.

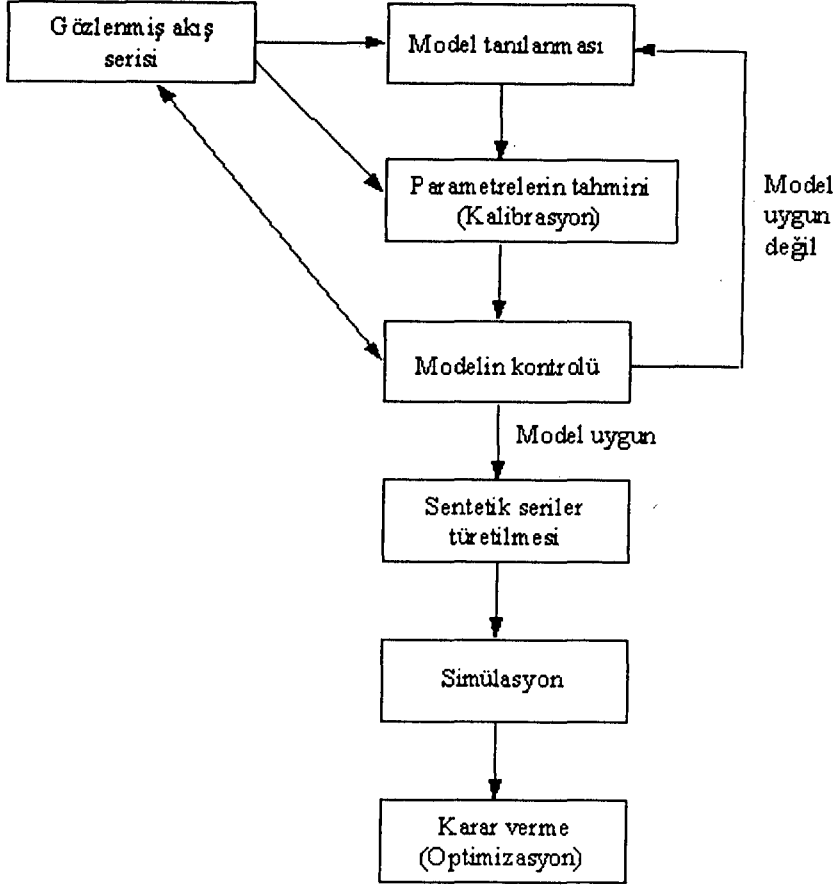
3. Modelin kontrolü: Parametreleri de belirlenen modelin gözlenmiş akış serisine uygunluğunun istatistik testlerle araştırılması.

4. Sentetik serilerin türetilmesi: Kabul edilen modeli kullanarak istenen sayı ve uzunlukta akış değerlerinin elde edilmesi.

5. Benzeşim (Simülasyon): Bir önceki adımda türetilmiş sentetik serileri kullanarak hazne işletme çalışmaları yapılması.

6. Karar verme (Optimizasyon): Bu çalışmaların sonuçlarına dayanarak planlama, tasarım ve işletme problemlerinin optimal çözümlerinin belirlenmesi.

[4]



Şekil 4.1 Sentetik hidroloji çalışmalarında izlenen adımlar

Genellikle, herhangi bir hidrolojik zaman serisinin modellenmesinde modelin tek değişkenli veya çok değişkenli model mi olduğuna; tek değişkenli ve farklı modellerin birleşimi mi olduğuna; çok değişkenli ve farklı modellerin birleşimi mi olduğuna vs. karar verilmelidir. Bu karar, burada model niteliğinin tanımlanması olarak temsil edilmiştir. Bu tanımlama, genel olarak, bütün su kaynakları sisteminin karakteristiğine, hidrolojik zaman serilerinin karakteristiğine ve modelicinin girdilerine bağlıdır. Örneğin, baraj hazne işletmesinin simülasyonla analizi için aylık akışlar üretilmelidir. Eğer memba tarafında baraj haznesi veya bu baraj haznesinin işletmesini etkileyecek yapı yoksa, barajın yakınında veya barajda aylık nehir akışının tek değişkenli modellenmesi seçilmelidir. Diğer yandan, eğer başka bir hazne varsa veya çalışma altındaki baraj haznesinin membasında planlanmış ise, çeşitli alanlardaki aylık nehir akışının çok değişkenli modellenmesi seçilmelidir. Bununla birlikte, aylık

nehir akışının çok değişkenli modellenmesi yerine, yıllık serilerin çok değişkenli modellenmesi seçilebilir ve sonra aylık akışlara karşılık gelen akışları sağlamak için, farklı modeli kullanabilir. Bu kararlar, söz konusu sistemde uygun verilerin yeterliliği şartına bağlıdır [18].

Bu adımlardan oluşan sentetik hidroloji çalışmaları sırasında gerçekte, gözlenmiş seride mevcut olana ek bir bilgi üretilmediğine dikkat edilmelidir. Esasen, gözlenmiş örnekteki bilgiyi sentetik bir yoldan artırmak mümkün olamaz. Sentetik hidrolojide umulan, gözlenmiş akışların ait olduğu toplumdan çekildiği kabul edilebilecek daha uzun akış kayıtları elde ederek, gözlenmiş seride mevcut olmayan çeşitli akış dizilişlerini ortaya çıkarmak ve hazne işletmesinde bunları gözönüne alarak verilecek kararlardaki risk düzeyini belirleyebilmektir. Bu şekilde riski de gözönüne alarak verilecek kararlarla daha iyi bir çözüme varmak amaçlanmaktadır. Sonuç olarak, mevcut bilgiden tam olarak yararlanılması sağlanmaktadır [4].

Stokastik hidrolojinin en önemli uygulama alanı baraj haznelerinin planlanması ve işletilmesi çalışmalarıdır. Özellikle uzun süreli dengeleme yapan haznelerde hazne kapasitesi ile risk arasındaki ilişkiyi belirlemek için gözlenmiş akış serisini kullanmak yeterli olmaz, akışların stokastik bağımlılığını da ifade eden bir model kurarak türetilen sentetik serileri kullanmak gerekir. Türetilen sentetik serilerde değişkenin olasılık dağılımı ve iç bağımlılığı, gözlenmiş olan örneğinkinden farklı olmamakla birlikte, olayların diziliş şekilleri gözlenmiş seridekinden farklı olacaktır. Böylelikle gözlenmiş seridekinden daha kurak veya daha yağışlı devreleri de gözönüne almak mümkün olacaktır. Böyle bir çalışma sonunda problemle ilgili çeşitli istatistik büyüklüklerin değerleri belirlenebilir [5].

4.2. Sentetik Hidrolojinin Geçmişi

Sentetik akış serilerinin türetilmesiyle ilgili ilk çalışmalar 20. yy. başlarında yapılmıştır. Önceleri yakın havzalardaki akarsularda gözlenmiş akış serilerini ardarda ekleyerek bir akarsuda kaydedilmiş akışlar gibi ele almak düşünülmüştür. Daha sonra gözlenmiş akışların her biri birer karta yazılarak bu kartların karıştırılıp dağıtılmasıyla sentetik akış serileri elde edilmiştir. Bu yolla farklı akış dizilişleri elde edilebilirse de, akışlardaki iç bağımlılığı korumak ve gözlenen akışlardan farklı değerlerde akışlar türetmek mümkün olmaz. Akışların matematik

modellerinin kurulmasına dayanan sentetik hidroloji çalışmaları ise 1960'larda ABD'de Harvard Üniversitesinde başlatılmış ve günümüze kadar çok çeşitli modeller ileri sürülmüştür [4].

Sentetik akış kayıtları, ilk su kaynakları güvenilirliğinin çalışılmasında Hazen (1914) tarafından 20. yy. başlarında kullanılmıştır. Bununla birlikte, yapıları sonradan geliştirilmemiş işlemler teorisine dayandırılmıştır; fakat çeşitli nehirlerin karışık birleşen ve yeniden hesaplanan gözlenmiş kayıtlara dayanmaktadır. Bu ilk çalışma uzun sentetik kayıtların gerekliliğini ve su kaynakları teknolojisinde simülasyonun önemini vurgulamaktadır [19].

Stokastik hidrolojinin temeli bilgisayarların gelişimiyle birlikte, 1940'larda matematik ve fizikteki önemli gelişmeleri takip etmiştir. Özellikle, 1946 yılında Stanislaw Ulam tarafından bulunan Monte Carlo yönteminin kurulmasını izlemiştir. Yöntemin resmi gelişimi Metropolis ve Ulam tarafından makalenin yayınlanması ile 1949'da başlamıştır [19].

Stokastik hidrolojinin en önemli ilk adımları, Barnes (1954) (bir bölgedeki birbirinden bağımsız akışların normal dağılımdan türetilmesi), Maass v.d. (1962) ve Thomas-Fiering (1962) (zamanla ilişkilendirilmiş akışların türetilmesi) ve Beard (1965) ve Matalas (1967) (çeşitli bölgelerdeki birbirine uyan akışların türetilmesi) dir [20].

Box ve Jenkins (1970) tarafından zaman serileri analizi üzerine yazılmış klasik kitap aynı zamanda farklı ve daha önemli belirli konulardan meydana gelmiştir. Bununla birlikte, bu, sonradan stokastik hidrolojide çok yaygın hale gelmiştir. Box ve Jenkins zaman serileri modelleri için geniş bir sınıflandırma planı (geniş bir ailesi için) geliştirmiştir. Sınıflandırma, otoregresif modelleri p (AR(p)), hareketli ortalama modelleri q (MA(q)), kombinasyonu olan ve otoregresif-hareketli ortalama modeli denilen (ARMA(p,q)) ve otoregresif integre edilmiş hareketli ortalama modelleri (ARIMA(p,d,q)) arasında yapılmıştır. Bununla birlikte, büyük bir aile sınıflandırması yaratmasına rağmen, Box-Jenkins modelleri, hidrolojik ve diğer jeofiziksel işlemlerin bazı özelliklerine uymadığı gibi hidrolojik modellemenin ihtiyaçlarını da tam olarak karşılamaz. Su kaynaklarında bu uygulamalar için uygun sayıda stokastik yöntemler ile sonuçlanan önemli araştırmalara neden olmuştur [19].

Problemin çözümü ilk defa Hazen tarafından, çeşitli istatistiksel kavramlarla, kısa süreli kayıtlar kullanılarak, çeşitli istasyonlardan alınan kayıtların birleştirilerek tek bir adet uzun kayıt elde edilmesi ile başlamıştır. Sudler tarihi akışları kartlar üzerine yazmış ve 1000 yıllık sentetik kayıt oluşturmak üzere desteden geri konulmamak üzere rastgele kartlar çekmiştir. Bu işlem, biriktirme analizi için tarihi akış serisinin değişikliğini meydana getirir. Bilgisayarın gelişmesi daha karmaşık tekniklerin yapılmasını sağlamış ve bunlar ilk (ve hatalı) işlemlerin yerine geçmiştir [21].

Akış modelleri arasında en popüler olanlar Markov modelleri (otoregresif süreçler, AR) olmuştur. Özellikle 1. ve 2. mertebe Markov modelleri ve bunların parametreleri yıl boyunca periyodik olarak değişen tipi olan Thomas-Fiering tipi modeller oldukça geniş bir uygulama alanı bulmuştur. Ancak daha sonraları, bazı yıllık akış serilerinde görülen ve Markov modelleriyle korunamayan çok uzun süreli iç bağımlılıkları benzeştirmek amacıyla fraksiyonel gürültü (FGN), kırık çizgi gibi adlarla bilinen, anlaşılması ve uygulanması güç olan modeller ileri sürülmüştür. 1970'lerde Markov (AR) modelleriyle hareketli ortalama (MA) modellerinin karışımı olan ARIMA adıyla bilinen genel bir model sınıfının kullanılmaya başlandığını görüyoruz. Günümüzdeki eğilimin ARIMA modelleri içinden en uygun model tipini seçerek bu modelin parametrelerini en iyi yöntemlerle tahmin etmek olduğu görülmektedir. Bu arada modelin parametrelerini sabit değerler değil, rastgele değişkenler olarak ele alan değişken parametreleri modellerin de ortaya atıldığını görüyoruz [4].

Major ve Lenton (1979) ve Yeh (1985) v.d. optimizasyon modellerini, ayrıntılarıyla, çoğunlukla lineer veya dinamik programlama şeklinde yeniden incelenmiştir. Yakowitz (1982), dinamik programlama uygulamalarını, çeşitli su kaynakları planlama ve işletme uygulamalarında ele almıştır [6].

Sentetik hidrolojide kullanılan modellerin zaman içindeki değişimi incelendiğinde, gittikçe iç bağımlılık yapısı daha karışık ve parametre sayısı daha çok olan modellerin kullanılmaya başlandığı görülmektedir. Bilgisayar teknolojisinin gelişmesinden kaynaklanan bu durumun gerçekten daha güvenilir sonuçlara götürüp götürmediği, tartışılması gereken bir sorundur. Çünkü parametre sayısı arttıkça bu parametrelerin eldeki kısa verilerden tahminindeki

güvenilirlik azalmaktadır. Sentetik hidrolojinin öncülerinden Fiering, 1976 yılındaki bir yazısında, akış modellerinin gittikçe karmaşıklaştığı ve bunlara gözü kapalı olarak inanıldığına dikkati çekerek, hidrolojistleri uyarmıştır [4].

5. HİDROLOJİK ZAMAN SERİLERİ VE STOKASTİK İŞLEM

Su kaynakları ile ilgili planlama ve proje çalışmaları kapsamında, sentetik olarak türetilmiş akım değerlerinin kullanılması planlanan, su yapılarının optimum şekilde boyutlandırılabilmesi bakımından büyük önem taşır. Türetilen sentetik akım dizileri, sistem benzeşimi (sistem simülasyonu) çalışmalarında kullanılarak, tasarlanan sistemin veya alternatif sistemlerin daha etkin bir istatistiksel yaklaşımla değerlendirilmesini ve bu şekilde sistemin daha iyi planlanması olanağını sağlar [22].

Bir rastgele değişkenin zaman içinde ardarda aldığı değerler birbirinden bağımsız değilse, bu değerlerden meydana gelen zaman serisine *stokastik süreç* denir. Bir stokastik süreci belirlemek için rastgele değişkenin olasılık dağılımından başka *stokastik bağımlılığını*, yani serinin ardışık elemanları arasındaki iç bağımlılığı da ifade etmek gerekir [9].

Stokastik süreçlere hidrolojide çok rastlanır. Örneğin bir akarsuyun günlük (aylık, haftalık) debileri, bir gölün seviyeleri birer stokastik süreç olan zaman serileridir. Çünkü bir günün (ayın, haftanın) debisi ondan önceki günün (ayın, haftanın) debilerinden, göl seviyesi de yine daha önceki günlerde ölçülen seviyelerden bağımsız değildir [9].

Zaman serileri modellemesi uygun örnek serilerinin karakterine, kullanılacak model tipine ve modelleme için teknik seçimine bağlı olarak basit veya karmaşık olabilen bir işlemdir. Örneğin, istatistiksel özellikleri zamanla değişmeyen (stasyoner) seriler, özellikleri zamanla değişen serilerinkinden daha basit model ve modelleme tekniklerine yönelir [18]. Stasyonery bir süreçte rastgele değişkenin ortalama, standart sapma gibi parametreleri zamandan bağımsız olduğu gibi serinin aralarında τ kadar bir zaman aralığı bulunan elemanları arasındaki ρ_τ *serisel korelasyon katsayısı* da zamandan bağımsızdır [9].

Bir sürecin stokastik bağımlılığı serisel korelasyon (otokorelasyon) katsayıları ile ifade edilir. Bu katsayının tanımı basit korelasyon katsayısı gibidir ve değişkenleri olarak serinin τ zaman aralığı ile ölçülen elemanları ($u(t)$ ile $u(t+\tau)$) gözönüne alınır [9].

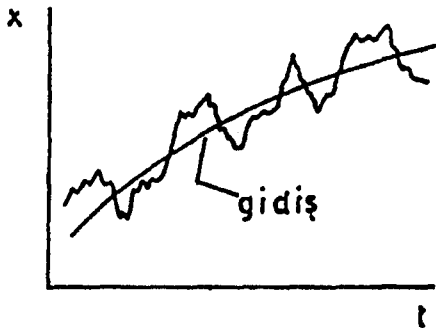
5.1. Stokastik Süreçlerin Sınıflandırılması

Bir zaman serisi, gözlenmiş değişkenin sıralı zaman serisidir. Zaman serileri analizi, sadece gelecek değerlerin tahmini için bir model geliştirmek üzere tasarlanmış değişkenin geçmiş zaman serileri kullanır [23]. Nehir akışı için tarihi veya sentetik akışların bir seti ardışık zaman aralığında rastgele işlemler tarafından türetilen sayılar veya değerler serisidir; bu tür seriye zaman serisi denir. Akış, yağış, yeraltı suyu veya göl seviyesi, su sıcaklığı veya oksijen konsantrasyonunun tarihi verileri zaman serisi kategorisine girer. Doğal olay olan akışın rastgele bileşeni vardır. Bununla birlikte, düşük akışın diğer bir düşük akışı izleme eğiliminde olduğu ve yüksek akışın benzer davranışı olduğu gözlemlendiğinden beri, bu tamamen rastgele değildir. Stokastik kelimesi istatistikte rastgeleliği belirtmek için kullanılmaktadır; fakat hidrolojide özel rastgele bir seriyi temsil eder. Böylelikle akış verisi stokastik işlemi içeren zaman serilerini temsil eder [4,7].

Genellikle, zaman serisinin i . elemanı, x_i olarak yazdığımız, iki kısmın toplamıdır:

$$x_i = d_i + e_i$$

Burada, d_i deterministik kısım, işlemin parametrelerinden ve önceki değerlerinden bazı tam fonksiyonel kurallı tarafından belirlenmiş bir sayıdır. Tipik olarak, d_i ortalama akışın, akışların değişebilirliğinin (standart sapmaları tarafından ölçüldüğü gibi) ve x_{i-1} , x_{i-2} ... gibi önceki akışların fonksiyonu olabilir. e_i stokastik bileşendir. Ortalaması sıfır, standart sapması sabit olan bağımsız bir süreç olduğu kabul edilir [24].



Şekil 5.1. Ortalaması zamanla artan bir süreç

1. Deterministik bileşen: Zamana göre değişimi fonksiyonel bir bağıntı ile ifade edebilen kısımdır. Bu da ikiye ayrılabilir [9]:

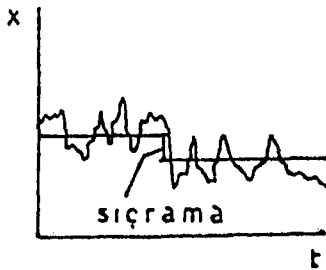
a. Değişken bileşen (trend): Sürecin zamanla değişken bir gidiş gösteren kısmıdır, bu gidiş zamanla tedrici bir artma (veya azalma) şeklinde olabileceği gibi ani bir sıçrama şeklinde de olabilir. Bu gibi değişkenlikler artık yıl eğilimlerinden, hidrolojide uzun vadeli iklimsel değişikliklerden, nehir akışındaki değişikliklerden, doğal veya insan yapısı değişimlerden doğar, orman yangınları, göllerin dolması, baraj yapılması, ağaç dikilmesi, arazi kullanımındaki değişiklikler gibi. Değişikliklerin etkileri ani olarak ortaya çıkarsa seride sıçrama, aksi halde tedrici bir değişme görülür (Şekil 5.1,Şekil 5.2) [9,18,25].

b. Peryodik bileşen: Yeryüzünün güneş çevresinde dönmesinin etkisiyle düzenli görülen veya günün ve yılın periyodik (mevsimsel) değişimleridir. Akım zaman serisi içinde yıldan daha kısa zaman aralıkları ile ölçülen hidrolojik süreçlerde periyodiklik görülür (Şekil 5.3). Sürecin çeşitli parametrelerinde görülen bu periyodiklik basit olabileceği gibi karmaşık da olabilir [5,18,22]. Deterministik bileşen ω gibi bir periyodu olan ve dolayısıyla bir Fourier serisi ile ifade edilebilen kısımdır [9]:

$$\alpha(t) = \mu_{\alpha} + \sum_{j=1}^{\infty} \left(A_j \cos \frac{2\pi j}{\omega} t + B_j \sin \frac{\omega}{2\pi j} t \right) \quad (5.1)$$

Burada α , sürecin herhangi bir parametresidir (ortalama, standart sapma).

Bütün hidrolojik süreçlerde (akış, yağış, buharlaşma, yeraltı suyu seviyesi, göl seviyesi, ...) yıllık periyodun etkisiyle periyodik bir bileşen görülür. Günlük değerlere ait seride $\omega = 365$, haftalık değerlere ait seride $\omega = 52$, aylık değerlere ait seride $\omega = 12$ olmak üzere periyodik bir kısım vardır. Yıllık değerlere ait seride ise periyodik bileşen bulunmaz. (5.1) denklemindeki A_j ve B_j Fourier katsayıları serinin Fourier analizi ile belirlenebilir [5, 9].



Şekil 5.2.Ortalamasında sıçrama olan bir süreç

Deterministik bileşenler, sürecin stasyonerliğini bozar. Stasyoner olmayan süreçleri incelemek çok zor olduğundan öncelikle deterministik bileşenleri ayırarak süreci stasyoner hale getirmek uygun olur. Peryodikliği gidermek için, \bar{x}_τ ortalamasının periyodik bileşenini, s_τ standart sapmanın periyodik bileşenini göstermek üzere, aşağıdaki dönüşümle $x_{i,\tau}$ süreci ortalama ve standart sapması stasyoner olan $y_{i,\tau}$ sürecine dönüştürülür [9]:

$$y_{i,\tau} = \frac{x_{i,\tau} - \bar{x}_\tau}{s_\tau}, \tau = 1, 2, \dots, \omega \quad (5.2)$$

2. Stokastik bileşen: Deterministik değişimlerin dışında kalan ve belirli bir olasılık dağılımına göre rassal olarak meydana gelen değişimlerdir. “Tümüyle rassal” olabileceği gibi, kendi aralarında bağımlı olabilirler. Genellikle bu bağımlılık, kendini ısrarlılık şeklinde gösterir. Israrlılık, akım dizisinde arka arkaya sıralanmış değerler arasındaki bağımlılığı (iç korelasyonu) ifade eder [20]. Stasyoner bir stokastik sürecin iç bağımlılığını ifade için çeşitli matematik modeller kullanılabilir. Hidrolojide en çok kullanılan model *Markov modelidir*. m . mertebeden Markov modelinde serinin u_i değerinin u_{i-1} , u_{i-2} , ..., u_{i-m} değerlerine lineer (doğrusal) olarak bağımlı olduğu kabul edilir [9]:

$$u_i = \sum_{j=1}^m \alpha_j u_{i-j} + \epsilon_i \quad (5.3)$$

Burada ϵ_i , bağımsız bir süreci göstermektedir. Pratikte en çok 1. ve 2. mertebeden Markov modelleri kullanılır. 1. mertebe Markov modelinde rastgele değişkenin i anındaki değerinin bir önceki $i-1$ anındaki değerine lineer (doğrusal) olarak bağımlı olduğu kabul edilir [9]:

$$u_i = \rho_1 u_{i-1} + \epsilon_i \quad (5.4)$$

Görüldüğü gibi 1. mertebe Markov modelinde stokastik bağımlılık, ρ_1 serisel korelasyon katsayısı ile ifade edilmektedir. Daha yüksek mertebeden modellerde ρ_2 , ρ_3 , ... serisel korelasyon katsayıları da işin içine girer. Bu da bir sürecin stokastik bağımlılığının serisel korelasyon katsayıları ile ifade edilebileceğini göstermektedir [9].

Stokastik süreçler, hidrolojide zaman serilerine ait kayıtların uzatılmasında kullanılır. Bir örnek olarak bir akarsudaki yıllık akışlara ait N yıllık bir kayıt mevcut olduğunu düşünelim. Bu kayıttaki verileri kullanarak yıllık akış rastgele

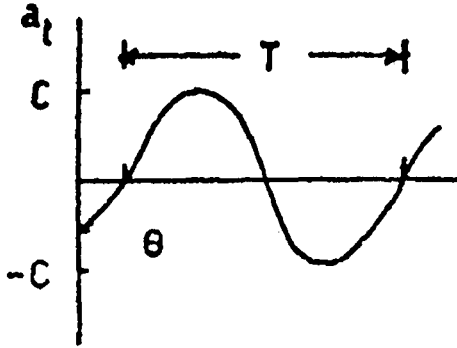
değişkeninin parametreleri (\bar{u} , s_u) ve stokastik bağımlılığı belirlenebilir. Stokastik bağımlılığın 1. mertebeden Markov modeli ile ifade edilebileceğini ve ρ_1 serisel korelasyon katsayısının hesaplandığını kabul edelim. Buna göre; $x = \frac{u - \bar{u}}{s_u}$

standart değişkeni için şu ifade yazılabilir [9]:

$$x_i = \rho_1 x_{i-1} + \varepsilon_i \quad (5.5)$$

Burada ε_i , bağımsız bir rastgele değişkeni göstermektedir. u 'nun normal dağılmış olduğu kabul edilirse, ε 'un da dağılımı normal olur. x standart değişkeninin ortalaması 0, varyansı 1 olduğuna göre ε 'un ortalamasının 0, varyansının $(1-\rho_1^2)$ olacağı (5.5) denklemden görülebilir [9].

Hidrolojide stokastik süreçleri incelemenin amacı, bu süreçlerin yapısını ifade eden matematik modellerin kurulmasıdır [9]. Matematik modellerin amacı, doğada oluşan, zaman içinde değişken hidrolojik olayların matematik bağlantılarla belirlenmesidir. Matematik modellerin çıktıları ile doğadaki ölçülebilen değerler arasındaki farkın dikkatle incelenmesi gerekmektedir. Bu farkın sıfırdan farklı bir değere eşit olacağı açıktır. Bu yüzden modelin ürettiği bilgi ile doğa ölçümünün içerdiği bilginin ayrı ayrı değerlendirilerek, model performansı için bir kıyas bazı getirilmesi gerekmektedir [16].



Şekil 5.3. Basit periyodik bileşen

6. AKIŞ SERİLERİNİN MODELLEMESİ

6.1. Yıllık Akışların Modellenmesi

Yıllık akış serilerinin, varsa gidiş ve sıçrama şeklindeki değişken bileşenleri çıkarıldıktan sonra, stasyoner oldukları kabul edilebilir. Bazı yıllık akış serilerinde iç bağımlılık çok küçük olduğundan, bunların bağımsız süreç oldukları kabul edilebilir. Buna karşılık, birçok yıllık akış serisinde stokastik bağımlılıkların ihmal edilemediği görülmüştür. Bunun nedeni, yeraltı biriktirme haznesinin akışlara katkısıdır. Bu gibi seriler için en çok kullanılan modeller:

1. Lineer otoregresif modeller: Kısaca Markov modelleri olarak da bilinirler.

2. Hareketli ortalama modelleri: Bu modellerde x_i , belli sayıda bağımsız ε_i değişkenlerinin ağırlıklı bir ortalaması olarak ifade edilir.

3. ARMA modelleri: Lineer otoregresif süreçlerle hareketli ortalamaların karışımı olan modellerdir [5].

Yıllık akış serilerinde, iki ardışık yılın akışları arasındaki bağımlılığı ifade eden serisel korelasyon katsayısının hesabı [26]:

$$r_1 = \frac{\sum_{i=1}^{N-1} q_i q_{i+1} - \frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^{N-1} q_i \sum_{i=1}^{N-1} q_{i+1}}{\left[\sum_{i=1}^{N-1} q_i^2 - \frac{1}{N-1} \left(\sum_{i=1}^{N-1} q_i \right)^2 \right]^{1/2} \left[\sum_{i=1}^{N-1} q_{i+1}^2 - \frac{1}{N-1} \left(\sum_{i=1}^{N-1} q_{i+1} \right)^2 \right]^{1/2}} \quad (6.1)$$

Serisel korelasyon katsayısı, gözönüne alınan gözlemler arasındaki doğrusal bağlantıyı gösterir. Buna göre; ardışık iki yılın akım değerleri sırasıyla q_i ve q_{i+1} ile gösterilirse bu lineer (doğrusal) bağımlılık:

$$q_{i+1} - \bar{q} = r_1 (q_i - \bar{q}) \quad (6.2)$$

şeklinde belirlenebilir. Bu ifadeye bir rastgele değişkenin eklenmesi ile:

$$q_{i+1} - \bar{q} = r_1 (q_i - \bar{q}) + s_x \varepsilon (1-r_1^2)^{1/2}$$

denkleminde, gelecek yıllardaki akışlar için tahminler yapılabilir. Burada ε , rastgele bir değişkeni belirtir (standart normal değişken) [26].

Otoregresif modeller, verilerde önemli serisel bağımlılık bulunması halinde yaygın olarak kullanılır. Gözlenmiş y_1, y_2, \dots, y_i dizisi [26]:

$$(y_i - \mu) = \beta_1 (y_{i-1} - \mu) + \beta_2 (y_{i-2} - \mu) + \dots + \beta_k (y_{i-k} - \mu) + \varepsilon_i \quad (6.3)$$

şeklinde bir modelle temsil edilebilir. Böyle bir model, k . mertebeden otoregresiftir. Burada ε_i , normal dağılımlı rastgele bir değişkeni gösterir ve ortalama değeri sıfır, varyansı ise σ_ε^2 dir. Birinci mertebeden otoregresif model için $k=1$ olup, (6.7) denkleminde [26];

$$(y_i - \mu) = \beta_1 (y_{i-1} - \mu) + \varepsilon_i \quad (6.4)$$

şeklinde elde edilir. Bu model, hidrolojide çok yaygın bir şekilde kullanılmıştır. Simülasyon için önce μ , β_1 ve σ_ε^2 parametrelerinin verilerden tahmin edilmesi gerekir. Bunun için adım adım şu işlemler yapılır [26]:

1. \bar{y} ortalama değeri verilerden hesaplanır, bu μ 'nün tahminidir.
2. Birinci mertebeden serisel korelasyon katsayısı:

$$r_1 = \frac{\sum_{i=1}^{N-1} (y_i - \bar{y})(y_{i+1} - \bar{y})}{\sum_{i=1}^N (y_i - \bar{y})^2} \quad (6.5)$$

formülü ile hesaplanır.

Bulunan değer, β_1 'in tahminini verir [26].

3. Varyans:

$$s^2 = (1 - r^2) \frac{\sum_{i=1}^N (y_i - \bar{y})^2}{N - 1} \quad (6.6)$$

formülü ile hesap edilir.

Böylece, σ_ε^2 'nin tahmini de verilerden bulunmuş olur [26].

İkinci mertebeden otoregresif model için $k=2$ olup, (6.7) denkleminde;

$$(y_i - \mu) = \beta_1 (y_{i-1} - \mu) + \beta_2 (y_{i-2} - \mu) + \varepsilon_i \quad (6.7)$$

şeklinde hesaplanır. Burada; verilerden μ , β_1 , β_2 ve σ_ε^2 parametreleri tahmin edilir. Tahminler adım adım şu şekilde yapılır [26]:

1. \bar{y} ortalama değeri hesaplanarak μ tahmin edilir.
2. Birinci ve ikinci mertebeden serisel korelasyon katsayıları r_1 ve r_2 aşağıdaki formüllere göre hesaplanır:

$$r_1 = \frac{\sum_{i=1}^{N-1} (y_i - \bar{y})(y_{i+1} - \bar{y})}{\sum_{i=1}^N (y_i - \bar{y})^2} = \frac{C_{S1}}{C_{S0}} \quad (6.8)$$

$$r_2 = \frac{\sum_{i=1}^{N-2} (y_i - \bar{y})(y_{i+1} - \bar{y})}{\sum_{i=1}^N (y_i - \bar{y})^2} = \frac{C_{S2}}{C_{S0}} \quad (6.9)$$

3. r_1 ve r_2 'den toplum korelasyon katsayısı olan β_1 ve β_2 'nin tahminleri:

$$\beta_1 = \frac{r_1(1-r_2)}{1-r_1^2} \quad (6.10)$$

$$\beta_2 = \frac{r_2-r_1^2}{1-r_1^2} \quad (6.11)$$

formüllerinden yapılır [26].

4. σ_e^2 tahmini ise,

$$\sigma_e^2 = C_{S0} - \beta_1 C_{S1} - \beta_2 C_{S2} \quad (6.12)$$

şeklinde yapılır [26].

6.2. Aylık Akışların Modellenmesi

Akışların yıl içinde düzenlenmesinin önem taşıdığı baraj hazne işletme çalışmalarında, aylık akış serileriyle çalışmak gerekir. Bir seneden daha kısa bir zaman aralığı için kurulan akış serilerinin modellerinde, esas periyodu 1 yıl olan periyodik bir bileşen bulunur. Süreci, stasyoner hale getirmek için önce bu bileşenin belirlenerek ayrılması gerekir. Süreç, stasyoner hale getirildikten sonra uygun olan modellerden biri uygulanabilir. Hidrolojik süreçlerde Δt zaman aralığı kısaltıldıkça, stokastik bağımlılık kuvvetlendiği için aylık akışlarda hemen her zaman bu bağımlılığın gözönüne alınması gerekir. Burada aylık akışlar için verilmiş olan modeller, yılın daha az veya daha çok sayıda kısımlara ayrılması halinde de kullanılabilir (mevsimlik akışlar, haftalık akışlar, ...) [5].

Aylık akışlar türetilirken bir yandan yıllık akışların istatistik özelliklerinin de korunması istenirse şu şekilde hareket edilebilir. Önce yıllık akışlar için bir model kurulup parametreleri belirlenerek yıllık akışlar serisi türetilir. Sonra aylık akışlar için kurulan modele göre her bir yılın aylık akışları türetilir. Ancak, türetilen bu aylık akışların toplamları, o yılın türetilen yıllık akışına eşit olacak şekilde belli bir oranda artırılır veya azaltılırlar. Böylece, gerek yıllık gerekse aylık akışların istatistik özellikleri korunmuş olur. Ancak, ardışık yılların aylık akışları farklı düzeltme katsayılarıyla çarpıldığı için bir yılın son ayının akışıyla

bundan sonraki yılın ilk ayının akışı arasındaki korelasyon korunamaz. Bundan doğacak sakıncayı azaltmak için takvim yılı yerine su yılıyla çalışmak uygun olur, zira bu halde yılın sonu kurak bir devreye gelir [5].

1. Korelogramın periyodikliğini korumayan modeller [5]:

Sürecin otokorelasyon katsayılarının periyodikliği ihmal edilebilirse, yani bu katsayıların yıl boyunca aydan aya değişmeyip sabit bir değerde kaldıkları kabul edilirse, süreci stasyoner hale getirmek için (6.13) denkleminde verilen dönüşümü uygulamak yeterli olur.

$$y_{i,\tau} = \frac{x_{i,\tau} - \bar{x}_\tau}{s_\tau}, \tau = 1, 2, \dots, 12 \quad (6.13)$$

Burada x_τ ve s_τ , aylık akışların Fourier açılımıyla belirlenen periyodik ortalama ve standart sapmalarını göstermektedir. Bu şekilde tanımlanan $y_{i,\tau}$ sürecine herhangi bir stasyoner süreç modeli uygulanabilir [5].

2. Korelogramın periyodikliğini koruyan modeller [4]:

Otokorelasyon katsayılarının yıl boyunca değişiminin de modelde korunması isteniyorsa şu iki yoldan birine gidilebilir:

a. (6.13) denkleminde tanımlanan y_i değişkeni için kurulan modeldeki katsayılar (örneğin lineer otoregresif modelin a_j katsayıları), yıl boyunca periyodik olarak değiştirilir. 1. mertebe Markov modeli bu durumda:

$$y_{i,\tau} = \rho_{1,\tau} \cdot y_{i-1,\tau-1} + \varepsilon_i \quad (6.14)$$

şeklini alır. $\rho_{1,\tau}$ yılın τ ve $\tau-1$. aylarındaki akışlar arasındaki 1. mertebeden otokorelasyon katsayısının Fourier açılımıyla belirlenen periyodik bileşenidir [5].

b. Aylık akışlar için çok kullanılan bir diğer model tipi de parametreleri, yıl boyunca değişen 1. mertebe Markov modelidir.

Aylık akışları doğrudan türetmek yerine, ilk olarak yıllık akışlar türetilmiş sonra Valencia-Scheake yaklaşımı kullanılarak aylık akışlara bölünmüştür. Thomas-Fiering gibi mevsimsel olarak değişen parametrelerle modeller üzerinden bölme planlarının avantajı, hem yıl içinde hem de bir yıldan fazla davranışlara sahip olan baraj sistemleri için önemli olan yıllık ve mevsimsel (yani aylık) akışların istatistiklerini koruyabilmesidir. Thomas-Fiering modeli, sadece aylık akış istatistiklerini koruyabilir. Nehir akış üretim model parametreleri mevcut tarihi kayıtlardan tahmin edilir [27].

Thomas-Fiering modeli, aylık akımların bünyelerindeki periyodikliği harmonik analiz yapmadan gözönüne alır. En basit hali ile model, 12 adet lineer (doğrusal) regresyon denkleminde meydana gelir. Örneğin şayet 15 senelik gözlem mevcutsa, 15 adet Ocak ve 15 adet Aralık akımları gözönünde tutularak; Ocak ayının akışlarının Aralık ayı akışları üzerine regresyonu yapılır. Benzer şekilde Şubat ayının Ocak ayı üzerine regresyonu yapılır, v.b. [26]. Thomas-Fiering modelinin ifadesi:

$$q_{ij} = \bar{q}_j + \frac{r(j)s_j}{s_{j-1}} (q_{i,j-1} - \bar{q}_{j-1}) + t_{ij} s_j (1-r(j)^2)^{1/2} \quad (6.15)$$

şeklindedir [25].

Burada; q_{ij} ve $q_{i,j-1}$, sırasıyla j . ve $(j-1)$. ayın akım değerlerini \bar{q}_j ve \bar{q}_{j-1} , sırasıyla j . ve $(j-1)$. aylarındaki akımların ortalamalarını s_j ve s_{j-1} , sırasıyla j . ve $(j-1)$. ayın standart sapmasını $r(j)$, j . ve $(j-1)$. aylar arasındaki korelasyon katsayısını t_{ij} , rastgele değişken değerini göstermektedir [24].

Bu denklemde, i alt indisi 1. yıldan N .yıla kadar değişen serisel atamadır. j alt indisi ise ayları göstermektedir ve 1'den 12'ye kadar değişir. q_{ij} başlangıç değeri için bir kabul yapılır, genellikle marjinal dağılımdan rastgele seçilir. En doğrusu su yılının başlangıcı kabul edilen Ekim ayından başlamaktır [21].

b_j , j . ve $(j-1)$. aylar arasındaki regresyon katsayısı şu şekilde hesaplanır:

$$b_j = \frac{s_j}{s_{j-1}} r(j) \quad (6.15a)$$

Burada $r(j)$ 'nin, j . mertebeden otokorelasyon katsayısı değil, yılın j ve $j-1$. aylarındaki akışlar arasındaki 1. mertebeden korelasyon katsayısını gösterdiğine dikkat edilmelidir. Yılın herbir ayı için (6.15) denkleminin yazılması ile modeldeki parametrelerin sayısı büyük bir değere erişir. Bu parametrelerin hesabı için eldeki örneğin yeterli uzunlukta olması gerekir. Benzer düşüncelerle daha yüksek mertebeden modeller de kurulabilirse de bunların parametre sayısı çok fazla olacağından seyrek olarak kullanılmaktadır [5].

3. ARIMA modelleri: ARMA modelleri ve bunların stasyonere olmayan süreçler için geliştirilmiş şekilleri olan ARIMA modelleri de aylık akışlar için kullanılabilir.

Gözönüne alınan hidrolojik akış serisinin modeli seçilip parametreleri tahmin edildikten ve modelin gözlenmiş seriye uygunluğu kontrol edildikten sonra, bu modeli kullanarak istenilen uzunlukta sentetik seriler türetilebilir. Bu işe başlarken sürecin bir başlangıç değeri seçmek gerekir. Bu değer keyfi olarak seçilebilir, genellikle \bar{x} 'ya eşit alınır [5].

Thomas-Fiering modeli ile türetilen akım değerleri bazen negatif olabilir. Gerçekte akışın negatif değerler alması anlamsız olduğundan bu gibi durumlarda genellikle bu değerler sıfır alınır. Başka bir yol da negatif değerleri kendilerinden sonra gelen akışların hesabında kullandıktan sonra sentetik seriden çıkarıp atmaktır. Birçok hallerde bu işlemlerin sonuçlar üzerindeki etkisinin az olduğu görülmüştür [5,24].

Sentetik akışların türetilmesi için akış modellerindeki ε_i ile gösterilen bağımsız sürece ait değerlerin türetilmesi gerekir. ε_i 'nin ortalama değeri 0 ve varyansı 1 olan normal dağılım olduğu unutulmamalıdır [5].

6.2.1. Tarihi verinin istatistiksel parametreleri

Hidrolojide önemli pekçok olasılık dağılımının tanımlanması için iki veya daha fazla parametreye ihtiyaç duyulur [21]. Bir rastgele değişkenin toplumunun parametreleri, olasılık dağılımının başlıca özelliklerini ifade eden karakteristik değerlerdir. Parametreler dağılımın başlıca özelliklerini özlü bir şekilde ifade ettiklerinden çok miktarda bilginin az sayıda büyüklükle ifadesine imkan verirler. Bir rastgele değişkenin toplumunda, parametrelerin aldığı gerçek değerler hiçbir zaman tam olarak belirlenemez. Çünkü toplumun tümünü gözlemlemek mümkün değildir. Ancak, eldeki örnekten tahmin edilebilir [5]. Gözlenmiş zaman serisi, toplam zaman serisinin sadece kısa bir örneğidir [21]. Bu örnek, bir rastgele değişkenin istatistiksel özelliklerini belirlemek için toplanmış bir gözlem takımıdır. Gerçekte rastgele değişkenin toplumu sonsuz büyüklüktedir [5].

Sentetik akışlardaki çalışmada önemli olan dört parametre şunlardır: ortalama akış, standart sapma, çarpıklık katsayısı, korelasyon katsayısıdır.

Herhangi bir olasılık dağılımı için, N gözlemin aritmetik ortalaması,

$$\bar{q} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N q_{i,j} \quad (6.17)$$

denklemleri ile hesaplanır.

Burada; N, örnek boyutu (hidrolojik zaman serisinin uzunluğu)

\bar{q} , örnek ortalaması

$q_{i,j}$, akış serisinin değerleri

μ , toplum ortalamasının tahminidir (beklenen değer).

Bir zaman serisinin ikinci önemli istatistiksel karakteristiği örnek varyansdır:

$$\text{var} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (q_{i,j} - \bar{q})^2 \quad (6.17a)$$

Ancak bu, toplum varyansının tarafsız tahminidir. Tarafsız olmayan tahmin

$$\text{var} = \frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (q_{i,j} - \bar{q})^2 \quad (6.17b)$$

denklemini tarafından sağlanır. Bu düzeltme ancak küçük örnekler için önemlidir. $N > 30$ olan örnekler için (6.17a) denklemini kullanılabilir. Denklem (6.17b)'de verilen tahmin genel olarak istatistiksel hidrolojide en çok kullanılmaktadır. Varyansın karekökü standart sapmayı verir. Ortalama $q_{i,j}$ akış serisinin yerini belirlediği gibi, standart sapma serinin ortalama etrafında yayılımını veya dağılımını gösterir.

Bir zaman serisinin örnek çarpıklık katsayısı

$$g = \frac{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (q_{i,j} - \bar{q})^3}{S^3} \quad (6.18)$$

denklemini tarafından belirlenebilir. Burada S denklem (6.17a)'dan elde edilmiştir. Bu, γ toplum çarpıklık katsayısının tarafsız tahminidir. γ 'nin tarafsız olmayan yaklaşık tahmini küçük örnekler için,

$$g = \frac{N \sum_{i=1}^N (q_{i,j} - \bar{q})^3}{(N-1)(N-2)S^3} \quad (6.19)$$

denklemini tarafından belirlenebilir. S denklem (6.17b)'den sağlanmıştır.

Çarpıklık katsayısı, zaman serisinin asimetrikliğini ölçer. Eğer $g = 0$ ise, $q_{i,j}$ serisinin olasılık dağılımı \bar{q} ortalaması etrafında simetriktir. Eğer $g < 0$ ise, dağılım fonksiyonu sağa çarpık, $g > 0$ ise, dağılım sola çarpıktır [4,21].

İki değişken arasındaki bağımlılığı ölçmek için korelasyon katsayısı adı verilen bir parametre hesaplanır. Korelasyon katsayısı,

$$R_{j,j+1} = \frac{\sum_{i=1}^N (q_{i,j} - \bar{q}_j)(q_{i,j+1} - \bar{q}_{j+1})}{\sqrt{\left[\sum_{i=1}^N (q_{i,j} - \bar{q}_j)^2 \right] \left[\sum_{i=1}^N (q_{i,j+1} - \bar{q}_{j+1})^2 \right]}} \quad (6.20)$$

denklemini ile hesaplanır.

Dağılımın yayılımını gösteren değişim (varyasyon) katsayısı,

$$COV_j = \frac{s_j}{\bar{q}_j} \quad (6.21)$$

denklemini ile bulunur [5].

6.3. Rastgele Sayıların Türetilmesi

Bir simülasyon çalışmasında rastgele sayıların kaynağı ya bilgisayar tabanlı sahte rastgele sayı üretici ya da rastgele sayı tablolarıdır (Çizelge 6.1). Tablolar, üniform dağılımdan veya normal dağılımdan çizilmiş rastgele sayı seti sağlar. Rastgele sayı, benzer karakteristiğe sahip türetilmiş akış için tarihi serinin ait olduğu aynı dağılıma ait olmalıdır. Eğer sadece üniform dağılım tabloları mevcut ise, bu, üniform olarak dağılmış rastgele sayıları normal rastgele sayılara dönüştürmek için basit bir yoldur. Merkez limit teoremine göre, pek çok (12 diyelim) ardışık üniform olarak dağılmış sayıların toplamıyla oluşturulan sayılar, yaklaşık olarak normal dağılmış olacaktır. Normal veya lognormal akış serileri için normal dağılmış rastgele sayılar, böylelikle uygun olarak mevcuttur. Gamma değişkenleri gibi dağılmış akışlar için, çarpıklık katsayısı ile serisel korelasyon katsayısını birleştiren Wilson ve Hilferty (Fiering ve Jackson, 1971) formülü kullanılır [7].

Bundan başka, normal rastgele sayıların ortalaması sıfır ve standart sapması birdir. Ortalaması sıfır olan dönüştürülmüş rastgele değişkenin S_e^2 rastgele değişken varyansı şöyle verilebilir:

$$n_i = S_e t_i \text{ [boyutsuz]} \quad (6.22)$$

Burada; t_i , standart normal değişken (ortalaması sıfır ve varyansı 1 olan)

n_i , ortalaması sıfır ve varyansı S_e^2 olan dönüştürülmüş rastgele değişken

S_e , rastgele sayıların standart sapmasıdır [7].

Çizelge 6.1 Normal dağılımlı rastgele sayılar [7]

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	-0,523	0,611	-0,359	-0,393	0,084	-0,931	-0,027	0,798	1,672	-1,077
1	-1,536	-0,454	0,071	-2,129	1,525	0,261	2,319	0,972	0,767	-2,849
2	-0,121	0,968	-1,943	0,581	-0,711	-0,060	-0,482	-0,746	-0,747	1,254
3	-0,542	-0,807	0,168	0,839	-0,756	-0,453	-1,912	0,766	-0,890	0,205
4	0,131	-0,859	-1,096	-0,785	0,310	1,314	-0,231	0,029	1,819	-1,602
5	-0,234	0,551	0,743	-0,900	0,435	-2,999	0,212	0,869	-0,716	-0,410
6	-1,010	1,347	0,230	0,009	-1,495	2,145	-1,033	0,729	0,309	0,920
7	0,273	-0,885	-0,016	0,775	-1,740	0,353	-1,519	0,958	-0,448	2,185
8	-0,102	-1,111	-0,585	1,461	-0,307	1,489	-0,196	0,506	-0,662	-1,175
9	0,368	-0,710	0,407	0,066	-0,617	-0,580	0,107	-2,247	1,616	-1,060
10	-1,762	1,382	1,142	-2,056	-0,400	-1,701	-0,914	-1,000	-0,172	0,903
11	0,306	-0,607	-0,324	1,171	1,016	-1,829	1,723	-0,513	-0,657	2,011
12	-0,465	-1,214	-0,174	0,894	0,245	-0,987	-1,155	0,592	-0,411	-0,109
13	-0,004	-0,029	-0,633	0,004	-0,603	1,104	-0,655	1,191	0,938	-0,805
14	0,593	0,252	-0,541	0,318	1,268	1,972	0,875	-1,030	-1,175	0,445
15	0,233	0,430	-0,331	-1,272	-0,289	-0,060	-0,754	0,789	0,546	0,687
16	0,571	-0,215	-1,090	0,610	-0,810	-0,364	-1,282	0,010	0,586	0,926
17	0,370	0,976	1,017	1,106	0,441	-2,376	0,793	0,016	-0,704	0,146
18	-0,009	-1,285	-0,346	-0,323	0,609	-0,373	0,078	-1,034	0,153	0,997
19	0,416	-0,131	0,668	0,662	-1,835	1,646	0,197	0,131	0,783	0,076

Sentetik akışların türetilmesi için akış modellerindeki ε_i (veya t_i) ile gösterilen bağımsız sürece ait değerlerin türetilmesi gerekir. Bağımsız bir süreç teşkil eden ε_i rastgele değişkeninin değerlerini üretmek için şu adımlar atılır [5]:

1. Önce (0,1) aralığında üniform olarak dağılmış bağımsız rastgele değişkene ait değerler elde edilir. Bunun için önceden hazırlanmış rastgele sayılar tabloları kullanılabilir. Bu tablodan rastgele sayılar istenen presizyonla okunabilir. Bu yöntem ancak az sayıda değer türetilmesi istenen hallerde pratik olur. Büyük boyutlu problemlerde rastgele sayıların türetilmesi daima bir bilgisayar programı yardımıyla yapılır. Bu şekilde türetilen sayılar gerçek anlamda rastgele sayılar değildir. Ancak, bu sayılar istenen üniform dağılıma uydukları ve aralarındaki iç bağımlılık da ihmal edilebilecek kadar küçük olduğu için, rastgele sayılar olarak düşünülebilirler. Bu sayılar belli deterministik yolları takip ederek türetilirler. Bunun için de çeşitli yöntemler ileri sürülmüştür. Bunlardan en çok kullanılan yöntem aşağıda anlatılmıştır [5].

Bağımsız bir süreç teşkil eden üniform dağılmış η_i rastgele sayıları şu formülle türetilir:

$$\eta_i = (a_{\eta_{i-1}} + c) \pmod{m} \quad (6.23)$$

(6.23) denkleminin anlamı şudur: $(a_{\eta_{i-1}} + c)$ sayısı m ile bölünecek, bu bölmede kalan η_i olarak alınacaktır. Burada m yeter derecede büyük bir tam sayı, a ve c pozitif tamsayıdır (Burroughs B3700 bilgisayarında $a = 15625$, $c = 0$, $m = 2^{26}$ ile iyi sonuçlar elde edilmiştir). (6.23) denklemiyle türetilen rastgele sayılar, $(0,m)$ aralığında dağılmış olduklarından $(0,1)$ aralığında dağılmış sayılara geçmek için bunlar m ile bölünür. Bu şekilde elde edilen rastgele sayılar, gerçekte belli bir noktadan sonra kendilerini tekrarlamaya başlarlar. Ancak, bu m mertebesinde bir değer olduğundan m 'yi yeter derecede büyük seçmekle istenen uzunlukta bağımsız sayılar dizisi türetilir [5].

2. Böylece $(0,1)$ aralığında üniform dağılmış sayılar türetildikten sonra, bunlardan istenen dağılıma uyan bağımsız rastgele sayılara geçilir [5].

Eğer türetilmek istenen ε_i sayılarının dağılımı normal ise aşağıdaki yöntemlerden biri kullanılabilir:

a. (6.23) denklemine göre türetilmiş olan η_1 ve η_2 değerlerini kullanarak z_1 ve z_2 değerleri şu formüllerle elde edilir:

$$z_1 = (-2 \ln \eta_1)^{1/2} \cos(2\pi\eta_2) \quad (6.24)$$

$$z_2 = (-2 \ln \eta_1)^{1/2} \sin(2\pi\eta_2)$$

Bu şekilde türetilen z sayılarının dağılımı $N(0,1)$ 'dir [5].

b. Merkez limit teoremine göre yeter derecede büyük sayıda üniform dağılmış değerlerin toplamını alarak normal dağılmış sayılar elde etmek mümkündür. Genellikle 12 adet üniform dağılmış η_i nin toplamını almak yeterli görülür. Bu şekilde elde edilen sayıların dağılımı $N(6,1)$ olduğundan standart normal sayılara geçmek için bu sayılardan 6 çıkarmak gerekir [5].

Standart normal sayılar elde edildikten sonra, dağılımı $N(\mu,\sigma)$ olan sayılara geçmek için bu sayılar σ ile çarpılıp μ eklenir. Böylece ortalaması μ , standart sapması σ olan normal dağılmış bağımsız rastgele sayılar elde edilmiş olur [5].

Türetilecek ε_i sayılarının dağılımı normal değil ise iki yol kullanılabilir:

a. ε_i 'lerin o.d.f. bir analitik denklemle veya ampirik olarak verilmiş olduğuna göre, daha önce anlatıldığı şekilde türetilen $(0,1)$ aralığında üniform dağılmış η_i rastgele sayıları $F(\varepsilon_i) = P(\varepsilon \leq \varepsilon_i)$ değerleri olarak alınır ve bunlara karşı

gelen ε_i değerleri belirlenir. Bu yöntemin bir bilgisayar programı halinde kodlanması her zaman kolay olmayabilir. Bu bakımdan mümkünse verilen dağılıma uyan rastgele sayılara, aşağıda anlatılacağı şekilde normal dağılmış sayılardan bir dönüşümle geçmek tercih edilir [5].

b. $N(0,1)$ dağılımına uyan z_i rastgele sayılarından, diğer dağılımlardan bazılarında uyan rastgele sayılara basit dönüşümlerle geçilebilir:

I. $LN(\mu_y, \sigma_y)$ dağılımına uyan ε_i sayılarına geçmek için:

$$\varepsilon_i = \exp(\mu_y + \sigma_y z_i) \quad (6.25)$$

dönüşümü kullanılır [5].

II. Çarpıklık katsayısı C_{se} olan 2 parametrelili gamma dağılımına uyan ε_i sayılarına geçmek için:

$$\varepsilon_i = \frac{2}{C_{se}} \left(1 - \frac{C_{se}^2}{36} + \frac{C_{se} z_i}{6} \right)^3 - \frac{2}{C_{se}} \quad (6.26)$$

dönüşümü kullanılır. ε_i değişkeninin kullanıldığı Markov modelinin otokorelasyon katsayısı r_1 ve bu modeldeki x_i değişkeninin çarpıklık katsayısı C_{sx} oluşuna göre C_{se} şu ifadeden hesaplanacaktır:

$$C_{se} = \frac{1 - r_1^3}{(1 - r_1^2)^{3/2}} C_{sx} \quad (6.27)$$

Aylık akışların türetilmesinde gamma dağılımını kullanırken çarpıklık katsayısının periyodikliği korunmak istenirse j . ayın akışlarının çarpıklık katsayısı C_{sj} ile gösterildiğine göre, bu ayın akışlarını türetirken (6.26) formülündeki C_{sej} şu şekilde hesaplanır:

$$C_{sej} = \frac{C_{sj} - r_{j-1}^3 C_{sj-1}}{(1 - r_j^2)^{3/2}} \quad (6.27a)$$

Seçilen akış modelindeki ε_i sayılarının türetilişi böylece belirlendikten sonra bu sayıları ve modelin matematik denklemini kullanarak istenilen uzunlukta sentetik akış serileri türetilir.

7. THOMAS-FIERİNG MODELİNİN PORSUK BARAJI GİRİŞ AKIMLARINA UYGULANMASI

Bu çalışmada tarihi akım serisi olarak Porsuk Barajı'na ait giriş akımları kullanılmıştır. Barajın giriş akımları 1950-51 yılından 2001-02 yılına olmak üzere 52 yıllıktır. Bunlar Çizelge 7.1'de verilmiştir. Bu değerler bu çalışma için tarihi seri değerleri olmaktadır. Porsuk Nehrine ait gelecekte olacağı varsayılan akışları temsil edecek sentetik akış serilerinin Markov modeli olan Thomas-Fiering modeli ile türetme çalışması yapılmıştır.

Thomas-Fiering modeli aylık akışlar üzerine uygulanmıştır. Bölüm 6'daki Thomas-Fiering modelinin ifadesini esas alarak bu çalışmada kullanılan:

$$\frac{q_{i,j+1} - \bar{q}_{j+1}}{SD_{j+1}} = R_{j,j+1} \frac{(q_{i,j} - \bar{q}_j)}{SD_j} + E_{i,j} \sqrt{(1 - R_{j,j+1}^2)} \quad (7.1)$$

denklemini elde edilebilir. Bu denklemde sağ taraf bilinen değerler cinsinden, sol taraf bilinmeyen değerler cinsinden ifade edilmektedir.

Burada; $q_{i,j}$ ve $q_{i,j+1}$, sırasıyla j . ve $(j+1)$. ayın akım değerlerini

\bar{q}_j ve \bar{q}_{j+1} , sırasıyla j . ve $(j+1)$. aylarındaki akımların ortalamalarını

SD_j ve SD_{j+1} , sırasıyla j . ve $(j+1)$. ayın standart sapmasını

$R_{j,j+1}$, j . ve $(j+1)$. aylar arasındaki korelasyon katsayısını

$E_{i,j}$, rastgele değişkeni göstermektedir.

Bu denklemde, i alt indisi 1. yıldan N .yıla kadar değişen serisel atamadır. j alt indisi ise ayları göstermektedir ve 1'den 12'ye kadar değişir. Burada $j=12$ olduğunda, $(j+1)$ değeri için bir sonraki yılın 1. ayının ilgili değerleri alınmıştır.

7.1. Tarihi Serinin Parametreleri

$N=52$ yıllık gözlemin aylık parametreleri, aritmetik ortalaması,

$$\bar{q}_j = \frac{1}{52} \sum_{i=1}^{52} q_{i,j} \quad (7.2)$$

Standart sapması,

$$SD_j = \sqrt{\frac{1}{51} \sum_{i=1}^{52} (q_{i,j} - \bar{q}_j)^2} \quad (7.3)$$

Çarpıklık katsayısı,

$$AS_j = \frac{52 \sum_{i=1}^{52} (q_{i,j} - \bar{q}_j)^3}{(51)(50)SD_j^3} \quad (7.4)$$

Korelasyon katsayısı,

$$R_{j,j+1} = \frac{\sum_{i=1}^{52} (q_{i,j} - \bar{q}_j)(q_{i,j+1} - \bar{q}_{j+1})}{\sqrt{\left[\sum_{i=1}^{52} (q_{i,j} - \bar{q}_j)^2 \right] \left[\sum_{i=1}^{52} (q_{i,j+1} - \bar{q}_{j+1})^2 \right]}} \quad (7.5)$$

Değişim (varyasyon) katsayısı,

$$COV_j = \frac{SD_j}{\bar{q}_j} \quad (7.6)$$

formülleri ile belirlenmiştir.

Yıllık değerlerin parametreleri aynı şekilde N=12 olacak şekilde hesaplanmıştır. Yıllık değerlerin aritmetik ortalaması,

$$\bar{q}_i = \frac{1}{12} \sum_{j=1}^{12} q_{i,j} \quad (7.7)$$

Standart sapması,

$$SD_i = \sqrt{\frac{1}{11} \sum_{j=1}^{12} (q_{i,j} - \bar{q}_i)^2} \quad (7.8)$$

Çarpıklık katsayısı,

$$AS_i = \frac{12 \sum_{j=1}^{12} (q_{i,j} - \bar{q}_i)^3}{(11)(10)SD_i^3} \quad (7.9)$$

Korelasyon katsayısı,

$$R_{i,i+1} = \frac{\sum_{j=1}^{12} (q_{i,j} - \bar{q}_i)(q_{i+1,j} - \bar{q}_{i+1})}{\sqrt{\left[\sum_{j=1}^{12} (q_{i,j} - \bar{q}_i)^2 \right] \left[\sum_{j=1}^{12} (q_{i+1,j} - \bar{q}_{i+1})^2 \right]}} \quad (7.10)$$

Değişim (varyasyon) katsayısı,

$$COV_i = \frac{SD_i}{\bar{q}_i} \quad (7.11)$$

formülleri tarafından belirlenmiştir. Tarihi serinin hesaplanmış aylık ve yıllık akış parametre değerleri Çizelge 7.1'de verilmiştir.

Çizelge 7.1. Porsuk Barajı giren akım değerleri ($\times 10^6$ m³)

YILLAR		j=1	j=2	j=3	j=4	j=5	j=6	j=7	j=8	j=9	j=10	j=11	j=12	\bar{q}_i	SD _i	COV _i	AS _i	R _{i,i+1}	
1950-51	i=1	31,431	7,196	9,132	7,765	11,788	5,781	42,140	49,842	60,644	0,725	4,916	8,298	19,972	20,451	1,024	1,092	0,183	R _{52,1}
1951-52	i=2	10,302	9,250	26,745	31,262	31,982	38,237	35,988	32,130	19,008	5,458	12,873	10,012	21,937	11,980	0,546	-0,029	0,237	R _{1,2}
1952-53	i=3	8,458	8,471	16,495	24,206	33,944	25,700	52,482	45,336	39,799	24,437	12,270	2,761	24,530	15,790	0,644	0,396	0,670	R _{2,3}
1953-54	i=4	11,885	10,772	19,581	16,455	11,179	37,632	64,152	33,819	28,805	22,554	10,201	3,117	22,513	16,739	0,744	1,481	0,813	R _{3,4}
1954-55	i=5	8,363	15,222	23,394	12,433	16,081	21,892	9,601	22,246	12,810	4,866	11,563	6,953	13,785	6,163	0,447	0,356	0,169	R _{4,5}
1955-56	i=6	10,534	6,075	17,817	22,632	28,470	78,067	58,566	35,131	26,414	26,884	6,358	9,688	27,220	21,764	0,800	1,410	0,337	R _{5,6}
1956-57	i=7	3,010	8,265	10,773	8,991	5,918	11,141	16,080	12,093	14,496	21,876	15,809	5,924	11,198	5,285	0,472	0,436	0,279	R _{6,7}
1957-58	i=8	2,730	8,198	9,375	9,432	28,750	23,517	52,307	52,171	23,566	22,142	5,375	2,670	20,019	17,481	0,873	1,023	0,396	R _{7,8}
1958-59	i=9	5,149	5,810	7,283	16,182	18,731	12,927	51,179	32,231	15,107	24,943	8,984	4,075	16,883	13,746	0,814	1,595	0,906	
1959-60	i=10	6,870	7,796	10,249	21,931	86,620	45,673	44,999	28,438	30,735	12,589	5,965	6,732	25,716	24,054	0,935	1,632	0,438	
1960-61	i=11	13,052	13,196	26,232	30,054	41,781	34,818	28,340	18,214	16,266	4,462	4,299	5,853	19,714	12,440	0,631	0,324	0,808	
1961-62	i=12	12,039	13,870	15,072	15,631	28,670	51,645	32,547	17,510	7,266	7,109	2,067	10,091	17,793	13,732	0,772	1,528	0,772	
1962-63	i=13	13,703	12,813	53,064	75,868	109,153	87,217	55,048	76,665	78,237	26,333	9,008	10,024	50,594	35,202	0,696	0,120	0,596	
1963-64	i=14	15,512	10,940	26,581	17,839	33,375	88,840	30,677	22,389	32,584	8,000	5,650	8,170	25,046	22,422	0,895	2,319	0,645	
1964-65	i=15	13,010	18,220	35,920	35,360	53,600	93,440	76,863	21,520	30,960	17,247	12,400	12,607	35,096	26,637	0,759	1,333	0,866	
1965-66	i=16	19,546	26,302	29,411	75,867	51,413	78,872	69,120	44,255	32,735	10,220	10,120	13,997	38,488	25,214	0,655	0,541	0,832	
1966-67	i=17	17,328	22,329	31,862	34,966	28,972	37,462	39,557	35,464	17,975	15,275	12,562	11,232	25,415	10,405	0,409	-0,021	0,885	
1967-68	i=18	13,235	14,604	13,523	50,061	70,485	161,819	76,226	49,673	34,602	16,743	18,926	19,936	44,986	43,125	0,959	2,032	0,656	
1968-69	i=19	19,146	21,298	35,971	66,603	108,277	107,010	87,290	78,232	42,443	25,746	21,295	18,922	52,686	34,943	0,663	0,587	0,851	
1969-70	i=20	21,166	24,017	42,125	37,727	16,163	121,765	101,133	50,683	14,496	27,799	19,355	20,289	41,393	34,793	0,841	1,713	0,634	
1970-71	i=21	24,445	23,003	26,923	32,387	21,417	45,000	44,813	33,888	26,426	14,100	15,049	13,230	26,723	10,744	0,402	0,554	0,866	
1971-72	i=22	16,258	18,764	29,229	18,185	26,485	34,643	27,779	21,665	25,793	17,554	10,747	10,425	21,461	7,477	0,348	0,102	0,743	
1972-73	i=23	16,044	16,841	15,510	16,494	15,860	35,890	31,977	22,013	13,830	11,945	8,833	6,814	17,671	8,590	0,486	1,174	0,765	
1973-74	i=24	11,542	13,023	23,582	15,472	35,776	48,293	35,689	35,052	22,003	11,032	10,718	10,491	22,723	12,960	0,570	0,759	0,835	
1974-75	i=25	12,536	12,525	16,161	18,212	19,848	38,060	28,882	44,380	29,305	11,519	12,012	10,849	21,191	11,354	0,536	1,045	0,829	
1975-76	i=26	17,013	22,625	22,008	32,949	40,208	46,989	46,531	30,321	14,207	5,932	5,421	6,040	24,187	15,265	0,631	0,245	0,626	
1976-77	i=27	8,320	11,447	24,138	21,990	25,112	20,642	19,082	15,460	9,160	8,523	7,770	5,891	14,795	7,080	0,479	0,239	0,805	
1977-78	i=28	9,535	12,632	17,510	51,296	122,016	89,365	81,666	43,039	17,773	10,221	6,735	11,081	39,406	38,775	0,984	1,154	0,755	
1978-79	i=29	10,761	6,553	15,842	74,296	58,218	36,543	32,705	45,266	38,463	13,776	5,414	7,472	28,776	22,544	0,783	0,771	0,686	R _{28,29}

Çizelge 7.1. (Devam) Porsuk Barajı giren akım değerleri ($\times 10^6 \text{ m}^3$)

YILLAR		j=1	j=2	j=3	j=4	j=5	j=6	j=7	j=8	j=9	j=10	j=11	j=12	\bar{q}_i	SD _i	COV _i	AS _i	R _{i,i+1}	
1979-80	i=30	8,384	12,738	22,455	54,979	51,566	64,605	72,187	38,265	20,113	10,495	3,264	3,479	30,211	24,959	0,826	0,537	0,743	R _{29,30}
1980-81	i=31	15,805	10,948	37,574	59,111	63,808	101,946	43,892	43,619	24,279	16,260	12,066	10,078	36,616	27,931	0,763	1,208	0,853	R _{30,31}
1981-82	i=32	13,537	16,010	51,040	46,642	34,903	41,147	41,879	39,122	31,279	15,993	12,044	7,732	29,277	15,282	0,522	-0,102	0,726	R _{31,32}
1982-83	i=33	12,674	10,167	14,198	16,000	17,842	30,974	31,546	18,691	18,595	14,027	6,970	5,621	16,442	8,104	0,493	0,839	0,669	
1983-84	i=34	9,636	20,613	35,154	32,415	56,913	69,687	114,924	63,150	19,501	9,088	12,599	4,040	37,310	33,068	0,886	1,268	0,871	
1984-85	i=35	6,542	7,088	12,435	34,238	35,338	56,769	55,871	34,571	22,860	12,533	7,822	5,986	24,338	18,773	0,771	0,726	0,895	
1985-86	i=36	9,028	11,298	13,521	24,297	34,904	32,772	15,251	10,137	13,089	3,021	3,540	6,073	14,744	10,579	0,718	1,006	0,701	
1986-87	i=37	7,024	8,124	24,744	54,475	37,944	49,379	45,828	38,531	16,708	7,069	7,583	6,959	25,364	18,764	0,740	0,354	0,763	
1987-88	i=38	9,976	12,852	15,222	17,037	16,148	27,544	28,523	19,138	11,445	7,981	6,848	4,968	14,807	7,515	0,508	0,722	0,854	
1988-89	i=39	10,541	13,024	15,194	12,615	11,386	9,953	4,846	6,626	3,498	2,235	2,548	3,197	7,972	4,653	0,584	0,098	0,303	
1989-90	i=40	4,916	7,087	14,507	12,956	15,635	14,284	13,977	10,852	4,390	3,380	0,859	6,841	9,140	5,135	0,562	-0,181	0,610	
1990-91	i=41	5,900	7,066	13,300	10,433	21,314	21,531	23,322	13,503	9,151	4,268	3,826	2,970	11,382	7,295	0,641	0,590	0,850	
1991-92	i=42	5,506	5,717	8,379	9,271	10,914	19,133	22,796	7,392	6,991	3,083	3,228	2,297	8,726	6,318	0,724	1,403	0,910	
1992-93	i=43	4,877	8,338	9,254	10,365	22,959	32,548	16,005	18,448	7,326	1,255	0,636	0,943	11,080	9,783	0,883	1,007	0,768	
1993-94	i=44	2,512	8,452	10,494	11,160	12,187	16,092	12,479	7,548	3,860	1,834	5,182	3,822	7,969	4,576	0,574	0,223	0,845	
1994-95	i=45	4,398	7,888	13,128	19,540	14,312	24,787	38,052	9,983	4,644	3,238	0,645	2,516	11,928	11,013	0,923	1,356	0,818	
1995-96	i=46	7,410	7,958	11,700	13,330	33,638	41,696	48,110	21,180	8,244	2,980	5,064	4,631	17,162	15,538	0,905	1,155	0,889	
1996-97	i=47	8,193	8,220	10,686	14,260	11,297	10,420	29,516	21,801	14,508	5,542	6,521	4,994	12,163	7,187	0,591	1,519	0,671	
1997-98	i=48	9,187	9,186	17,504	16,828	26,920	24,260	41,370	40,680	28,362	9,672	6,435	5,583	19,666	12,677	0,645	0,653	0,905	
1998-99	i=49	8,124	9,688	13,335	22,145	57,702	60,488	52,461	18,358	14,480	8,925	6,845	7,555	23,342	20,803	0,891	1,178	0,614	
1999-00	i=50	10,520	9,151	8,752	12,404	14,911	34,407	61,302	53,586	18,196	10,361	11,122	10,304	21,251	18,363	0,864	1,599	0,539	R _{49,50}
2000-01	i=51	9,550	7,747	10,008	10,084	10,145	12,406	15,767	13,933	6,109	3,305	2,352	2,066	8,623	4,456	0,517	-0,144	0,743	R _{50,51}
2001-02	i=52	4,096	7,564	66,038	50,853	50,100	45,900	99,313	44,587	17,464	15,148	9,694	13,649	35,367	29,067	0,822	0,915	0,761	R _{51,52}
	\bar{q}_i	10,986	12,096	21,156	28,038	35,444	46,185	44,281	31,593	21,173	11,571	8,277	7,691						
	SD _i	5,659	5,351	12,522	19,048	26,220	32,170	24,687	16,989	14,006	7,624	4,764	4,444						
	COV _i	0,515	0,442	0,592	0,679	0,740	0,697	0,557	0,538	0,662	0,659	0,576	0,578						
	AS _i	1,193	1,060	1,576	1,177	1,675	1,428	0,865	0,680	1,758	0,608	0,658	1,062						
	R _{i,i+1}	0,772	0,629	0,482	0,621	0,731	0,652	0,668	0,717	0,726	0,494	0,644	0,718						

7.2. Sentetik Serinin Türetilmesi

Başlangıçta sentetik akışların türetilmesi sırasında kullanılacak rastgele değişken olan $E_{i,j}$ değerleri bilinmemektedir. Bu rastgele değişken $E_{i,j}$ değerlerinin hesaplanmasının çeşitli yolları vardır. Bu çalışmada $E_{i,j}$ değerlerini bilgisayarla rastgele türetmek yerine, tarihi akış serisinden elde ederek farklı bir uygulama yapılmıştır. Burada tarihi seri değerleri ($q_{i,j}$, $q_{i,j+1}$) ve bunlara ait parametre değerleri ($\bar{q}_j, \bar{q}_{j+1}, SD_j, SD_{j+1}, R_{j,j+1}$) bilinen kabul edilip Denklem 7.1'de yerlerine konmuş ve $E_{i,j}$ değerleri bilinmeyen kabul edilip formülden çekilmiştir. $j=2$ değerlerini bulduran $E_{i,j}$ değerleri 1.sütuna yazılmış, işlemlere böyle devam edilmiştir. Sentetik seri türetilmesi sırasında da $j=2$ için akım değeri hesaplanırken 1.sütundaki $E_{i,j}$ değerleri kullanılmaktadır. Bu şekilde hesaplanan $E_{i,j}$ değerleri ve parametreleri Çizelge 7.2'te verilmektedir. Burada görüldüğü gibi rastgele değişken olan $E_{i,j}$ değerlerinin ortalaması 0 ve standart sapmaları 1'dir. Böylece farklı ve yeni bir $E_{i,j}$ rastgele değişkeni türetme yöntemi kullanılmasının bu işlemler için uygun olduğu anlaşılmaktadır.

E değerlerinin ortalama, standart sapma ve korelasyon katsayıları da benzer şekilde sırasıyla, şu formüllerden hesaplanabilir:

$$\bar{E} = \frac{1}{52} \sum_{i=1}^{52} E_{i,j} \quad (7.12)$$

Standart sapması,

$$ESD = \sqrt{\frac{1}{51} \sum_{i=1}^{52} (E_{i,j} - \bar{E})^2} \quad (7.13)$$

Korelasyon katsayısı,

$$ER_{j,j+1} = \frac{\sum_{i=1}^N (E_{i,j} - \bar{E}_j)(E_{i,j+1} - \bar{E}_{j+1})}{\sqrt{\left[\sum_{i=1}^N (E_{i,j} - \bar{E}_j)^2 \right] \left[\sum_{i=1}^N (E_{i,j+1} - \bar{E}_{j+1})^2 \right]}} \quad (7.14)$$

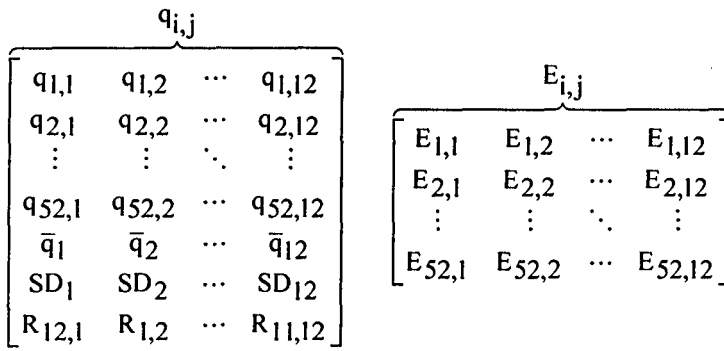
Çizelge 7.2. Tarihi seriden elde edilmiş $E_{i,j}$ değerleri ve istatistikleri

	j=1	j=2	j=3	j=4	j=5	j=6	j=7	j=8	j=9	j=10	j=11	j=12
i=1	-4,1015	-0,5920	-0,5972	-0,1826	-0,8807	1,0097	1,6292	2,9653	-3,2362	0,2747	0,9244	-0,3555
i=2	-0,5863	0,8025	-0,1376	-0,3744	-0,2123	-0,2297	0,3905	-0,2584	-0,8343	1,9349	-0,2454	-1,3356
i=3	-0,5099	-0,0519	0,0382	0,1315	-0,7906	1,0172	0,8185	1,0800	1,1855	-0,3240	-2,4596	1,5954
i=4	-0,4468	-0,0074	-0,6760	-0,7046	0,4450	1,3195	-0,6391	0,6544	1,3472	-0,6837	-1,8962	0,5199
i=5	1,1266	-0,1178	-1,1865	-0,2050	-0,3610	-1,2098	0,6546	-0,2873	-0,6723	1,6409	-0,9508	0,0760
i=6	-1,3827	0,3153	-0,1508	-0,0859	1,5356	-0,1115	-0,2959	0,3243	2,0972	-2,2153	1,0614	-2,7606
i=7	0,2196	-0,5524	-0,6188	-0,5793	-0,4685	-0,5576	-0,4719	0,5197	1,8250	0,9291	-2,2036	-1,8111
i=8	0,2436	-0,6729	-0,5009	0,6711	-0,7098	1,0685	1,4026	-1,0319	1,4974	-1,9618	-0,9951	-0,2510
i=9	-0,6764	-0,6179	0,0834	-0,2675	-0,8154	1,3023	-0,2332	-0,6700	2,2629	-1,2810	-1,3227	-0,1564
i=10	-0,4451	-0,5519	0,2808	3,2011	-1,6989	0,0533	-0,2961	1,1898	-0,2341	-0,7463	0,1907	0,8358
i=11	-0,0310	0,3495	-0,1860	0,2407	-0,6737	-0,5505	-0,4656	0,3227	-0,8734	-0,3067	0,2674	0,7943
i=12	0,2759	-0,7374	-0,4461	0,3185	0,4459	-0,7906	-0,7001	-0,5686	-0,1092	-1,2109	2,1215	0,0999
i=13	-0,2162	2,8353	1,1851	1,4304	-0,7346	-0,5579	3,3556	3,1241	-0,0869	-1,4277	0,5959	0,6207
i=14	-0,9251	0,6136	-1,0261	0,4573	1,8164	-1,9291	-0,2105	1,7583	-1,0013	-0,3265	0,7239	0,4317
i=15	1,1827	0,7157	-0,4434	0,6028	1,3419	0,4555	-2,2061	1,6436	0,4593	0,5048	0,6962	1,0364
i=16	2,1909	-0,7097	2,6809	-1,7942	0,8164	0,4403	0,0348	0,4133	-0,6726	0,6546	1,6398	0,0409
i=17	1,5530	-0,0773	-0,2131	-0,7505	-0,1454	-0,0139	0,5233	-0,5732	0,6883	0,7667	0,2165	-0,3415
i=18	0,2813	-0,9541	1,9575	0,7202	3,5913	-1,4851	0,1963	0,2702	0,2357	2,3502	1,6523	-1,0750
i=19	1,0452	0,4035	1,6456	1,9018	0,1054	0,6446	2,1460	-0,6923	1,2757	2,0069	0,8111	-0,2371
i=20	1,4100	0,6847	-0,6773	-1,6209	3,7304	0,9865	-0,7551	-1,8816	2,7184	1,2483	1,6735	0,3007
i=21	0,6973	-0,5970	-0,0735	-1,0276	0,4113	0,0619	0,1716	0,4029	0,1685	1,5784	0,3237	-0,0470
i=22	0,8490	0,0496	-1,1704	0,0530	-0,1794	-0,5761	-0,1510	1,0978	0,7151	0,0176	0,3488	0,6591
i=23	0,4174	-1,0032	-0,4160	-0,4454	0,2201	-0,3825	-0,2964	-0,1668	0,3541	0,1113	-0,4042	0,3940
i=24	0,1433	0,1257	-0,9949	0,7243	0,0755	-0,5263	0,6495	-0,1290	-0,1150	0,7290	0,3764	-0,3335
i=25	-0,1185	-0,4996	-0,3421	-0,3192	0,1783	-0,6114	1,7201	0,0492	-0,3376	1,0302	0,2118	0,8125
i=26	1,6692	-1,0062	0,2750	-0,0097	-0,1232	0,1000	-0,2010	-0,6446	-0,5682	-0,1612	0,0848	-0,2899
i=27	0,2252	0,3386	-0,5936	-0,2373	-0,7083	-0,6591	-0,3127	-0,2442	0,0273	0,1973	-0,4724	0,0883
i=28	0,3364	-0,3876	1,7881	3,5288	-1,0683	0,8304	-0,5900	-1,0655	-0,0658	-0,2739	1,4302	-0,9876

Çizelge 7.2. (Devam) Tarihi seriden elde edilmiş $E_{i,j}$ değerleri ve istatistikleri

	j=1	j=2	j=3	j=4	j=5	j=6	j=7	j=8	j=9	j=10	j=11	j=12
i=29	-1,3003	0,0860	3,4338	-1,3260	-1,1419	-0,3611	1,6357	0,9455	-0,3684	-1,0283	0,5494	-0,6629
i=30	0,5264	0,0523	1,7220	-0,6126	0,2265	1,0048	-0,5983	-0,5253	-0,1194	-1,2561	-0,2761	2,4884
i=31	-0,9651	1,6150	1,0425	-0,1610	1,3559	-1,5755	1,0311	-0,4256	0,5813	0,5221	-0,0492	0,0573
i=32	0,5761	2,3217	-0,6441	-1,0750	-0,1888	0,0097	0,7354	0,5815	0,2572	0,5455	-0,8031	0,4579
i=33	-0,7051	-0,4359	-0,3661	-0,3070	-0,0464	-0,2689	-0,5588	0,5350	0,4749	-0,6293	-0,3864	0,1901
i=34	2,2405	0,3995	-0,5921	0,9532	0,2595	3,1884	-0,2769	-2,1374	-0,3068	1,4594	-2,1173	-0,2379
i=35	-0,5684	-0,2797	0,9667	-0,3541	0,4373	0,3355	-0,2310	-0,0101	0,0767	-0,2308	-0,4529	-0,0784
i=36	0,0882	-0,6140	0,2323	0,1800	-0,5321	-1,2056	-0,6025	0,4952	-0,9619	-0,3560	0,5030	-0,6589
i=37	-0,3883	0,7359	1,5435	-1,3451	0,0490	-0,0049	0,5212	-0,8956	-0,4981	0,3064	-0,0865	-0,0806
i=38	0,3262	-0,6189	-0,3614	-0,4598	-0,1315	-0,3378	-0,3952	-0,2357	-0,1471	0,0042	-0,5711	0,6197
i=39	0,2867	-0,6392	-0,6558	-0,4774	-0,6965	-1,1357	-0,4657	-0,2828	-0,6916	-0,5413	-0,2121	-0,4595
i=40	-0,3361	-0,0907	-0,5895	-0,2593	-0,6582	-0,7596	-0,4891	-0,4531	-0,5551	-1,1308	1,3323	-1,1807
i=41	-0,4819	-0,1986	-0,6821	0,1996	-0,5474	-0,4532	-0,6543	-0,1234	-0,6142	-0,4151	-0,5624	-0,2337
i=42	-0,7498	-0,5084	-0,4487	-0,3160	-0,3047	-0,4149	-1,1481	0,0324	-0,7054	-0,4484	-0,6505	-0,2247
i=43	-0,0298	-0,6984	-0,4308	0,2953	-0,1497	-1,1583	0,0675	-0,6207	-0,9947	-0,9576	-0,5267	-0,5122
i=44	0,3358	-0,5971	-0,4560	-0,3510	-0,4711	-0,8915	-0,7056	-0,3026	-0,7668	0,2253	-0,5807	-0,7740
i=45	-0,0695	-0,2989	-0,0614	-0,7029	-0,1843	0,2575	-1,5644	-0,3726	-0,5868	-1,1739	-0,0200	0,4191
i=46	-0,4834	-0,4363	-0,3869	0,7252	-0,1248	0,3334	-1,0381	-0,6953	-0,7717	0,0665	-0,2935	0,0594
i=47	-0,5323	-0,5557	-0,2605	-0,5748	-0,6744	0,1935	-0,2118	-0,0832	-0,6392	0,1835	-0,4919	0,2365
i=48	-0,4423	-0,0335	-0,5197	0,1535	-0,6193	0,4527	0,8881	0,1814	-0,5779	-0,2956	-0,2827	-0,2196
i=49	-0,1696	-0,4653	0,1000	1,5741	-0,1434	0,0463	-1,4573	0,1282	-0,1278	-0,1008	0,2661	-0,0922
i=50	-0,6413	-0,8278	-0,2625	-0,2687	0,1904	1,2543	1,1477	-1,6778	-0,0618	0,9139	0,2284	-1,1119
i=51	-0,8401	-0,5688	-0,4973	-0,4046	-0,5552	-0,6099	-0,3036	-0,4662	-0,6361	-0,7131	-0,5354	-0,3787
i=52	-0,1042	4,5585	-1,3106	-0,4628	-0,4922	3,0021	-1,1938	-1,1939	0,6899	-0,0058	1,6195	4,0536
\bar{E}_j	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
ESD _j	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
ER _{j,j-1}	0,214	0,001	-0,061	0,063	-0,223	-0,111	-0,069	0,259	-0,264	-0,039	0,035	-0,001

$E_{i,j}$ değerleri böylece elde edildikten sonra, sentetik akış serisi türetme çalışması yapılabilir. Sentetik seri türetilirken $q_{i,j}$ başlangıç değeri, keyfi bir değer alınabileceği gibi, burada $i=52, j=12$ değeri alındı. Şekil 7.1’de sentetik seri türetmek için kullanılan tarihi seri değerlerinden oluşan $q_{i,j}$ matrisi ve tarihi seriden türetilen rastgele değişken olan $E_{i,j}$ matrisi görülmektedir. Formülde yerine konulup sentetik serinin ilk $i=1, j=1$ değeri türetildi, Denklem (7.15)’te görülmektedir. Sonra bu değer formülde yerine konup Denklem (7.16)’da verildiği gibi $i=1, j=2$ için sentetik seri değeri hesaplandı. Bundan sonraki değerler için de, bir önceki $q_{i,j}$ değeri alınarak aynı işlem tekrar edildi.



Şekil 7.1. Sentetik akış serisi türetilme şeması

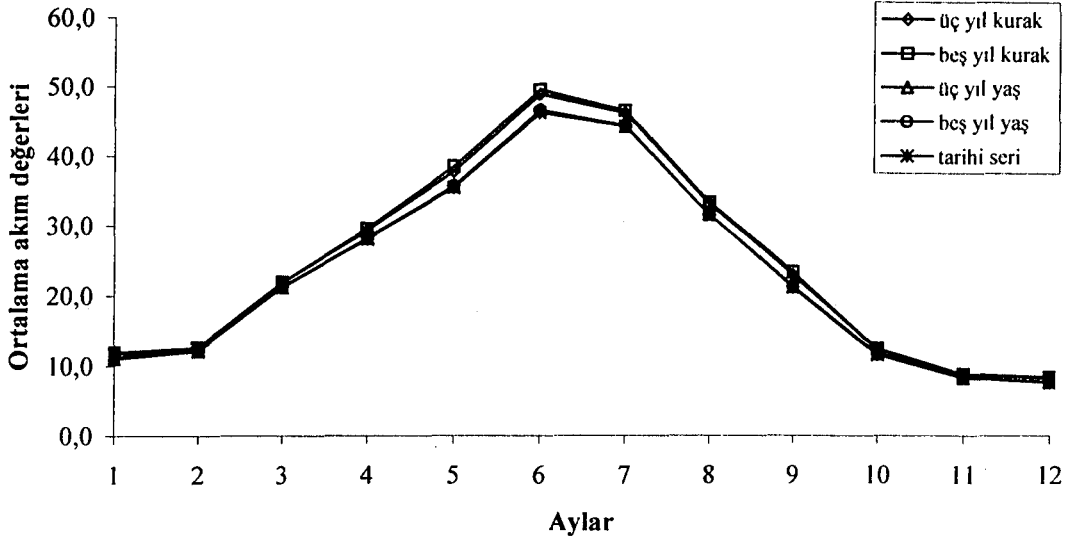
$$\frac{q_{1,1} - \bar{q}_1}{SD_1} = R_{12,1} \frac{(q_{52,12} - \bar{q}_{12})}{SD_{12}} + E_{52,12} \sqrt{(1 - R_{12,1}^2)} \quad (7.15)$$

$$\frac{q_{1,2} - \bar{q}_2}{SD_2} = R_{1,2} \frac{(q_{1,1} - \bar{q}_1)}{SD_1} + E_{1,1} \sqrt{(1 - R_{1,2}^2)} \quad (7.16)$$

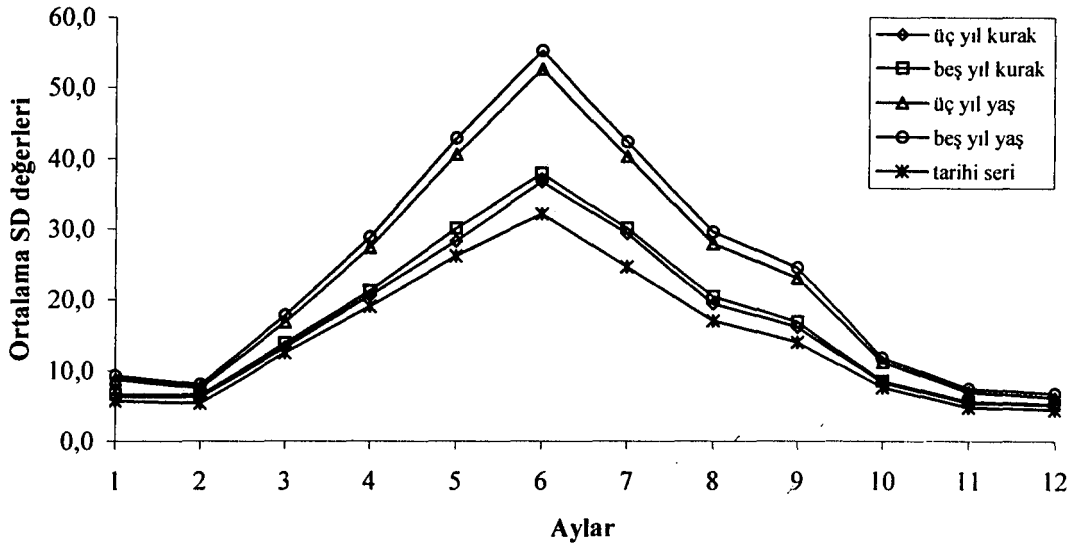
$$\frac{q_{1,3} - \bar{q}_3}{SD_3} = R_{2,3} \frac{(q_{1,2} - \bar{q}_2)}{SD_2} + E_{1,2} \sqrt{(1 - R_{2,3}^2)} \quad (7.17)$$

Bu çalışmada, baraj biriktirme hazneleri için kritik dönemler olan kurak ve yaş dönemler için analiz yapıldı. Bu dönemleri elde edebilmek için $E_{i,j}$ değerlerinde gerekli düzenlemeler yapıldı. Kurak dönemlerin elde edilmesi için $E_{i,j}$ değerlerinden en küçük değerler (örneğin birinci beş yıl arka arkaya kurak dönem için birinci ay için -4.1015, -1.3827, -1.3003, -0.9651 ve -0.9251 değerleri; ikinci ay için -1.0062, -1.0032, -0.9541, -0.8278 ve -0.7374 v.s. değerleri kullanılmıştır) sıra ile ilk beş yıl, ikinci beş yıl, v.s. olacak şekilde ilk beş yıla, ikinci beş yıla, v.s. konularak çalışma yapıldı. Yaş dönemler için $E_{i,j}$

değerlerinin en büyük değerleri alınmıştır (örneğin birinci beş yıl arka arkaya yaş dönem için birinci ay için 2.2405, 2.1909, 1.6692, 1.5530, 1.4100; ikinci ay için 4.5585, 2.8353, 2.3217, 1.6150, 0.8025 v.s. değerleri alınmalıdır). Özet olarak verilen bu tabloların beş yıl arka arkaya yaş olma durumu ile ilgili hesap detayları Bölüm 10'daki Ek-1'de görülmektedir. Negatif çıkan değerler sıfır alınarak model parametreleri hesaplandı. Üç yıl arka arkaya kurak, üç yıl arka arkaya yaş, beş yıl arka arkaya kurak, beş yıl arka arkaya yaş olma durumlarına ait ortalama ve standart sapma sonuçları, tarihi seri parametre değerleri ile karşılaştırıldığında, tarihi seri değerlerine yakın olduğu görülmektedir. Ancak yaş dönemlerde ortalamalar yaklaşık olarak korunduğu halde standart sapmaların büyümekte olduğu gözlenmektedir (Şekil 7.2, Şekil 7.3). Şekil 7.2 ve Şekil 7.3'te verilen değerlerin detaylı tabloları Ek-2'de verilmektedir.



Şekil 7.2. Ortalama akım değerlerinin sonuçları



Şekil 7.3. Standart sapma değerlerinin sonuçları

8. TARTIŞMA ve SONUÇ

Hazne hacmi hesaplanırken, akarsu debileri ve ihtiyaç debileri bir arada değerlendirilir. Bu çalışmalarda akarsu debilerinin, sadece gözlenmiş tarihi akımlara dayandırılmasında bazı sakıncalar vardır. Gözlenmiş akım verilerinin kapsadığı süredeki dizilişleri, su yapısının işletileceği süre boyunca (yani yapının ekonomik ömrü boyunca) akımların aynen tekrarlanması olasılığı yoktur. Su sistemlerinin planlanmasında sadece gözlenmiş akımlar kullanıldığında, sistemin çalışması esnasındaki oluşabilecek bazı riskler gözönüne alınmamış olur. Gözlenmiş akımların süresi uzadıkça, bir biriktirme haznesinin depolama hacmi büyür. Mevcut gözlem süresinin, planlanan yapının ekonomik ömründen kısa olması halinde, hazne hacminin tayini tamamen mühendislik takdirine dayanan subjektif düzeltmelere ihtiyaç gösterir [22].

Bundan dolayı, “Sentetik Akım Türetme” yöntemleri ile probleme yaklaşım en uygun bir yöntemdir. Sentetik akım türetme yöntemleri ile yeni ve ilave istatistiksel bilgi elde edilemez, ancak, gözlenen akım dizisinin istatistiksel özelliklerini koruyan uzun süreli bir sürü dizinin türetilmesi ile problemlerin en optimum çözüme yardımcı olur. Türetilen akım değerleri, planlamacı ve projeci tarafından iyi bir şekilde kullanılabilirdiği takdirde, tasarlanan su sistemi, sadece gözlenmiş akım verilerine dayandırılarak boyutlandırılmayıp, bu değerler ile aynı olasılığa sahip bir sürü akım dizisi esas alınacağından, sistemin en ekonomik ve en optimum şekilde planlaması yapılmış olacaktır [22].

Bu çalışmada, sentetik seri türetiminde farklı bir yaklaşım ele alınmıştır. Aylık akım modellerinden biri olan 1. mertebe Markov modeli olan Thomas-Fiering modelinde kullanılan (6.15) denklemindeki $t_{i,j}$ rastgele sayıları için farklı bir yaklaşım ileri sürülmüştür. Bu yaklaşımda $t_{i,j}$ değerlerini mevcut bir tabloda rastgele seçmek veya bilgisayardan türetmek yerine, tarihi akış serisi değerlerinin Thomas-Fiering modeli ile elde edilebilmesi için gerekli rastgele değişken değerleri hesaplanmıştır. Bu hesaplanan $E_{i,j}$ matrisindeki sütunlarda bulunan $E_{i,j}$ değerlerinin belli bir düzen içinde yer değiştirilmesi, yani elde edilmiş olan $E_{i,j}$ değerleri, hazne hacminin bulunması esnasında kritik olan dönemleri temsil edecek şekilde kurak veya yağ dönemler arka arkaya gelecek şekilde (3 yıl, 5yıl, v.s.) düzenlenmesi suretiyle sentetik seri türetme çalışması yapılmıştır. Şekil

7.2'ye bakıldığında ortalamaların tarihi serinin ortalama değerinden çok farklılık göstermediği gözlenmiştir. Ancak kurak dönemlerin ortalaması tarihi seri değerleriyle uzaklaştığı halde standart sapmaları yakınlaşmaktadır, benzer şekilde yaş dönemlerin ortalaması tarihi seriye yakınlaştıkça standart sapmaları uzaklaşmaktadır.

Haznenin aktif hacmi belirlenirken, akarsuyun akım değerleri ve ihtiyaç debileri bir arada değerlendirilir. Hazne hacminin belirlenmesi için gerekli olan akarsu akım değerlerini böylece türettikten sonra ikinci aşama olan ihtiyaç debilerinin belirlenmesi kalmaktadır. Ayrıca bir çalışma yapılarak, ihtiyaç debileri de belirlendikten sonra optimum hazne büyüklüğü için bir karara varılabilir.

9. KAYNAKLAR

- [1] ERKEK, C. ve AĞIRALIOĞLU, N., *Su kaynakları mühendisliği*, Beta Basım Yayım Dağıtım A.Ş., İstanbul, Türkiye (1993).
- [2] BAYAZIT, M., *İki akarsudaki ortak kurak dönemlerin istatistik analizi*, Birinci Ulusal Hidroloji Kongresi, İTÜ İnşaat Fakültesi, İstanbul, Türkiye, 158-166 (1979).
- [3] BİLGİN, M., *Baraj hazne hacminin bulunması*, Eskişehir Devlet Müh. ve Mimarlık Akademisi Yayınları, No:25, Eskişehir, Türkiye (1979).
- [4] BAYAZIT, M., *Sentetik hidrolojiye eleştireci bir bakış*, Birinci Ulusal Hidroloji Kongresi, İTÜ İnşaat Fakültesi, İstanbul, Türkiye, 1-17 (1979).
- [5] BAYAZIT, M., *Hidrolojide istatistik yöntemler*, İstanbul Teknik Üniversite Matbaası, Gümüşsuyu, Türkiye (1981).
- [6] VASILADIS, H.V. ve KARAMOUZ, M., *Demand-driven operation of reservoirs using uncertainty-based optimal operating policies*, J. of Water Resour. Plan. and Manage., **120**, **1**, 101-114 (1994).
- [7] GUPTA, R.S., *Hydrology and hydraulic systems*, Waveland Press Inc., Illionis, USA (2001).
- [8] SHARMA, A., TARBOTON, D.G. ve LALL, U., *Streamflow simulation: a non parametric approach*, Water Resour. Res., **33**, **2**, 291-308 (1997).
- [9] BAYAZIT, M., *Hidroloji*, İTÜ İnş. Fakültesi Matbaası, İstanbul, Türkiye (1999).
- [10] BAYAZIT, M. ve ŞEN, Z., *Hidroelektrik tesislerinde hazne projelendirme ve işletme problemlerine stokastik bir yaklaşım*, İTÜ İnş. Fakültesi Matbaası, İstanbul, Türkiye (1978).
- [11] ERTAŞ, B., *Akış serilerinin stokastik yapısı dikkate alınarak ideal rezervuar kapasitesinin tayini*, Birinci Ulusal Hidroloji Kongresi, İTÜ İnşaat Fakültesi, İstanbul, Türkiye, 221-228 (1979).
- [12] DSİ III. Bölge Müdürlüğü, *Porsuk havzası su yönetim planı projesi*, Hidrolojik Raporu, Hazırlayan: Suyapı müh. ve müş. A.Ş., Ankara (2001).
- [13] DSİ III. Bölge Müdürlüğü, *Porsuk havzası su yönetim planı projesi*, Nihai Rapor 1/3, Hazırlayan: Suyapı müh. ve müş. A.Ş., Ankara (2001).

- [14] AKÇAKAYA, A. ve SERT, M., *Elektronik ortamdaki meteorolojik veri arşivinin dökümü*, <http://www.atmosfer.itu.edu.tr/bildiriler/173.pdf>.
- [15] LINSLEY, R.K. ve FRANZINI, J.B., v.d., *Water-resources engineering*, Mc Graw-Hill, Inc., London (1992).
- [16] USLU, O. ve TANRIÖVER, A., *Hidrolojik süreçlerde bilgi içeriğinin ölçülmesi*, Birinci Ulusal Hidroloji Kongresi, İTÜ İnşaat Fakültesi, İstanbul, Türkiye, 437-448 (1979).
- [17] PHATARFOD, R.M., *A comparison between the probability and simulation procedures for storage analysis*, J. of Hydrol., **69**, 29-41 (1984).
- [18] SALAS, J.D. ve DELLEUR, J.W., v.d., *Applied modeling of hydrologic time series*, Water Resources Publ., Colorado, USA (1980).
- [19] KOUTSOYIANNIS, D., *Stochastic simulation of hydrosystem (SW-913)*, The Encyclopedia of Water, Edited by J. H. Lehr, New York (2004) (In print), <http://www.itia.ntua.gr/getfile/541/2/2004EncyclStochSimulPP.pdf>.
- [20] KOUTSOYIANNIS, D., *A generalized mathematical framework for stochastic simulation and forecast of hydrologic time series*, Water Resour. Res., **36**, **6**, 1519-1533 (2000).
- [21] LINSLEY, R.K., KOHLER, M.A. ve PAULHUS, J.L.H., *Hydrology for engineers*, McGraw-Hill Book Company, London, UK (1988).
- [22] YURTSEVER, Y. ve DENİZELLİ, M., *Türkiye akarsuları aylık akım zaman serilerinin istatistiksel özellikleri üzerine bir etüt*, Birinci Ulusal Hidroloji Kongresi, İTÜ İnşaat Fakültesi, İstanbul, Türkiye, 453-462 (1979).
- [23] MONTGOMERY, D.C., JOHNSON, L.A. ve GARDINER, J.S., *Forecasting and time series analysis*, McGraw-Hill Inc., Singapore (1990).
- [24] FIERING, M.B. ve JACKSON, B.B., *Synthetic streamflows*, Water Resources Monograph, American Geophysical Union, Washington, D.C. (1971).
- [25] SHAW, E.M., *Hydrology in practice*, Chapman&Hall, London, UK (1983).
- [26] BAYAZIT, M., AVCI, İ. ve ŞEN, Z., *Hidroloji uygulamaları*, İTÜ İnş. Fakültesi Matbaası, İstanbul, Türkiye (1991).
- [27] MONTASERI, M. ve ADELOYE, A.J., *Critical period of reservoir systems for planning purposes*, J. of Hydrol., **224**, 115-136 (1999).

10. EK-1

Sentetik seri türetilirken $q_{i,j}$ başlangıç değeri, keyfi bir değer alınabileceği gibi, burada $i=52, j=12$ değeri (13,649) alındı. Bölüm 7'deki Denklem (7.1)'deki formülde yerine konulup sentetik serinin ilk $i=1, j=1$ değeri türetildi, Denklem (10.1)'te görülmektedir. Sonra bu değer formülde yerine konup Denklem (10.2)'da verildiği gibi $i=1, j=2$ için sentetik seri değeri hesaplandı. Bundan sonraki değerler için de, bir önceki $q_{i,j}$ değeri alınarak aynı işlem tekrar edildi. i alt indisinin seneleri, j alt indisinin ayları gösterdiği unutulmamalıdır.

Burada beş yıl arka arkaya yaş olma durumları için tablolar detaylı olarak verilmiştir.

Örnek olarak, birinci beş yıl arka arkaya yaş olma durumu için hesaplama gösterilmiştir. Birinci sene birinci ay için,

$$\frac{q_{1,1} - \bar{q}_1}{SD_1} = R_{12,1} \frac{(q_{52,12} - \bar{q}_{12})}{SD_{12}} + E_{52,12} \sqrt{(1 - R_{12,1}^2)} \quad (10.1)$$

$$\frac{q_{1,1} - 10,986}{5,659} = 0,772 \frac{(13,649 - 7,691)}{4,444} + (-0,3555) \sqrt{(1 - 0,772^2)} \quad (10.1a)$$

$$q_{1,1} = 15,559 \times 10^6 \text{ m}^3$$

bulunur. Birinci sene ikinci ay için,

$$\frac{q_{1,2} - \bar{q}_2}{SD_2} = R_{1,2} \frac{(q_{1,1} - \bar{q}_1)}{SD_1} + E_{1,1} \sqrt{(1 - R_{1,2}^2)} \quad (10.2)$$

$$\frac{q_{1,2} - 12,096}{5,351} = 0,629 \frac{(15,559 - 10,986)}{5,659} + (2,2405) \sqrt{(1 - 0,629^2)} \quad (10.2a)$$

$$q_{1,2} = 24,136 \times 10^6 \text{ m}^3$$

değeri elde edilir. Bu diğer aylar için benzer şekilde devam eder.

İkinci sene için değerlerin bulunmasında, ikinci sene birinci ay için

$$\frac{q_{2,1} - \bar{q}_1}{SD_1} = R_{12,1} \frac{(q_{1,12} - \bar{q}_{12})}{SD_{12}} + E_{1,12} \sqrt{(1 - R_{12,1}^2)} \quad (10.3)$$

$$\frac{q_{2,1} - 10,986}{5,659} = 0,772 \frac{(32,539 - 7,691)}{4,444} + (4,0536) \sqrt{(1 - 0,772^2)} \quad (10.3a)$$

$$q_{2,1} = 49,990 \times 10^6 \text{ m}^3$$

değeri bulunur. Diğer aylar için de benzer şekilde bir önceki ayın değerleri ile işlemler devam ettirilir.

Çizelge 10.1. Birinci beş yıl arka arkaya yaş olma durumu ($\times 10^6 \text{ m}^3$)

	j=1	j=2	j=3	j=4	j=5	j=6	j=7	j=8	j=9	j=10	j=11	j=12
i=1	15,559	24,136	84,748	139,370	210,582	277,264	221,268	158,640	127,333	58,128	35,571	32,539
i=2	49,990	44,412	88,739	131,896	197,199	263,166	210,621	139,055	114,075	51,544	31,671	28,541
i=3	40,428	36,553	74,233	107,395	149,297	181,556	137,886	98,137	77,951	40,736	27,062	25,387
i=4	34,114	32,315	61,697	93,025	128,978	158,455	125,735	91,145	72,660	37,510	24,692	23,761
i=5	30,504	29,572	49,688	80,698	114,010	142,098	116,473	86,501	65,510	33,416	22,818	22,442
i=6	28,487	16,754	29,874	34,018	39,920	60,619	49,627	30,723	23,774	20,130	3,641	7,868
i=7	1,222	7,201	9,572	7,857	4,777	10,229	15,613	11,863	14,358	18,671	14,520	5,060
i=8	1,881	7,693	8,805	8,894	28,209	23,084	52,085	52,062	23,500	7,739	0,000	0,000
i=9	1,336	3,542	4,722	13,764	16,299	10,982	44,942	29,155	13,265	3,914	0,526	0,000
i=10	1,303	4,484	6,510	18,400	19,048	0,000	17,311	14,783	8,340	6,570	3,544	5,110
i=11	8,723	10,621	23,325	27,309	39,020	32,610	27,209	17,656	15,932	4,372	4,263	5,829
i=12	12,015	13,856	15,056	15,616	28,655	51,633	32,541	17,507	7,264	7,109	2,067	6,389
i=13	10,066	10,649	18,232	42,973	46,791	37,339	29,495	32,057	18,964	10,401	2,600	5,731
i=14	11,294	8,431	23,748	15,164	30,685	23,093	0,000	5,778	16,107	3,571	3,869	6,977
i=15	11,837	17,522	35,133	34,616	52,852	92,842	76,557	21,369	21,348	14,664	11,361	11,911
i=16	17,003	13,236	14,660	19,849	0,000	33,818	46,038	32,872	25,917	8,388	9,383	2,569
i=17	6,100	7,331	14,929	18,975	12,892	24,601	32,968	32,215	16,029	14,752	12,352	11,091
i=18	13,097	14,522	13,430	21,311	41,575	45,909	16,844	20,388	17,062	12,029	9,462	0,880
i=19	0,424	10,161	23,397	54,729	64,637	72,106	69,408	48,612	24,703	20,978	10,879	11,943
i=20	14,309	18,759	36,189	32,121	10,526	4,771	41,196	21,124	0,000	0,000	1,563	2,434
i=21	6,903	12,568	15,142	21,261	10,229	36,052	40,229	31,627	25,072	13,736	6,654	7,605
i=22	10,732	15,477	25,518	14,680	22,961	31,824	26,335	20,953	25,366	17,439	10,701	10,394
i=23	16,014	16,823	15,490	16,475	15,841	35,875	31,969	22,009	13,828	11,944	8,833	6,814
i=24	11,542	13,023	23,582	15,472	35,776	48,293	35,689	35,052	22,003	11,032	10,718	10,491
i=25	12,536	12,525	16,161	18,212	19,848	38,060	28,882	33,697	22,907	9,799	11,320	10,386
i=26	16,558	13,289	11,468	22,995	30,199	38,983	42,430	28,298	12,996	5,606	5,290	5,952
i=27	8,234	11,396	24,080	21,935	25,057	20,598	19,059	15,449	9,153	8,521	7,769	5,891
i=28	9,535	12,632	17,510	14,499	18,559	6,619	39,274	22,133	5,252	6,856	5,381	10,174
i=29	9,870	6,023	15,244	13,537	0,000	0,000	7,670	5,964	14,924	7,449	2,869	5,767

Çizelge 10.1. (Devam) Birinci beş yıl arka arkaya yaş olma durumu ($\times 10^6 \text{ m}^3$)

	j=1	j=2	j=3	j=4	j=5	j=6	j=7	j=8	j=9	j=10	j=11	j=12
i=30	6,709	11,742	21,330	10,484	6,822	28,818	53,853	29,223	14,698	9,039	2,679	3,087
i=31	1,654	2,530	10,276	33,331	37,884	39,330	11,813	27,799	14,804	13,713	11,042	9,392
i=32	12,863	15,609	24,554	21,628	9,750	21,029	31,572	34,039	28,235	15,175	11,715	7,511
i=33	12,457	10,038	14,053	15,863	17,704	30,863	31,489	18,663	18,578	14,023	6,968	5,620
i=34	9,635	0,000	5,368	4,286	28,626	47,063	63,289	37,685	4,250	4,989	10,950	2,935
i=35	5,457	6,442	11,706	33,550	34,646	56,215	55,587	34,431	22,776	12,510	7,813	5,980
i=36	9,022	11,294	13,517	24,293	34,900	32,769	15,249	10,136	13,089	3,021	3,540	6,073
i=37	7,024	8,124	24,744	54,475	37,944	49,379	45,828	38,531	16,708	7,069	7,583	6,959
i=38	9,976	12,852	15,222	17,037	16,148	27,544	28,523	19,138	11,445	7,981	6,848	4,968
i=39	10,541	13,024	15,194	12,615	11,386	9,953	4,846	6,626	3,498	2,235	2,548	3,197
i=40	4,916	7,087	14,507	12,956	15,635	14,284	13,977	10,852	4,390	3,380	0,859	6,841
i=41	5,900	7,066	13,300	10,433	21,314	21,531	23,322	13,503	9,151	4,268	3,826	2,970
i=42	5,506	5,717	8,379	9,271	10,914	19,133	22,796	7,392	6,991	3,083	3,228	2,297
i=43	4,877	8,338	9,254	10,365	22,959	32,548	16,005	18,448	7,326	1,255	0,636	0,943
i=44	2,512	8,452	10,494	11,160	12,187	16,092	12,479	7,548	3,860	1,834	5,182	3,822
i=45	4,398	7,888	13,128	19,540	14,312	24,787	38,052	9,983	4,644	3,238	0,645	2,516
i=46	7,410	7,958	11,700	13,330	33,638	41,696	48,110	21,180	8,244	2,980	5,064	4,631
i=47	8,193	8,220	10,686	14,260	11,297	10,420	29,516	21,801	14,508	5,542	6,521	4,994
i=48	9,187	9,186	17,504	16,828	26,920	24,260	41,370	40,680	28,362	9,672	6,435	5,583
i=49	8,124	9,688	13,335	22,145	16,901	27,855	35,743	10,113	9,542	7,598	6,311	7,197
i=50	10,169	8,942	8,516	12,181	14,687	34,228	15,921	31,205	4,792	6,758	9,673	9,333
i=51	8,596	7,180	9,367	9,479	9,537	11,919	15,518	13,810	6,035	3,285	2,344	2,061
i=52	4,091	7,561	9,544	0,000	0,000	2,990	17,930	4,452	0,000	8,687	7,095	3,960
\bar{q}_j	11,170	12,316	21,280	28,203	35,779	46,677	44,387	31,617	21,375	11,891	8,286	7,746
SD_j	9,673	8,212	18,568	29,987	44,667	57,612	44,312	30,868	25,458	12,094	7,668	6,950
COV_j	0,866	0,667	0,873	1,063	1,248	1,234	0,998	0,976	1,191	1,017	0,925	0,897
AS_j	2,252	2,083	2,454	2,503	2,726	2,810	2,665	2,627	2,852	2,320	1,948	2,078
$R_{j,j-1}$	0,952	0,915	0,902	0,937	0,962	0,977	0,955	0,956	0,958	0,953	0,933	0,916

Çizelge 10.1.a. Birinci beş yıl arka arkaya yaş olma durumu için E değerleri

	j=1	j=2	j=3	j=4	j=5	j=6	j=7	j=8	j=9	j=10	j=11	j=12
i=1	2,2405	4,5585	3,4338	3,5288	3,7304	3,1884	3,3556	3,1241	2,7184	2,3502	2,1215	4,0536
i=2	2,1909	2,8353	2,6809	3,2011	3,5913	3,0021	2,1460	2,9653	2,2629	2,0069	1,6735	2,4884
i=3	1,6692	2,3217	1,9575	1,9018	1,8164	1,3195	1,7201	1,7583	2,0972	1,9349	1,6523	1,5954
i=4	1,5530	1,6150	1,7881	1,5741	1,5356	1,3023	1,6357	1,6436	1,8250	1,6409	1,6398	1,0364
i=5	1,4100	0,8025	1,7220	1,4304	1,3559	1,2543	1,6292	1,1898	1,4974	1,5784	1,6195	0,8358
i=6	-1,3827	0,3153	-0,1508	-0,0859	0,4450	-0,1115	-0,2959	0,3243	1,1855	-2,2153	1,0614	-2,7606
i=7	0,2196	-0,5524	-0,6188	-0,5793	-0,4685	-0,5576	-0,4719	0,5197	1,3472	0,9291	-2,2036	-1,8111
i=8	0,2436	-0,6729	-0,5009	0,6711	-0,7098	1,0685	1,4026	-1,0319	-0,6723	-1,9618	-0,9951	-0,2510
i=9	-0,6764	-0,6179	0,0834	-0,2675	-0,8154	1,0172	-0,2332	-0,6700	-0,8343	-1,2810	-1,3227	-0,1564
i=10	-0,4451	-0,5519	0,2808	-0,3744	-1,6989	0,0533	-0,2961	-0,2873	-0,2341	-0,7463	0,1907	0,0760
i=11	-0,0310	0,3495	-0,1860	0,2407	-0,6737	-0,5505	-0,4656	0,3227	-0,8734	-0,3067	0,2674	0,7943
i=12	0,2759	-0,7374	-0,4461	0,3185	0,4459	-0,7906	-0,7001	-0,5686	-0,1092	-1,2109	0,9244	0,0999
i=13	-0,2162	-0,1178	1,1851	-0,2050	-0,7346	-0,5579	0,6546	-0,2584	-0,0869	-1,4277	0,5959	0,6207
i=14	-0,9251	0,6136	-1,0261	0,4573	-0,7906	-1,9291	-0,2105	1,0800	-1,0013	-0,3265	0,7239	0,4317
i=15	1,1827	0,7157	-0,4434	0,6028	1,3419	0,4555	-2,2061	0,6544	0,4593	0,5048	0,6962	0,5199
i=16	-0,5863	-0,7097	-0,1376	-1,7942	0,8164	0,4403	0,0348	0,4133	-0,6726	0,6546	-1,8962	0,0409
i=17	-0,4468	-0,0773	-0,2131	-0,7505	-0,1454	-0,0139	0,5233	-0,5732	0,6883	0,7667	0,2165	-0,3415
i=18	0,2813	-0,9541	0,0382	0,7202	-0,2123	-1,4851	0,1963	0,2702	0,2357	0,2747	-2,4596	-1,0750
i=19	1,0452	0,4035	1,6456	0,1315	0,1054	0,6446	0,3905	-0,6923	1,2757	-0,3240	0,8111	-0,2371
i=20	1,1266	0,6847	-0,6773	-1,6209	-0,8807	0,9865	-0,7551	-1,8816	-3,2362	1,2483	-0,2454	0,3007
i=21	0,6973	-0,5970	-0,0735	-1,0276	0,4113	0,0619	0,1716	0,4029	0,1685	-0,6837	0,3237	-0,0470
i=22	0,8490	0,0496	-1,1704	0,0530	-0,1794	-0,5761	-0,1510	1,0978	0,7151	0,0176	0,3488	0,6591
i=23	0,4174	-1,0032	-0,4160	-0,4454	0,2201	-0,3825	-0,2964	-0,1668	0,3541	0,1113	-0,4042	0,3940
i=24	0,1433	0,1257	-0,9949	0,7243	0,0755	-0,5263	0,6495	-0,1290	-0,1150	0,7290	0,3764	-0,3335
i=25	-0,1185	-0,4996	-0,3421	-0,3192	0,1783	-0,6114	0,8185	0,0492	-0,3376	1,0302	0,2118	0,8125
i=26	-0,5099	-1,0062	0,2750	-0,0097	-0,1232	0,1000	-0,2010	-0,6446	-0,5682	-0,1612	0,0848	-0,2899
i=27	0,2252	0,3386	-0,5936	-0,2373	-0,7083	-0,6591	-0,3127	-0,2442	0,0273	0,1973	-0,4724	0,0883
i=28	0,3364	-0,3876	-0,6760	-0,1826	-1,0683	0,8304	-0,5900	-1,0655	-0,0658	-0,2739	1,4302	-0,9876
i=29	-1,3003	0,0860	-0,5972	-1,3260	-1,1419	-0,3611	-0,6391	0,9455	-0,3684	-1,0283	0,5494	-0,6629

Çizelge 10.1.a. (Devam) Birinci beş yıl arka arkaya yaş olma durumu için E değerleri

	j=1	j=2	j=3	j=4	j=5	j=6	j=7	j=8	j=9	j=10	j=11	j=12
i=30	0,5264	0,0523	-1,1865	-0,6126	0,2265	1,0048	-0,5983	-0,5253	-0,1194	-1,2561	-0,2761	-1,3356
i=31	-0,9651	-0,0074	1,0425	-0,1610	-0,3610	-1,5755	1,0311	-0,4256	0,5813	0,5221	-0,0492	0,0573
i=32	0,5761	-0,0519	-0,6441	-1,0750	-0,1888	0,0097	0,7354	0,5815	0,2572	0,5455	-0,8031	0,4579
i=33	-0,7051	-0,4359	-0,3661	-0,3070	-0,0464	-0,2689	-0,5588	0,5350	0,4749	-0,6293	-0,3864	0,1901
i=34	-4,1015	0,3995	-0,5921	0,9532	0,2595	1,0097	-0,2769	-2,1374	-0,3068	1,4594	-2,1173	-0,2379
i=35	-0,5684	-0,2797	0,9667	-0,3541	0,4373	0,3355	-0,2310	-0,0101	0,0767	-0,2308	-0,4529	-0,0784
i=36	0,0882	-0,6140	0,2323	0,1800	-0,5321	-1,2056	-0,6025	0,4952	-0,9619	-0,3560	0,5030	-0,6589
i=37	-0,3883	0,7359	1,5435	-1,3451	0,0490	-0,0049	0,5212	-0,8956	-0,4981	0,3064	-0,0865	-0,0806
i=38	0,3262	-0,6189	-0,3614	-0,4598	-0,1315	-0,3378	-0,3952	-0,2357	-0,1471	0,0042	-0,5711	0,6197
i=39	0,2867	-0,6392	-0,6558	-0,4774	-0,6965	-1,1357	-0,4657	-0,2828	-0,6916	-0,5413	-0,2121	-0,4595
i=40	-0,3361	-0,0907	-0,5895	-0,2593	-0,6582	-0,7596	-0,4891	-0,4531	-0,5551	-1,1308	1,3323	-1,1807
i=41	-0,4819	-0,1986	-0,6821	0,1996	-0,5474	-0,4532	-0,6543	-0,1234	-0,6142	-0,4151	-0,5624	-0,2337
i=42	-0,7498	-0,5084	-0,4487	-0,3160	-0,3047	-0,4149	-1,1481	0,0324	-0,7054	-0,4484	-0,6505	-0,2247
i=43	-0,0298	-0,6984	-0,4308	0,2953	-0,1497	-1,1583	0,0675	-0,6207	-0,9947	-0,9576	-0,5267	-0,5122
i=44	0,3358	-0,5971	-0,4560	-0,3510	-0,4711	-0,8915	-0,7056	-0,3026	-0,7668	0,2253	-0,5807	-0,7740
i=45	-0,0695	-0,2989	-0,0614	-0,7029	-0,1843	0,2575	-1,5644	-0,3726	-0,5868	-1,1739	-0,0200	0,4191
i=46	-0,4834	-0,4363	-0,3869	0,7252	-0,1248	0,3334	-1,0381	-0,6953	-0,7717	0,0665	-0,2935	0,0594
i=47	-0,5323	-0,5557	-0,2605	-0,5748	-0,6744	0,1935	-0,2118	-0,0832	-0,6392	0,1835	-0,4919	0,2365
i=48	-0,4423	-0,0335	-0,5197	0,1535	-0,6193	0,4527	0,8881	0,1814	-0,5779	-0,2956	-0,2827	-0,2196
i=49	-0,1696	-0,4653	0,1000	-0,7046	-0,1434	0,0463	-1,4573	0,1282	-0,1278	-0,1008	0,2661	-0,0922
i=50	-0,6413	-0,8278	-0,2625	-0,2687	0,1904	-1,2098	1,1477	-1,6778	-0,0618	0,9139	0,2284	-1,1119
i=51	-0,8401	-0,5688	-0,4973	-0,4046	-0,5552	-0,6099	-0,3036	-0,4662	-0,6361	-0,7131	-0,5354	-0,3787
i=52	-0,1042	-0,5920	-1,3106	-0,4628	-0,4922	-0,2297	-1,1938	-1,1939	0,6899	-0,0058	-0,9508	-0,3555
E_j	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
ESD	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000

Çizelge 10.2. İkinci beş yıl arka arkaya yaş olma durumu ($\times 10^6 \text{ m}^3$)

	j=1	j=2	j=3	j=4	j=5	j=6	j=7	j=8	j=9	j=10	j=11	j=12
i=1	6,902	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	35,730	23,867	21,547	0,000	0,690	5,466
i=2	7,520	7,595	10,022	15,469	16,101	25,535	29,481	28,921	17,086	4,941	0,000	0,353
i=3	0,000	2,826	10,122	18,187	27,892	20,859	50,002	44,113	39,066	24,240	12,191	2,708
i=4	5,186	6,787	15,082	12,206	6,907	34,215	57,788	30,680	26,925	22,049	9,998	2,981
i=5	8,229	15,142	23,304	12,348	15,996	21,824	9,566	22,229	12,800	4,863	0,908	0,000
i=6	3,520	16,975	76,663	131,735	202,904	271,123	218,122	157,088	126,404	57,878	35,470	32,472
i=7	49,924	44,373	88,694	131,854	197,157	263,133	210,604	139,047	114,070	51,543	31,670	28,541
i=8	40,427	36,553	74,233	107,395	149,297	181,556	137,886	98,137	77,951	40,736	27,062	25,387
i=9	34,114	32,315	61,697	93,025	128,978	158,455	125,735	91,145	72,660	37,510	24,692	23,761
i=10	30,504	29,572	49,688	80,698	114,010	142,098	116,473	86,501	65,510	33,416	22,818	22,442
i=11	28,487	22,378	36,598	39,843	51,625	42,691	32,374	20,203	17,457	4,782	4,428	5,939
i=12	12,124	13,920	15,129	15,685	28,724	51,688	32,569	17,521	7,273	7,111	2,068	6,813
i=13	10,483	10,897	13,745	38,735	35,829	28,571	25,003	18,579	16,501	9,739	2,334	5,552
i=14	11,119	8,327	23,631	15,053	30,573	24,975	0,000	6,253	0,000	0,000	1,702	5,525
i=15	10,411	16,674	34,175	33,712	51,943	92,114	76,184	21,185	8,491	11,208	9,971	10,980
i=16	13,653	14,596	16,196	14,112	0,000	29,204	43,674	31,706	25,219	8,200	9,308	4,292
i=17	7,793	7,383	14,988	19,030	12,947	24,645	32,991	32,226	16,036	14,754	12,352	11,092
i=18	13,097	14,522	13,430	13,262	33,480	33,186	10,326	17,173	15,137	11,511	0,175	0,000
i=19	0,000	9,171	22,280	53,673	73,238	78,986	72,933	40,131	19,624	19,613	14,899	14,636
i=20	16,955	13,795	30,585	26,829	5,204	2,108	39,831	20,451	0,000	3,357	9,525	1,713
i=21	6,195	12,147	14,667	20,812	9,777	35,691	40,044	31,536	25,017	13,721	6,420	7,449
i=22	10,578	15,385	25,414	14,582	22,862	31,746	26,295	20,933	25,355	17,436	10,700	10,393
i=23	16,013	16,822	15,489	16,474	15,840	35,874	31,969	22,009	13,828	11,944	8,833	6,814
i=24	11,542	13,023	23,582	15,472	35,776	48,293	35,689	35,052	22,003	11,032	10,718	10,491
i=25	12,536	12,525	16,161	18,212	19,848	38,060	28,882	40,618	27,052	10,913	11,768	10,686
i=26	16,853	16,599	15,205	26,524	33,747	41,822	43,884	29,015	13,425	5,722	5,336	5,983
i=27	8,264	11,414	24,101	21,955	25,077	20,614	19,067	15,453	9,156	8,522	7,770	5,891
i=28	9,535	12,632	17,510	25,840	31,696	17,126	44,657	24,787	6,842	7,283	5,553	10,289
i=29	9,983	6,090	15,320	20,273	3,894	0,000	10,445	12,142	18,625	8,444	3,269	6,035

Çizelge 10.2. (Devam) İkinci beş yıl arka arkaya yaş olma durumu ($\times 10^6 \text{ m}^3$)

	j=1	j=2	j=3	j=4	j=5	j=6	j=7	j=8	j=9	j=10	j=11	j=12
i=30	6,972	11,898	21,507	32,563	29,025	46,576	62,951	33,710	17,385	9,762	2,969	3,281
i=31	0,134	1,626	2,559	26,043	30,555	0,832	0,000	18,072	8,978	12,147	10,412	8,970
i=32	12,448	15,362	17,463	14,932	3,016	15,644	28,813	32,678	27,420	14,956	11,627	7,452
i=33	12,399	10,004	14,014	15,826	17,667	30,834	31,474	18,656	18,574	14,021	6,968	5,619
i=34	9,634	5,540	18,137	16,344	40,752	56,761	47,651	29,973	0,000	3,747	10,451	2,601
i=35	5,128	6,247	11,485	33,341	34,436	56,048	55,501	34,389	22,751	12,504	7,810	5,978
i=36	9,020	11,293	13,516	24,292	34,899	32,768	15,249	10,136	13,088	3,021	3,540	6,073
i=37	7,024	8,124	24,744	54,475	37,944	49,379	45,828	38,531	16,708	7,069	7,583	6,959
i=38	9,976	12,852	15,222	17,037	16,148	27,544	28,523	19,138	11,445	7,981	6,848	4,968
i=39	10,541	13,024	15,194	12,615	11,386	9,953	4,846	6,626	3,498	2,235	2,548	3,197
i=40	4,916	7,087	14,507	12,956	15,635	14,284	13,977	10,852	4,390	3,380	0,859	6,841
i=41	5,900	7,066	13,300	10,433	21,314	21,531	23,322	13,503	9,151	4,268	3,826	2,970
i=42	5,506	5,717	8,379	9,271	10,914	19,133	22,796	7,392	6,991	3,083	3,228	2,297
i=43	4,877	8,338	9,254	10,365	22,959	32,548	16,005	18,448	7,326	1,255	0,636	0,943
i=44	2,512	8,452	10,494	11,160	12,187	16,092	12,479	7,548	3,860	1,834	5,182	3,822
i=45	4,398	7,888	13,128	19,540	14,312	24,787	38,052	9,983	4,644	3,238	0,645	2,516
i=46	7,410	7,958	11,700	13,330	33,638	41,696	48,110	21,180	8,244	2,980	5,064	4,631
i=47	8,193	8,220	10,686	14,260	11,297	10,420	29,516	21,801	14,508	5,542	6,521	4,994
i=48	9,187	9,186	17,504	16,828	26,920	24,260	41,370	40,680	28,362	9,672	6,435	5,583
i=49	8,124	9,688	13,335	22,145	24,727	34,114	38,950	11,695	10,489	7,852	6,414	7,266
i=50	10,236	8,982	8,561	12,224	14,730	34,262	39,153	42,663	11,654	8,603	10,415	9,830
i=51	9,084	7,470	9,695	9,789	9,848	12,169	15,645	13,873	6,073	3,295	2,348	2,063
i=52	4,093	7,562	19,496	6,899	5,901	10,549	15,777	3,389	0,000	8,516	7,027	7,443
\bar{q}_j	11,147	12,308	21,377	28,263	35,799	46,507	44,504	31,608	21,473	11,797	8,307	7,711
SD_j	9,549	8,168	17,928	29,233	44,218	57,122	44,200	30,477	25,657	12,252	7,731	7,023
COV_j	0,857	0,664	0,839	1,034	1,235	1,228	0,993	0,964	1,195	1,039	0,931	0,911
AS_j	2,361	2,071	2,402	2,488	2,654	2,791	2,599	2,682	2,731	2,239	1,861	2,022
$R_{j,j-1}$	0,969	0,923	0,865	0,928	0,965	0,973	0,960	0,952	0,966	0,950	0,931	0,916

Çizelge 10.2.a. İkinci beş yıl arka arkaya yaş olma durumu için E değerleri

	j=1	j=2	j=3	j=4	j=5	j=6	j=7	j=8	j=9	j=10	j=11	j=12
i=1	-4,1015	-0,5920	-0,5972	-0,1826	-0,8807	1,0097	-0,2961	0,5197	-3,2362	0,2747	0,9244	-0,3555
i=2	-0,5863	-0,5519	-0,1376	-0,3744	-0,2123	-0,2297	0,3905	-0,2584	-0,8343	-1,9618	-0,2454	-1,3356
i=3	-0,5099	-0,0519	0,0382	0,1315	-0,7906	1,0172	0,8185	1,0800	1,1855	-0,3240	-2,4596	-0,2510
i=4	-0,4468	-0,0074	-0,6760	-0,7046	0,4450	1,0685	-0,6391	0,6544	1,3472	-0,6837	-1,8962	0,5199
i=5	1,1266	-0,1178	-1,1865	-0,2050	-0,3610	-1,2098	0,6546	-0,2873	-0,6723	-1,2810	-0,9508	0,0760
i=6	2,2405	4,5585	3,4338	3,5288	3,7304	3,1884	3,3556	3,1241	2,7184	2,3502	2,1215	4,0536
i=7	2,1909	2,8353	2,6809	3,2011	3,5913	3,0021	2,1460	2,9653	2,2629	2,0069	1,6735	2,4884
i=8	1,6692	2,3217	1,9575	1,9018	1,8164	1,3195	1,7201	1,7583	2,0972	1,9349	1,6523	1,5954
i=9	1,5530	1,6150	1,7881	1,5741	1,5356	1,3023	1,6357	1,6436	1,8250	1,6409	1,6398	1,0364
i=10	1,4100	0,8025	1,7220	1,4304	1,3559	1,2543	1,6292	1,1898	1,4974	1,5784	1,6195	0,8358
i=11	-0,0310	0,3495	-0,1860	0,2407	-0,6737	-0,5505	-0,4656	0,3227	-0,8734	-0,3067	0,2674	0,7943
i=12	0,2759	-0,7374	-0,4461	0,3185	0,4459	-0,7906	-0,7001	-0,5686	-0,1092	-1,2109	1,0614	0,0999
i=13	-0,2162	-0,5524	1,1851	-0,5793	-0,7346	-0,5579	-0,2959	0,3243	-0,0869	-1,4277	0,5959	0,6207
i=14	-0,9251	0,6136	-1,0261	0,4573	-0,7098	-1,9291	-0,2105	-1,0319	-1,0013	-0,3265	0,7239	0,4317
i=15	1,1827	0,7157	-0,4434	0,6028	1,3419	0,4555	-2,2061	-0,6700	0,4593	0,5048	0,6962	-0,1564
i=16	0,2196	-0,7097	-0,6188	-1,7942	0,8164	0,4403	0,0348	0,4133	-0,6726	0,6546	-1,3227	0,0409
i=17	-0,6764	-0,0773	-0,2131	-0,7505	-0,1454	-0,0139	0,5233	-0,5732	0,6883	0,7667	0,2165	-0,3415
i=18	0,2813	-0,9541	-0,5009	0,7202	-0,4685	-1,4851	0,1963	0,2702	0,2357	-2,2153	-0,9951	-1,0750
i=19	1,0452	0,4035	1,6456	0,6711	0,1054	0,6446	-0,4719	-0,6923	1,2757	0,9291	0,8111	-0,2371
i=20	-0,4451	0,6847	-0,6773	-1,6209	-0,8154	0,9865	-0,7551	-1,8816	-0,2341	1,2483	-2,2036	0,3007
i=21	0,6973	-0,5970	-0,0735	-1,0276	0,4113	0,0619	0,1716	0,4029	0,1685	-0,7463	0,3237	-0,0470
i=22	0,8490	0,0496	-1,1704	0,0530	-0,1794	-0,5761	-0,1510	1,0978	0,7151	0,0176	0,3488	0,6591
i=23	0,4174	-1,0032	-0,4160	-0,4454	0,2201	-0,3825	-0,2964	-0,1668	0,3541	0,1113	-0,4042	0,3940
i=24	0,1433	0,1257	-0,9949	0,7243	0,0755	-0,5263	0,6495	-0,1290	-0,1150	0,7290	0,3764	-0,3335
i=25	-0,1185	-0,4996	-0,3421	-0,3192	0,1783	-0,6114	1,4026	0,0492	-0,3376	1,0302	0,2118	0,8125
i=26	0,2436	-1,0062	0,2750	-0,0097	-0,1232	0,1000	-0,2010	-0,6446	-0,5682	-0,1612	0,0848	-0,2899
i=27	0,2252	0,3386	-0,5936	-0,2373	-0,7083	-0,6591	-0,3127	-0,2442	0,0273	0,1973	-0,4724	0,0883
i=28	0,3364	-0,3876	0,0834	-0,0859	-1,0683	0,8304	-0,5900	-1,0655	-0,0658	-0,2739	1,4302	-0,9876
i=29	-1,3003	0,0860	-0,1508	-1,3260	-1,1419	-0,3611	-0,2332	0,9455	-0,3684	-1,0283	0,5494	-0,6629

Çizelge 10.2.a. (Devam) İkinci beş yıl arka arkaya yaş olma durumu için E değerleri

	j=1	j=2	j=3	j=4	j=5	j=6	j=7	j=8	j=9	j=10	j=11	j=12
i=30	0,5264	0,0523	0,2808	-0,6126	0,2265	1,0048	-0,5983	-0,5253	-0,1194	-1,2561	-0,2761	-1,8111
i=31	-0,9651	-0,6179	1,0425	-0,1610	-1,6989	-1,5755	1,0311	-0,4256	0,5813	0,5221	-0,0492	0,0573
i=32	0,5761	-0,6729	-0,6441	-1,0750	-0,1888	0,0097	0,7354	0,5815	0,2572	0,5455	-0,8031	0,4579
i=33	-0,7051	-0,4359	-0,3661	-0,3070	-0,0464	-0,2689	-0,5588	0,5350	0,4749	-0,6293	-0,3864	0,1901
i=34	-1,3827	0,3995	-0,5921	0,9532	0,2595	-0,1115	-0,2769	-2,1374	-0,3068	1,4594	-2,1173	-0,2379
i=35	-0,5684	-0,2797	0,9667	-0,3541	0,4373	0,3355	-0,2310	-0,0101	0,0767	-0,2308	-0,4529	-0,0784
i=36	0,0882	-0,6140	0,2323	0,1800	-0,5321	-1,2056	-0,6025	0,4952	-0,9619	-0,3560	0,5030	-0,6589
i=37	-0,3883	0,7359	1,5435	-1,3451	0,0490	-0,0049	0,5212	-0,8956	-0,4981	0,3064	-0,0865	-0,0806
i=38	0,3262	-0,6189	-0,3614	-0,4598	-0,1315	-0,3378	-0,3952	-0,2357	-0,1471	0,0042	-0,5711	0,6197
i=39	0,2867	-0,6392	-0,6558	-0,4774	-0,6965	-1,1357	-0,4657	-0,2828	-0,6916	-0,5413	-0,2121	-0,4595
i=40	-0,3361	-0,0907	-0,5895	-0,2593	-0,6582	-0,7596	-0,4891	-0,4531	-0,5551	-1,1308	1,3323	-1,1807
i=41	-0,4819	-0,1986	-0,6821	0,1996	-0,5474	-0,4532	-0,6543	-0,1234	-0,6142	-0,4151	-0,5624	-0,2337
i=42	-0,7498	-0,5084	-0,4487	-0,3160	-0,3047	-0,4149	-1,1481	0,0324	-0,7054	-0,4484	-0,6505	-0,2247
i=43	-0,0298	-0,6984	-0,4308	0,2953	-0,1497	-1,1583	0,0675	-0,6207	-0,9947	-0,9576	-0,5267	-0,5122
i=44	0,3358	-0,5971	-0,4560	-0,3510	-0,4711	-0,8915	-0,7056	-0,3026	-0,7668	0,2253	-0,5807	-0,7740
i=45	-0,0695	-0,2989	-0,0614	-0,7029	-0,1843	0,2575	-1,5644	-0,3726	-0,5868	-1,1739	-0,0200	0,4191
i=46	-0,4834	-0,4363	-0,3869	0,7252	-0,1248	0,3334	-1,0381	-0,6953	-0,7717	0,0665	-0,2935	0,0594
i=47	-0,5323	-0,5557	-0,2605	-0,5748	-0,6744	0,1935	-0,2118	-0,0832	-0,6392	0,1835	-0,4919	0,2365
i=48	-0,4423	-0,0335	-0,5197	0,1535	-0,6193	0,4527	0,8881	0,1814	-0,5779	-0,2956	-0,2827	-0,2196
i=49	-0,1696	-0,4653	0,1000	-0,2675	-0,1434	0,0463	-1,4573	0,1282	-0,1278	-0,1008	0,2661	-0,0922
i=50	-0,6413	-0,8278	-0,2625	-0,2687	0,1904	0,0533	1,1477	-1,6778	-0,0618	0,9139	0,2284	-1,1119
i=51	-0,8401	-0,5688	-0,4973	-0,4046	-0,5552	-0,6099	-0,3036	-0,4662	-0,6361	-0,7131	-0,5354	-0,3787
i=52	-0,1042	0,3153	-1,3106	-0,4628	-0,4922	-0,5576	-1,1938	-1,1939	0,6899	-0,0058	0,1907	-2,7606
\bar{E}_j	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
ESD	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000

Çizelge 10.3. Üçüncü beş yıl arka arkaya yaş olma durumu ($\times 10^6 \text{ m}^3$)

	j=1	j=2	j=3	j=4	j=5	j=6	j=7	j=8	j=9	j=10	j=11	j=12
i=1	19,698	0,217	1,252	0,324	4,305	0,000	39,074	2,884	0,000	0,000	0,000	3,797
i=2	5,880	6,620	22,823	27,558	28,258	35,258	34,462	31,377	18,557	5,337	0,563	1,764
i=3	0,355	3,651	11,053	19,067	28,776	21,567	50,364	44,292	39,174	24,269	12,202	2,716
i=4	8,332	8,658	17,195	14,201	8,913	35,819	28,716	16,343	18,338	19,741	9,070	2,359
i=5	7,618	14,779	22,894	11,961	15,606	21,512	9,406	22,150	12,753	4,851	4,383	2,142
i=6	5,808	3,264	14,643	19,634	25,456	20,275	28,958	20,529	17,669	10,053	0,000	5,152
i=7	0,000	5,614	7,780	6,165	3,076	8,868	14,915	11,519	14,152	3,046	8,236	0,850
i=8	0,000	5,232	6,027	6,270	25,570	20,974	51,004	51,528	23,181	15,156	2,565	0,787
i=9	3,299	4,710	6,041	15,009	17,551	11,984	0,000	2,702	0,000	4,463	0,747	0,000
i=10	1,448	4,571	6,608	18,492	31,547	1,625	22,433	17,309	15,724	8,554	4,342	5,645
i=11	10,529	21,144	81,370	136,180	207,374	274,698	219,953	157,991	126,945	58,024	35,529	32,511
i=12	49,962	44,396	88,720	131,878	197,181	263,152	210,614	139,052	114,073	51,544	31,671	28,541
i=13	40,427	36,553	74,233	107,395	149,297	181,556	137,886	98,137	77,951	40,736	27,062	25,387
i=14	34,114	32,315	61,697	93,025	128,978	158,455	125,735	91,145	72,660	37,510	24,692	23,761
i=15	30,504	29,572	49,688	80,698	114,010	142,098	116,473	86,501	65,510	33,416	22,818	22,442
i=16	28,487	23,654	26,422	26,350	1,619	39,046	48,717	34,193	26,709	8,600	9,469	10,729
i=17	14,117	10,110	18,067	21,938	15,871	26,984	34,189	32,817	16,389	14,849	12,391	11,117
i=18	13,122	14,537	13,447	38,454	58,813	75,754	32,134	27,928	21,579	13,243	7,830	9,235
i=19	8,633	15,044	28,910	59,935	78,312	83,044	75,012	38,452	18,618	19,342	6,987	9,335
i=20	11,747	17,469	34,732	30,745	9,142	8,713	43,215	22,120	0,000	0,000	7,928	8,285
i=21	12,651	15,987	19,002	24,907	13,895	38,984	41,731	32,368	25,516	13,855	11,036	10,541
i=22	13,616	17,193	27,455	16,509	24,800	33,295	27,089	21,325	25,589	17,499	10,725	10,410
i=23	16,029	16,832	15,500	16,485	15,851	35,883	31,973	22,011	13,829	11,945	8,833	6,814
i=24	11,542	13,023	23,582	15,472	35,776	48,293	35,689	35,052	22,003	11,032	10,718	10,491
i=25	12,536	12,525	16,161	18,212	19,848	38,060	28,882	18,481	13,794	7,350	10,335	9,725
i=26	15,909	14,125	12,412	23,887	31,095	39,700	42,797	28,479	13,104	5,636	5,302	5,960
i=27	8,242	11,400	24,085	21,940	25,062	20,602	19,061	15,450	9,154	8,521	7,769	5,891
i=28	9,535	12,632	17,510	9,272	20,883	8,478	40,226	22,602	5,533	6,931	5,412	10,194
i=29	9,890	6,035	15,257	19,689	3,306	0,000	10,205	12,293	18,715	8,468	3,279	6,042

Çizelge 10.3. (Devam) Üçüncü beş yıl arka arkaya yaş olma durumu ($\times 10^6 \text{ m}^3$)

	j=1	j=2	j=3	j=4	j=5	j=6	j=7	j=8	j=9	j=10	j=11	j=12
i=30	6,979	11,902	21,511	21,752	18,154	37,882	58,496	31,513	16,069	9,408	2,827	3,186
i=31	6,919	5,662	20,622	43,102	47,710	88,729	37,121	40,280	22,279	15,722	11,850	9,933
i=32	13,395	15,925	17,392	14,865	2,949	15,590	28,786	32,665	27,412	14,954	11,626	7,452
i=33	12,399	10,003	14,013	15,825	17,666	30,834	31,474	18,656	18,574	14,021	6,968	5,619
i=34	9,634	11,163	24,485	22,339	46,781	61,583	42,052	27,212	0,000	3,303	10,272	2,481
i=35	5,010	6,177	11,406	33,267	34,361	55,988	55,471	34,374	22,742	12,501	7,809	5,977
i=36	9,020	11,293	13,515	24,292	34,899	32,768	15,249	10,136	13,088	3,021	3,540	6,073
i=37	7,024	8,124	24,744	54,475	37,944	49,379	45,828	38,531	16,708	7,069	7,583	6,959
i=38	9,976	12,852	15,222	17,037	16,148	27,544	28,523	19,138	11,445	7,981	6,848	4,968
i=39	10,541	13,024	15,194	12,615	11,386	9,953	4,846	6,626	3,498	2,235	2,548	3,197
i=40	4,916	7,087	14,507	12,956	15,635	14,284	13,977	10,852	4,390	3,380	0,859	6,841
i=41	5,900	7,066	13,300	10,433	21,314	21,531	23,322	13,503	9,151	4,268	3,826	2,970
i=42	5,506	5,717	8,379	9,271	10,914	19,133	22,796	7,392	6,991	3,083	3,228	2,297
i=43	4,877	8,338	9,254	10,365	22,959	32,548	16,005	18,448	7,326	1,255	0,636	0,943
i=44	2,512	8,452	10,494	11,160	12,187	16,092	12,479	7,548	3,860	1,834	5,182	3,822
i=45	4,398	7,888	13,128	19,540	14,312	24,787	38,052	9,983	4,644	3,238	0,645	2,516
i=46	7,410	7,958	11,700	13,330	33,638	41,696	48,110	21,180	8,244	2,980	5,064	4,631
i=47	8,193	8,220	10,686	14,260	11,297	10,420	29,516	21,801	14,508	5,542	6,521	4,994
i=48	9,187	9,186	17,504	16,828	26,920	24,260	41,370	40,680	28,362	9,672	6,435	5,583
i=49	8,124	9,688	13,335	22,145	37,705	44,494	44,267	14,317	12,060	8,274	6,583	7,380
i=50	10,348	9,049	8,636	12,295	14,801	34,319	46,575	46,323	13,846	9,192	10,652	9,989
i=51	9,240	7,563	9,800	9,888	9,948	12,248	15,686	13,893	6,085	3,299	2,349	2,064
i=52	4,094	7,563	19,872	7,255	6,258	10,835	11,639	1,349	0,000	8,188	6,895	8,918
\bar{q}_j	11,147	12,149	21,217	28,095	35,501	46,376	44,472	31,604	21,510	11,892	8,320	7,720
SD_j	9,680	8,415	18,215	29,833	44,801	57,908	43,693	31,058	25,688	12,264	7,604	6,998
COV_j	0,868	0,693	0,859	1,062	1,262	1,249	0,982	0,983	1,194	1,031	0,914	0,907
AS_j	2,261	1,977	2,459	2,476	2,668	2,738	2,747	2,544	2,734	2,211	1,962	2,024
$R_{j,j-1}$	0,962	0,895	0,872	0,938	0,962	0,976	0,949	0,962	0,963	0,961	0,917	0,921

Çizelge 10.3.a. Üçüncü beş yıl arka arkaya yaş olma durumu için E değerleri

	j=1	j=2	j=3	j=4	j=5	j=6	j=7	j=8	j=9	j=10	j=11	j=12
i=1	-4,1015	-0,5920	-0,5972	-0,1826	-0,8807	1,0097	-2,2061	-0,5686	-3,2362	0,2747	0,9244	-0,3555
i=2	-0,5863	0,7157	-0,1376	-0,3744	-0,2123	-0,2297	0,3905	-0,2584	-0,8343	-1,4277	-0,2454	-1,3356
i=3	-0,5099	-0,0519	0,0382	0,1315	-0,7906	1,0172	0,8185	1,0800	1,1855	-0,3240	-2,4596	0,6207
i=4	-0,4468	-0,0074	-0,6760	-0,7046	0,4450	-0,5579	-0,6391	0,6544	1,3472	-0,6837	-1,8962	0,5199
i=5	1,1266	-0,1178	-1,1865	-0,2050	-0,3610	-1,2098	0,6546	-0,2873	-0,6723	-0,3265	-0,9508	0,0760
i=6	-1,3827	0,3153	-0,1508	-0,0859	-0,7346	-0,1115	-0,2959	0,3243	-0,0869	-2,2153	1,0614	-2,7606
i=7	0,2196	-0,5524	-0,6188	-0,5793	-0,4685	-0,5576	-0,4719	0,5197	-1,0013	0,9291	-2,2036	-1,8111
i=8	0,2436	-0,6729	-0,5009	0,6711	-0,7098	1,0685	1,4026	-1,0319	0,4593	-1,9618	-0,9951	-0,2510
i=9	-0,6764	-0,6179	0,0834	-0,2675	-0,8154	-1,9291	-0,2332	-0,6700	-0,1092	-1,2810	-1,3227	-0,1564
i=10	-0,4451	-0,5519	0,2808	0,3185	-1,6989	0,0533	-0,2961	0,3227	-0,2341	-0,7463	0,1907	0,4317
i=11	2,2405	4,5585	3,4338	3,5288	3,7304	3,1884	3,3556	3,1241	2,7184	2,3502	2,1215	4,0536
i=12	2,1909	2,8353	2,6809	3,2011	3,5913	3,0021	2,1460	2,9653	2,2629	2,0069	1,6735	2,4884
i=13	1,6692	2,3217	1,9575	1,9018	1,8164	1,3195	1,7201	1,7583	2,0972	1,9349	1,6523	1,5954
i=14	1,5530	1,6150	1,7881	1,5741	1,5356	1,3023	1,6357	1,6436	1,8250	1,6409	1,6398	1,0364
i=15	1,4100	0,8025	1,7220	1,4304	1,3559	1,2543	1,6292	1,1898	1,4974	1,5784	1,6195	0,8358
i=16	0,2759	-0,7097	-0,4461	-1,7942	0,8164	0,4403	0,0348	0,4133	-0,6726	0,6546	0,7239	0,0409
i=17	-0,9251	-0,0773	-0,2131	-0,7505	-0,1454	-0,0139	0,5233	-0,5732	0,6883	0,7667	0,2165	-0,3415
i=18	0,2813	-0,9541	1,1851	0,7202	0,4459	-1,4851	0,1963	0,2702	0,2357	-0,3067	0,5959	-1,0750
i=19	1,0452	0,4035	1,6456	0,6028	0,1054	0,6446	-0,7001	-0,6923	1,2757	-1,2109	0,8111	-0,2371
i=20	1,1827	0,6847	-0,6773	-1,6209	-0,6737	0,9865	-0,7551	-1,8816	-0,8734	1,2483	0,2674	0,3007
i=21	0,6973	-0,5970	-0,0735	-1,0276	0,4113	0,0619	0,1716	0,4029	0,1685	0,5048	0,3237	-0,0470
i=22	0,8490	0,0496	-1,1704	0,0530	-0,1794	-0,5761	-0,1510	1,0978	0,7151	0,0176	0,3488	0,6591
i=23	0,4174	-1,0032	-0,4160	-0,4454	0,2201	-0,3825	-0,2964	-0,1668	0,3541	0,1113	-0,4042	0,3940
i=24	0,1433	0,1257	-0,9949	0,7243	0,0755	-0,5263	0,6495	-0,1290	-0,1150	0,7290	0,3764	-0,3335
i=25	-0,1185	-0,4996	-0,3421	-0,3192	0,1783	-0,6114	-0,4656	0,0492	-0,3376	1,0302	0,2118	0,8125
i=26	-0,2162	-1,0062	0,2750	-0,0097	-0,1232	0,1000	-0,2010	-0,6446	-0,5682	-0,1612	0,0848	-0,2899
i=27	0,2252	0,3386	-0,5936	-0,2373	-0,7083	-0,6591	-0,3127	-0,2442	0,0273	0,1973	-0,4724	0,0883
i=28	0,3364	-0,3876	-1,0261	0,2407	-1,0683	0,8304	-0,5900	-1,0655	-0,0658	-0,2739	1,4302	-0,9876
i=29	-1,3003	0,0860	-0,1860	-1,3260	-1,1419	-0,3611	-0,2105	0,9455	-0,3684	-1,0283	0,5494	-0,6629

Çizelge 10.3.a. (Devam) Üçüncü beş yıl arka arkaya yaş olma durumu için E değerleri

	j=1	j=2	j=3	j=4	j=5	j=6	j=7	j=8	j=9	j=10	j=11	j=12
i=30	0,5264	0,0523	-0,4434	-0,6126	0,2265	1,0048	-0,5983	-0,5253	-0,1194	-1,2561	-0,2761	0,0999
i=31	-0,9651	0,6136	1,0425	-0,1610	1,3419	-1,5755	1,0311	-0,4256	0,5813	0,5221	-0,0492	0,0573
i=32	0,5761	-0,7374	-0,6441	-1,0750	-0,1888	0,0097	0,7354	0,5815	0,2572	0,5455	-0,8031	0,4579
i=33	-0,7051	-0,4359	-0,3661	-0,3070	-0,0464	-0,2689	-0,5588	0,5350	0,4749	-0,6293	-0,3864	0,1901
i=34	-0,0310	0,3995	-0,5921	0,9532	0,2595	-0,5505	-0,2769	-2,1374	-0,3068	1,4594	-2,1173	-0,2379
i=35	-0,5684	-0,2797	0,9667	-0,3541	0,4373	0,3355	-0,2310	-0,0101	0,0767	-0,2308	-0,4529	-0,0784
i=36	0,0882	-0,6140	0,2323	0,1800	-0,5321	-1,2056	-0,6025	0,4952	-0,9619	-0,3560	0,5030	-0,6589
i=37	-0,3883	0,7359	1,5435	-1,3451	0,0490	-0,0049	0,5212	-0,8956	-0,4981	0,3064	-0,0865	-0,0806
i=38	0,3262	-0,6189	-0,3614	-0,4598	-0,1315	-0,3378	-0,3952	-0,2357	-0,1471	0,0042	-0,5711	0,6197
i=39	0,2867	-0,6392	-0,6558	-0,4774	-0,6965	-1,1357	-0,4657	-0,2828	-0,6916	-0,5413	-0,2121	-0,4595
i=40	-0,3361	-0,0907	-0,5895	-0,2593	-0,6582	-0,7596	-0,4891	-0,4531	-0,5551	-1,1308	1,3323	-1,1807
i=41	-0,4819	-0,1986	-0,6821	0,1996	-0,5474	-0,4532	-0,6543	-0,1234	-0,6142	-0,4151	-0,5624	-0,2337
i=42	-0,7498	-0,5084	-0,4487	-0,3160	-0,3047	-0,4149	-1,1481	0,0324	-0,7054	-0,4484	-0,6505	-0,2247
i=43	-0,0298	-0,6984	-0,4308	0,2953	-0,1497	-1,1583	0,0675	-0,6207	-0,9947	-0,9576	-0,5267	-0,5122
i=44	0,3358	-0,5971	-0,4560	-0,3510	-0,4711	-0,8915	-0,7056	-0,3026	-0,7668	0,2253	-0,5807	-0,7740
i=45	-0,0695	-0,2989	-0,0614	-0,7029	-0,1843	0,2575	-1,5644	-0,3726	-0,5868	-1,1739	-0,0200	0,4191
i=46	-0,4834	-0,4363	-0,3869	0,7252	-0,1248	0,3334	-1,0381	-0,6953	-0,7717	0,0665	-0,2935	0,0594
i=47	-0,5323	-0,5557	-0,2605	-0,5748	-0,6744	0,1935	-0,2118	-0,0832	-0,6392	0,1835	-0,4919	0,2365
i=48	-0,4423	-0,0335	-0,5197	0,1535	-0,6193	0,4527	0,8881	0,1814	-0,5779	-0,2956	-0,2827	-0,2196
i=49	-0,1696	-0,4653	0,1000	0,4573	-0,1434	0,0463	-1,4573	0,1282	-0,1278	-0,1008	0,2661	-0,0922
i=50	-0,6413	-0,8278	-0,2625	-0,2687	0,1904	0,4555	1,1477	-1,6778	-0,0618	0,9139	0,2284	-1,1119
i=51	-0,8401	-0,5688	-0,4973	-0,4046	-0,5552	-0,6099	-0,3036	-0,4662	-0,6361	-0,7131	-0,5354	-0,3787
i=52	-0,1042	0,3495	-1,3106	-0,4628	-0,4922	-0,7906	-1,1938	-1,1939	0,6899	-0,0058	0,6962	0,7943
\bar{E}_j	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
ESD	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000

Çizelge 10.4. Dördüncü beş yıl arka arkaya yaş olma durumu ($\times 10^6 \text{ m}^3$)

	j=1	j=2	j=3	j=4	j=5	j=6	j=7	j=8	j=9	j=10	j=11	j=12
i=1	16,986	0,000	0,000	0,000	2,575	0,000	38,365	19,728	8,550	0,000	0,000	4,525
i=2	6,595	7,045	22,964	27,691	28,391	35,365	34,517	31,404	18,573	5,341	8,158	6,853
i=3	5,354	6,625	14,410	22,237	31,964	24,117	51,671	44,936	39,559	24,373	12,244	2,744
i=4	2,255	5,044	13,114	10,347	5,037	32,720	10,087	7,156	12,836	18,262	8,475	1,960
i=5	7,227	14,546	22,631	11,712	15,356	21,312	9,304	22,100	12,722	4,842	8,366	4,811
i=6	8,430	4,823	16,404	21,297	27,128	42,106	40,143	26,045	20,972	13,080	0,806	5,968
i=7	0,000	6,091	8,318	6,673	3,587	9,277	15,125	11,622	14,214	18,158	14,314	4,922
i=8	1,746	7,613	8,714	8,808	28,122	23,015	52,050	52,044	23,490	7,735	0,000	0,000
i=9	1,335	3,541	4,721	13,763	16,298	10,981	38,093	25,778	11,242	13,465	4,368	0,982
i=10	3,831	5,988	8,208	20,004	13,926	0,000	15,212	13,748	0,000	2,278	1,818	3,954
i=11	8,396	10,426	23,105	27,101	38,811	32,443	27,123	17,614	15,907	4,365	4,260	5,827
i=12	12,013	13,855	15,055	15,615	28,654	51,632	32,540	17,507	7,264	7,108	2,067	6,039
i=13	9,722	10,445	18,445	43,174	21,640	17,223	19,189	19,631	17,987	10,139	2,495	5,660
i=14	11,224	8,390	23,702	15,120	30,640	38,796	5,039	9,745	10,688	2,115	3,283	6,584
i=15	11,452	17,293	34,874	34,372	52,606	92,645	76,456	21,319	8,357	11,172	9,957	10,970
i=16	13,353	22,824	83,267	137,971	209,176	276,139	220,692	158,355	127,163	58,082	35,552	32,527
i=17	49,978	44,405	88,731	131,888	197,191	263,160	210,618	139,054	114,075	51,544	31,671	28,541
i=18	40,427	36,553	74,233	107,395	149,297	181,556	137,886	98,137	77,951	40,736	27,062	25,387
i=19	34,114	32,315	61,697	93,025	128,978	158,455	125,735	91,145	72,660	37,510	24,692	23,761
i=20	30,504	29,572	49,688	80,698	114,010	142,098	116,473	86,501	65,510	33,416	22,818	22,442
i=21	28,487	25,407	29,637	34,950	23,995	47,062	45,869	34,409	26,738	14,184	13,879	12,446
i=22	15,488	18,306	28,712	17,697	25,994	34,250	27,578	21,566	25,734	17,538	10,741	10,421
i=23	16,040	16,838	15,507	16,491	15,857	35,888	31,976	22,012	13,830	11,945	8,833	6,814
i=24	11,542	13,023	23,582	15,472	35,776	48,293	35,689	35,052	22,003	11,032	10,718	10,491
i=25	12,536	12,525	16,161	18,212	19,848	38,060	28,882	26,324	18,491	8,612	10,843	10,066
i=26	16,243	16,394	14,973	26,305	33,527	41,645	43,793	28,971	13,398	5,715	5,334	5,981
i=27	8,262	11,413	24,099	21,954	25,075	20,613	19,067	15,453	9,156	8,522	7,770	5,891
i=28	9,535	12,632	17,510	49,168	24,565	11,423	41,735	23,346	5,979	7,051	5,460	10,227
i=29	9,922	6,054	15,278	19,305	2,919	0,000	10,046	20,910	23,876	9,855	3,837	6,415

Çizelge 10.4. (Devam) Dördüncü beş yıl arka arkaya yaş olma durumu ($\times 10^6 \text{ m}^3$)

	j=1	j=2	j=3	j=4	j=5	j=6	j=7	j=8	j=9	j=10	j=11	j=12
i=30	7,346	12,121	21,758	18,492	14,876	35,260	57,153	30,851	15,672	9,301	2,784	3,157
i=31	5,302	4,700	17,232	39,900	44,490	73,335	29,234	36,390	19,950	15,096	11,598	9,764
i=32	13,229	15,827	14,903	12,515	0,585	13,699	27,817	32,187	27,126	14,877	11,595	7,431
i=33	12,378	9,991	14,000	15,813	17,653	30,823	31,469	18,653	18,572	14,021	6,968	5,619
i=34	9,634	15,640	29,539	27,113	51,581	65,422	62,230	37,163	3,937	4,905	10,916	2,913
i=35	5,434	6,429	11,691	33,536	34,632	56,204	55,582	34,428	22,775	12,510	7,813	5,980
i=36	9,022	11,294	13,517	24,293	34,900	32,769	15,249	10,136	13,089	3,021	3,540	6,073
i=37	7,024	8,124	24,744	54,475	37,944	49,379	45,828	38,531	16,708	7,069	7,583	6,959
i=38	9,976	12,852	15,222	17,037	16,148	27,544	28,523	19,138	11,445	7,981	6,848	4,968
i=39	10,541	13,024	15,194	12,615	11,386	9,953	4,846	6,626	3,498	2,235	2,548	3,197
i=40	4,916	7,087	14,507	12,956	15,635	14,284	13,977	10,852	4,390	3,380	0,859	6,841
i=41	5,900	7,066	13,300	10,433	21,314	21,531	23,322	13,503	9,151	4,268	3,826	2,970
i=42	5,506	5,717	8,379	9,271	10,914	19,133	22,796	7,392	6,991	3,083	3,228	2,297
i=43	4,877	8,338	9,254	10,365	22,959	32,548	16,005	18,448	7,326	1,255	0,636	0,943
i=44	2,512	8,452	10,494	11,160	12,187	16,092	12,479	7,548	3,860	1,834	5,182	3,822
i=45	4,398	7,888	13,128	19,540	14,312	24,787	38,052	9,983	4,644	3,238	0,645	2,516
i=46	7,410	7,958	11,700	13,330	33,638	41,696	48,110	21,180	8,244	2,980	5,064	4,631
i=47	8,193	8,220	10,686	14,260	11,297	10,420	29,516	21,801	14,508	5,542	6,521	4,994
i=48	9,187	9,186	17,504	16,828	26,920	24,260	41,370	40,680	28,362	9,672	6,435	5,583
i=49	8,124	9,688	13,335	22,145	42,413	48,260	46,196	15,268	12,630	8,428	6,645	7,421
i=50	10,388	9,073	8,664	12,320	14,827	34,340	56,344	51,141	16,732	9,967	10,964	10,198
i=51	9,446	7,685	9,938	10,018	10,079	12,353	15,740	13,920	6,101	3,303	2,351	2,065
i=52	4,095	7,564	8,256	0,000	0,000	2,011	21,395	6,160	0,000	8,962	7,206	7,643
\bar{q}_j	11,112	12,191	21,244	28,209	35,608	46,661	44,311	31,608	21,435	11,829	8,299	7,715
SD_j	9,578	8,471	18,412	29,904	44,278	57,718	44,126	30,868	25,552	12,171	7,718	6,875
COV_j	0,862	0,695	0,867	1,060	1,243	1,237	0,996	0,977	1,192	1,029	0,930	0,891
AS_j	2,364	1,987	2,445	2,470	2,778	2,771	2,692	2,632	2,816	2,287	1,895	2,182
$R_{j,j+1}$	0,957	0,910	0,880	0,939	0,955	0,982	0,951	0,957	0,961	0,952	0,928	0,908

Çizelge 10.4.a. Dördüncü beş yıl arka arkaya yaş olma durumu için E değerleri

	j=1	j=2	j=3	j=4	j=5	j=6	j=7	j=8	j=9	j=10	j=11	j=12
i=1	-4,1015	-0,5920	-0,5972	-0,1826	-0,8807	1,0097	-0,7551	-0,5732	-3,2362	0,2747	0,9244	-0,3555
i=2	-0,5863	0,6847	-0,1376	-0,3744	-0,2123	-0,2297	0,3905	-0,2584	-0,8343	0,6546	-0,2454	-1,3356
i=3	-0,5099	-0,0519	0,0382	0,1315	-0,7906	1,0172	0,8185	1,0800	1,1855	-0,3240	-2,4596	-1,0750
i=4	-0,4468	-0,0074	-0,6760	-0,7046	0,4450	-1,4851	-0,6391	0,6544	1,3472	-0,6837	-1,8962	0,5199
i=5	1,1266	-0,1178	-1,1865	-0,2050	-0,3610	-1,2098	0,6546	-0,2873	-0,6723	0,7667	-0,9508	0,0760
i=6	-1,3827	0,3153	-0,1508	-0,0859	0,1054	-0,1115	-0,2959	0,3243	0,2357	-2,2153	1,0614	-2,7606
i=7	0,2196	-0,5524	-0,6188	-0,5793	-0,4685	-0,5576	-0,4719	0,5197	1,2757	0,9291	-2,2036	-1,8111
i=8	0,2436	-0,6729	-0,5009	0,6711	-0,7098	1,0685	1,4026	-1,0319	-0,6726	-1,9618	-0,9951	-0,2510
i=9	-0,6764	-0,6179	0,0834	-0,2675	-0,8154	0,6446	-0,2332	-0,6700	0,6883	-1,2810	-1,3227	-0,1564
i=10	-0,4451	-0,5519	0,2808	-0,7505	-1,6989	0,0533	-0,2961	-1,8816	-0,2341	-0,7463	0,1907	0,3007
i=11	-0,0310	0,3495	-0,1860	0,2407	-0,6737	-0,5505	-0,4656	0,3227	-0,8734	-0,3067	0,2674	0,7943
i=12	0,2759	-0,7374	-0,4461	0,3185	0,4459	-0,7906	-0,7001	-0,5686	-0,1092	-1,2109	0,8111	0,0999
i=13	-0,2162	-0,0773	1,1851	-1,6209	-0,7346	-0,5579	0,0348	0,4133	-0,0869	-1,4277	0,5959	0,6207
i=14	-0,9251	0,6136	-1,0261	0,4573	-0,1454	-1,9291	-0,2105	0,2702	-1,0013	-0,3265	0,7239	0,4317
i=15	1,1827	0,7157	-0,4434	0,6028	1,3419	0,4555	-2,2061	-0,6923	0,4593	0,5048	0,6962	-0,2371
i=16	2,2405	4,5585	3,4338	3,5288	3,7304	3,1884	3,3556	3,1241	2,7184	2,3502	2,1215	4,0536
i=17	2,1909	2,8353	2,6809	3,2011	3,5913	3,0021	2,1460	2,9653	2,2629	2,0069	1,6735	2,4884
i=18	1,6692	2,3217	1,9575	1,9018	1,8164	1,3195	1,7201	1,7583	2,0972	1,9349	1,6523	1,5954
i=19	1,5530	1,6150	1,7881	1,5741	1,5356	1,3023	1,6357	1,6436	1,8250	1,6409	1,6398	1,0364
i=20	1,4100	0,8025	1,7220	1,4304	1,3559	1,2543	1,6292	1,1898	1,4974	1,5784	1,6195	0,8358
i=21	0,6973	-0,5970	-0,0735	-1,0276	0,4113	0,0619	0,1716	0,4029	0,1685	1,2483	0,3237	-0,0470
i=22	0,8490	0,0496	-1,1704	0,0530	-0,1794	-0,5761	-0,1510	1,0978	0,7151	0,0176	0,3488	0,6591
i=23	0,4174	-1,0032	-0,4160	-0,4454	0,2201	-0,3825	-0,2964	-0,1668	0,3541	0,1113	-0,4042	0,3940
i=24	0,1433	0,1257	-0,9949	0,7243	0,0755	-0,5263	0,6495	-0,1290	-0,1150	0,7290	0,3764	-0,3335
i=25	-0,1185	-0,4996	-0,3421	-0,3192	0,1783	-0,6114	0,1963	0,0492	-0,3376	1,0302	0,2118	0,8125
i=26	0,2813	-1,0062	0,2750	-0,0097	-0,1232	0,1000	-0,2010	-0,6446	-0,5682	-0,1612	0,0848	-0,2899
i=27	0,2252	0,3386	-0,5936	-0,2373	-0,7083	-0,6591	-0,3127	-0,2442	0,0273	0,1973	-0,4724	0,0883
i=28	0,3364	-0,3876	1,6456	-1,7942	-1,0683	0,8304	-0,5900	-1,0655	-0,0658	-0,2739	1,4302	-0,9876
i=29	-1,3003	0,0860	-0,2131	-1,3260	-1,1419	-0,3611	0,5233	0,9455	-0,3684	-1,0283	0,5494	-0,6629

Çizelge 10.4.a. (Devam) Dördüncü beş yıl arka arkaya yaş olma durumu için E değerleri

	j=1	j=2	j=3	j=4	j=5	j=6	j=7	j=8	j=9	j=10	j=11	j=12
i=30	0,5264	0,0523	-0,6773	-0,6126	0,2265	1,0048	-0,5983	-0,5253	-0,1194	-1,2561	-0,2761	-0,3415
i=31	-0,9651	0,4035	1,0425	-0,1610	0,8164	-1,5755	1,0311	-0,4256	0,5813	0,5221	-0,0492	0,0573
i=32	0,5761	-0,9541	-0,6441	-1,0750	-0,1888	0,0097	0,7354	0,5815	0,2572	0,5455	-0,8031	0,4579
i=33	-0,7051	-0,4359	-0,3661	-0,3070	-0,0464	-0,2689	-0,5588	0,5350	0,4749	-0,6293	-0,3864	0,1901
i=34	1,0452	0,3995	-0,5921	0,9532	0,2595	0,4403	-0,2769	-2,1374	-0,3068	1,4594	-2,1173	-0,2379
i=35	-0,5684	-0,2797	0,9667	-0,3541	0,4373	0,3355	-0,2310	-0,0101	0,0767	-0,2308	-0,4529	-0,0784
i=36	0,0882	-0,6140	0,2323	0,1800	-0,5321	-1,2056	-0,6025	0,4952	-0,9619	-0,3560	0,5030	-0,6589
i=37	-0,3883	0,7359	1,5435	-1,3451	0,0490	-0,0049	0,5212	-0,8956	-0,4981	0,3064	-0,0865	-0,0806
i=38	0,3262	-0,6189	-0,3614	-0,4598	-0,1315	-0,3378	-0,3952	-0,2357	-0,1471	0,0042	-0,5711	0,6197
i=39	0,2867	-0,6392	-0,6558	-0,4774	-0,6965	-1,1357	-0,4657	-0,2828	-0,6916	-0,5413	-0,2121	-0,4595
i=40	-0,3361	-0,0907	-0,5895	-0,2593	-0,6582	-0,7596	-0,4891	-0,4531	-0,5551	-1,1308	1,3323	-1,1807
i=41	-0,4819	-0,1986	-0,6821	0,1996	-0,5474	-0,4532	-0,6543	-0,1234	-0,6142	-0,4151	-0,5624	-0,2337
i=42	-0,7498	-0,5084	-0,4487	-0,3160	-0,3047	-0,4149	-1,1481	0,0324	-0,7054	-0,4484	-0,6505	-0,2247
i=43	-0,0298	-0,6984	-0,4308	0,2953	-0,1497	-1,1583	0,0675	-0,6207	-0,9947	-0,9576	-0,5267	-0,5122
i=44	0,3358	-0,5971	-0,4560	-0,3510	-0,4711	-0,8915	-0,7056	-0,3026	-0,7668	0,2253	-0,5807	-0,7740
i=45	-0,0695	-0,2989	-0,0614	-0,7029	-0,1843	0,2575	-1,5644	-0,3726	-0,5868	-1,1739	-0,0200	0,4191
i=46	-0,4834	-0,4363	-0,3869	0,7252	-0,1248	0,3334	-1,0381	-0,6953	-0,7717	0,0665	-0,2935	0,0594
i=47	-0,5323	-0,5557	-0,2605	-0,5748	-0,6744	0,1935	-0,2118	-0,0832	-0,6392	0,1835	-0,4919	0,2365
i=48	-0,4423	-0,0335	-0,5197	0,1535	-0,6193	0,4527	0,8881	0,1814	-0,5779	-0,2956	-0,2827	-0,2196
i=49	-0,1696	-0,4653	0,1000	0,7202	-0,1434	0,0463	-1,4573	0,1282	-0,1278	-0,1008	0,2661	-0,0922
i=50	-0,6413	-0,8278	-0,2625	-0,2687	0,1904	0,9865	1,1477	-1,6778	-0,0618	0,9139	0,2284	-1,1119
i=51	-0,8401	-0,5688	-0,4973	-0,4046	-0,5552	-0,6099	-0,3036	-0,4662	-0,6361	-0,7131	-0,5354	-0,3787
i=52	-0,1042	-0,7097	-1,3106	-0,4628	-0,4922	-0,0139	-1,1938	-1,1939	0,6899	-0,0058	0,2165	0,0409
\bar{E}_j	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
ESD	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000

Çizelge 10.5. Beşinci beş yıl arka arkaya yaş olma durumu ($\times 10^6$ m³)

	j=1	j=2	j=3	j=4	j=5	j=6	j=7	j=8	j=9	j=10	j=11	j=12
i=1	16,670	0,000	0,000	0,000	2,373	0,000	38,282	25,123	27,864	0,000	1,372	5,924
i=2	7,969	7,862	10,897	16,295	16,932	26,200	29,821	29,089	17,186	4,968	6,027	5,425
i=3	3,951	5,790	13,468	21,348	31,070	23,401	51,304	44,755	39,451	24,344	12,232	2,736
i=4	7,535	8,185	16,660	13,696	8,405	35,413	31,733	17,831	19,229	19,980	9,166	2,423
i=5	7,682	14,817	22,936	12,001	15,646	21,544	9,423	22,158	12,757	4,852	8,232	4,721
i=6	8,342	4,771	16,345	21,241	27,072	41,331	39,746	25,849	20,855	13,833	1,109	6,171
i=7	0,000	6,210	8,452	6,800	3,714	9,378	15,177	11,648	14,229	8,943	10,607	2,439
i=8	0,000	6,161	7,075	7,260	26,566	21,770	51,412	51,730	23,302	9,905	0,454	0,000
i=9	1,909	3,883	5,107	14,127	16,665	11,274	16,724	15,239	4,930	11,946	3,757	0,573
i=10	3,429	5,749	7,938	19,749	28,057	0,000	21,003	16,604	12,669	7,733	4,012	5,423
i=11	11,683	12,381	25,312	29,185	40,908	34,119	27,982	18,038	16,160	4,434	4,288	5,845
i=12	12,031	13,866	15,067	15,626	28,665	51,641	32,545	17,509	7,265	7,109	2,067	4,532
i=13	8,241	9,564	18,842	43,549	45,327	36,168	28,895	26,038	21,724	11,143	2,899	5,931
i=14	11,490	8,548	23,880	15,288	30,810	47,847	9,676	12,032	7,852	1,352	2,976	6,379
i=15	11,250	17,173	34,738	34,244	52,478	92,542	76,403	21,293	13,763	12,625	10,541	11,361
i=16	13,391	17,059	18,975	8,502	0,000	24,691	41,363	30,566	24,536	8,016	9,234	9,496
i=17	12,906	13,835	22,272	25,909	19,865	30,178	35,825	33,624	16,873	14,979	12,443	11,152
i=18	13,157	14,557	13,470	14,568	34,793	41,288	14,477	19,220	16,363	11,841	12,141	9,031
i=19	8,432	14,925	28,776	59,808	59,416	67,930	67,269	41,140	20,228	19,775	11,640	12,453
i=20	14,811	13,878	30,678	26,917	5,292	32,103	55,198	28,029	0,928	7,247	11,089	10,654
i=21	14,979	23,791	84,358	139,002	210,212	276,968	221,116	158,565	127,288	58,116	35,566	32,536
i=22	49,987	44,410	88,737	131,894	197,197	263,165	210,620	139,055	114,075	51,544	31,671	28,541
i=23	40,427	36,553	74,233	107,395	149,297	181,556	137,886	98,137	77,951	40,736	27,062	25,387
i=24	34,114	32,315	61,697	93,025	128,978	158,455	125,735	91,145	72,660	37,510	24,692	23,761
i=25	30,504	29,572	49,688	80,698	114,010	142,098	116,473	86,501	65,510	33,416	22,818	22,442
i=26	28,487	24,243	23,834	34,674	41,942	48,376	47,242	30,671	14,417	5,988	5,444	6,055
i=27	8,335	11,456	24,148	21,999	25,122	20,650	19,086	15,462	9,161	8,523	7,770	5,891
i=28	9,535	12,632	17,510	9,738	0,000	0,000	31,113	18,108	2,841	6,208	5,121	9,999
i=29	9,698	5,921	15,128	21,248	4,874	0,000	10,847	22,801	25,008	10,160	3,959	6,497

Çizelge 10.5. (Devam) Beşinci beş yıl arka arkaya yaş olma durumu ($\times 10^6 \text{ m}^3$)

	j=1	j=2	j=3	j=4	j=5	j=6	j=7	j=8	j=9	j=10	j=11	j=12
i=30	7,427	12,168	21,812	23,549	19,960	39,326	59,236	31,878	16,288	9,467	2,850	3,202
i=31	8,948	6,869	16,634	39,335	43,922	57,315	21,027	32,343	17,525	14,445	11,336	9,589
i=32	13,056	15,724	14,249	11,897	0,000	13,202	27,563	32,062	27,050	14,856	11,587	7,426
i=33	12,373	9,988	13,996	15,809	17,650	30,820	31,467	18,652	18,572	14,021	6,967	5,619
i=34	9,634	14,193	27,906	25,570	50,029	64,181	54,640	33,420	1,695	4,302	10,674	2,750
i=35	5,275	6,334	11,584	33,434	34,530	56,123	55,540	34,408	22,762	12,507	7,811	5,979
i=36	9,021	11,294	13,516	24,293	34,900	32,768	15,249	10,136	13,088	3,021	3,540	6,073
i=37	7,024	8,124	24,744	54,475	37,944	49,379	45,828	38,531	16,708	7,069	7,583	6,959
i=38	9,976	12,852	15,222	17,037	16,148	27,544	28,523	19,138	11,445	7,981	6,848	4,968
i=39	10,541	13,024	15,194	12,615	11,386	9,953	4,846	6,626	3,498	2,235	2,548	3,197
i=40	4,916	7,087	14,507	12,956	15,635	14,284	13,977	10,852	4,390	3,380	0,859	6,841
i=41	5,900	7,066	13,300	10,433	21,314	21,531	23,322	13,503	9,151	4,268	3,826	2,970
i=42	5,506	5,717	8,379	9,271	10,914	19,133	22,796	7,392	6,991	3,083	3,228	2,297
i=43	4,877	8,338	9,254	10,365	22,959	32,548	16,005	18,448	7,326	1,255	0,636	0,943
i=44	2,512	8,452	10,494	11,160	12,187	16,092	12,479	7,548	3,860	1,834	5,182	3,822
i=45	4,398	7,888	13,128	19,540	14,312	24,787	38,052	9,983	4,644	3,238	0,645	2,516
i=46	7,410	7,958	11,700	13,330	33,638	41,696	48,110	21,180	8,244	2,980	5,064	4,631
i=47	8,193	8,220	10,686	14,260	11,297	10,420	29,516	21,801	14,508	5,542	6,521	4,994
i=48	9,187	9,186	17,504	16,828	26,920	24,260	41,370	40,680	28,362	9,672	6,435	5,583
i=49	8,124	9,688	13,335	22,145	42,486	48,318	46,226	15,283	12,638	8,430	6,646	7,422
i=50	10,389	9,073	8,664	12,321	14,827	34,340	26,976	36,658	8,057	7,636	10,026	9,570
i=51	8,829	7,318	9,523	9,626	9,685	12,038	15,578	13,840	6,053	3,290	2,346	2,062
i=52	4,092	7,562	9,490	0,000	0,000	2,949	11,542	1,301	0,000	8,180	6,891	7,418
\bar{q}_j	11,126	12,197	21,251	28,193	35,929	46,598	44,312	31,608	21,345	11,729	8,278	7,704
SD_j	9,487	8,361	18,527	30,297	44,935	57,898	44,293	30,682	25,658	12,181	7,617	6,903
COV_j	0,853	0,686	0,872	1,075	1,251	1,242	1,000	0,971	1,202	1,038	0,920	0,896
AS_j	2,428	2,062	2,437	2,413	2,642	2,757	2,674	2,684	2,789	2,316	1,995	2,156
$R_{j,j-1}$	0,953	0,906	0,891	0,946	0,965	0,978	0,954	0,954	0,961	0,939	0,920	0,911

Çizelge 10.5.a. Beşinci beş yıl arka arkaya yaş olma durumu için E değerleri

	j=1	j=2	j=3	j=4	j=5	j=6	j=7	j=8	j=9	j=10	j=11	j=12
i=1	-4,1015	-0,5920	-0,5972	-0,1826	-0,8807	1,0097	-0,2964	1,0978	-3,2362	0,2747	0,9244	-0,3555
i=2	-0,5863	-0,4996	-0,1376	-0,3744	-0,2123	-0,2297	0,3905	-0,2584	-0,8343	0,1113	-0,2454	-1,3356
i=3	-0,5099	-0,0519	0,0382	0,1315	-0,7906	1,0172	0,8185	1,0800	1,1855	-0,3240	-2,4596	0,3940
i=4	-0,4468	-0,0074	-0,6760	-0,7046	0,4450	-0,3825	-0,6391	0,6544	1,3472	-0,6837	-1,8962	0,5199
i=5	1,1266	-0,1178	-1,1865	-0,2050	-0,3610	-1,2098	0,6546	-0,2873	-0,6723	0,7290	-0,9508	0,0760
i=6	-1,3827	0,3153	-0,1508	-0,0859	0,0755	-0,1115	-0,2959	0,3243	0,3541	-2,2153	1,0614	-2,7606
i=7	0,2196	-0,5524	-0,6188	-0,5793	-0,4685	-0,5576	-0,4719	0,5197	-0,1150	0,9291	-2,2036	-1,8111
i=8	0,2436	-0,6729	-0,5009	0,6711	-0,7098	1,0685	1,4026	-1,0319	-0,3376	-1,9618	-0,9951	-0,2510
i=9	-0,6764	-0,6179	0,0834	-0,2675	-0,8154	-0,5263	-0,2332	-0,6700	0,7151	-1,2810	-1,3227	-0,1564
i=10	-0,4451	-0,5519	0,2808	0,0530	-1,6989	0,0533	-0,2961	0,0492	-0,2341	-0,7463	0,1907	0,8125
i=11	-0,0310	0,3495	-0,1860	0,2407	-0,6737	-0,5505	-0,4656	0,3227	-0,8734	-0,3067	0,2674	0,7943
i=12	0,2759	-0,7374	-0,4461	0,3185	0,4459	-0,7906	-0,7001	-0,5686	-0,1092	-1,2109	0,3237	0,0999
i=13	-0,2162	0,0496	1,1851	-0,3192	-0,7346	-0,5579	0,1716	0,4029	-0,0869	-1,4277	0,5959	0,6207
i=14	-0,9251	0,6136	-1,0261	0,4573	0,2201	-1,9291	-0,2105	-0,1668	-1,0013	-0,3265	0,7239	0,4317
i=15	1,1827	0,7157	-0,4434	0,6028	1,3419	0,4555	-2,2061	-0,1290	0,4593	0,5048	0,6962	-0,3335
i=16	0,8490	-0,7097	-1,1704	-1,7942	0,8164	0,4403	0,0348	0,4133	-0,6726	0,6546	0,3764	0,0409
i=17	0,1433	-0,0773	-0,2131	-0,7505	-0,1454	-0,0139	0,5233	-0,5732	0,6883	0,7667	0,2165	-0,3415
i=18	0,2813	-0,9541	-0,4160	0,7202	-0,1794	-1,4851	0,1963	0,2702	0,2357	1,0302	-0,4042	-1,0750
i=19	1,0452	0,4035	1,6456	-0,4454	0,1054	0,6446	-0,1510	-0,6923	1,2757	0,0176	0,8111	-0,2371
i=20	-0,1185	0,6847	-0,6773	-1,6209	0,4113	0,9865	-0,7551	-1,8816	0,1685	1,2483	0,3488	0,3007
i=21	2,2405	4,5585	3,4338	3,5288	3,7304	3,1884	3,3556	3,1241	2,7184	2,3502	2,1215	4,0536
i=22	2,1909	2,8353	2,6809	3,2011	3,5913	3,0021	2,1460	2,9653	2,2629	2,0069	1,6735	2,4884
i=23	1,6692	2,3217	1,9575	1,9018	1,8164	1,3195	1,7201	1,7583	2,0972	1,9349	1,6523	1,5954
i=24	1,5530	1,6150	1,7881	1,5741	1,5356	1,3023	1,6357	1,6436	1,8250	1,6409	1,6398	1,0364
i=25	1,4100	0,8025	1,7220	1,4304	1,3559	1,2543	1,6292	1,1898	1,4974	1,5784	1,6195	0,8358
i=26	0,4174	-1,0062	0,2750	-0,0097	-0,1232	0,1000	-0,2010	-0,6446	-0,5682	-0,1612	0,0848	-0,2899
i=27	0,2252	0,3386	-0,5936	-0,2373	-0,7083	-0,6591	-0,3127	-0,2442	0,0273	0,1973	-0,4724	0,0883
i=28	0,3364	-0,3876	-0,9949	-1,0276	-1,0683	0,8304	-0,5900	-1,0655	-0,0658	-0,2739	1,4302	-0,9876
i=29	-1,3003	0,0860	-0,0735	-1,3260	-1,1419	-0,3611	0,6495	0,9455	-0,3684	-1,0283	0,5494	-0,6629

Çizelge 10.5.a. (Devam) Beşinci beş yıl arka arkaya yaş olma durumu için E değerleri

	j=1	j=2	j=3	j=4	j=5	j=6	j=7	j=8	j=9	j=10	j=11	j=12
i=30	0,5264	0,0523	-0,3421	-0,6126	0,2265	1,0048	-0,5983	-0,5253	-0,1194	-1,2561	-0,2761	0,6591
i=31	-0,9651	0,1257	1,0425	-0,1610	0,1783	-1,5755	1,0311	-0,4256	0,5813	0,5221	-0,0492	0,0573
i=32	0,5761	-1,0032	-0,6441	-1,0750	-0,1888	0,0097	0,7354	0,5815	0,2572	0,5455	-0,8031	0,4579
i=33	-0,7051	-0,4359	-0,3661	-0,3070	-0,0464	-0,2689	-0,5588	0,5350	0,4749	-0,6293	-0,3864	0,1901
i=34	0,6973	0,3995	-0,5921	0,9532	0,2595	0,0619	-0,2769	-2,1374	-0,3068	1,4594	-2,1173	-0,2379
i=35	-0,5684	-0,2797	0,9667	-0,3541	0,4373	0,3355	-0,2310	-0,0101	0,0767	-0,2308	-0,4529	-0,0784
i=36	0,0882	-0,6140	0,2323	0,1800	-0,5321	-1,2056	-0,6025	0,4952	-0,9619	-0,3560	0,5030	-0,6589
i=37	-0,3883	0,7359	1,5435	-1,3451	0,0490	-0,0049	0,5212	-0,8956	-0,4981	0,3064	-0,0865	-0,0806
i=38	0,3262	-0,6189	-0,3614	-0,4598	-0,1315	-0,3378	-0,3952	-0,2357	-0,1471	0,0042	-0,5711	0,6197
i=39	0,2867	-0,6392	-0,6558	-0,4774	-0,6965	-1,1357	-0,4657	-0,2828	-0,6916	-0,5413	-0,2121	-0,4595
i=40	-0,3361	-0,0907	-0,5895	-0,2593	-0,6582	-0,7596	-0,4891	-0,4531	-0,5551	-1,1308	1,3323	-1,1807
i=41	-0,4819	-0,1986	-0,6821	0,1996	-0,5474	-0,4532	-0,6543	-0,1234	-0,6142	-0,4151	-0,5624	-0,2337
i=42	-0,7498	-0,5084	-0,4487	-0,3160	-0,3047	-0,4149	-1,1481	0,0324	-0,7054	-0,4484	-0,6505	-0,2247
i=43	-0,0298	-0,6984	-0,4308	0,2953	-0,1497	-1,1583	0,0675	-0,6207	-0,9947	-0,9576	-0,5267	-0,5122
i=44	0,3358	-0,5971	-0,4560	-0,3510	-0,4711	-0,8915	-0,7056	-0,3026	-0,7668	0,2253	-0,5807	-0,7740
i=45	-0,0695	-0,2989	-0,0614	-0,7029	-0,1843	0,2575	-1,5644	-0,3726	-0,5868	-1,1739	-0,0200	0,4191
i=46	-0,4834	-0,4363	-0,3869	0,7252	-0,1248	0,3334	-1,0381	-0,6953	-0,7717	0,0665	-0,2935	0,0594
i=47	-0,5323	-0,5557	-0,2605	-0,5748	-0,6744	0,1935	-0,2118	-0,0832	-0,6392	0,1835	-0,4919	0,2365
i=48	-0,4423	-0,0335	-0,5197	0,1535	-0,6193	0,4527	0,8881	0,1814	-0,5779	-0,2956	-0,2827	-0,2196
i=49	-0,1696	-0,4653	0,1000	0,7243	-0,1434	0,0463	-1,4573	0,1282	-0,1278	-0,1008	0,2661	-0,0922
i=50	-0,6413	-0,8278	-0,2625	-0,2687	0,1904	-0,6114	1,1477	-1,6778	-0,0618	0,9139	0,2284	-1,1119
i=51	-0,8401	-0,5688	-0,4973	-0,4046	-0,5552	-0,6099	-0,3036	-0,4662	-0,6361	-0,7131	-0,5354	-0,3787
i=52	-0,1042	-0,5970	-1,3106	-0,4628	-0,4922	-0,5761	-1,1938	-1,1939	0,6899	-0,0058	0,2118	-0,0470
\bar{E}_i	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
ESD	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000

Çizelge 10.6. Altıncı beş yıl arka arkaya yaş olma durumu ($\times 10^6 \text{ m}^3$)

	j=1	j=2	j=3	j=4	j=5	j=6	j=7	j=8	j=9	j=10	j=11	j=12
i=1	15,796	0,000	0,000	0,000	1,816	0,000	38,054	21,432	12,736	0,000	0,000	4,828
i=2	6,893	7,222	16,228	21,329	21,994	30,248	31,895	30,112	17,799	5,133	4,689	4,528
i=3	3,070	5,266	12,877	20,789	30,508	22,952	51,074	44,642	39,383	24,325	12,225	2,731
i=4	2,557	5,223	13,317	10,539	5,230	32,874	52,725	28,184	25,430	21,647	9,836	2,873
i=5	8,123	15,079	23,233	12,281	15,928	21,769	9,538	22,215	12,791	4,861	1,828	0,431
i=6	4,126	2,263	13,513	18,568	24,383	9,481	23,429	17,802	16,036	9,754	0,000	5,072
i=7	0,000	5,567	7,727	6,115	3,025	8,828	14,895	11,508	14,146	7,240	9,922	1,980
i=8	0,000	5,893	6,773	6,974	26,279	21,540	51,294	51,672	23,267	11,343	1,032	0,000
i=9	2,290	4,109	5,363	14,369	16,907	11,469	19,859	16,785	5,856	7,635	2,023	0,000
i=10	2,288	5,070	7,172	19,025	22,130	0,000	18,574	15,406	6,422	6,054	3,337	4,971
i=11	8,631	10,566	23,263	27,250	38,961	32,563	27,185	17,644	15,925	4,370	4,262	5,828
i=12	12,015	13,856	15,056	15,616	28,655	51,633	32,541	17,507	7,264	7,108	2,067	3,793
i=13	7,515	9,132	21,524	46,082	42,620	34,003	27,786	21,076	8,670	7,635	1,488	4,985
i=14	10,561	7,995	23,256	14,699	30,218	15,944	0,000	3,971	0,000	0,000	1,519	5,402
i=15	10,291	16,603	34,094	33,635	51,866	92,053	76,152	21,170	24,031	15,385	11,651	12,105
i=16	12,936	14,193	15,740	14,059	0,000	29,161	43,652	31,695	25,213	8,198	9,307	10,080
i=17	13,480	8,170	15,877	19,870	13,792	25,321	33,337	32,396	16,138	14,781	12,363	11,099
i=18	13,104	14,526	13,435	24,853	45,136	36,657	12,104	18,050	15,662	11,652	7,722	11,742
i=19	11,096	16,509	30,565	61,497	68,916	75,528	71,162	41,144	20,230	19,776	12,296	12,892
i=20	15,242	16,818	33,997	30,051	8,444	21,584	49,809	25,372	0,000	1,935	8,953	6,683
i=21	11,078	15,051	17,946	23,909	12,892	38,181	41,320	32,165	25,394	13,823	4,602	6,230
i=22	9,381	14,673	24,611	13,823	22,099	31,135	25,982	20,779	25,262	17,411	10,690	10,387
i=23	16,006	16,819	15,485	16,470	15,836	35,871	31,967	22,008	13,827	11,944	8,833	6,814
i=24	11,542	13,023	23,582	15,472	35,776	48,293	35,689	35,052	22,003	11,032	10,718	10,491
i=25	12,536	12,525	16,161	18,212	19,848	38,060	28,882	17,008	12,911	7,113	10,240	9,662
i=26	15,846	24,307	84,941	139,553	210,766	277,410	221,343	158,677	127,355	58,134	35,573	32,541
i=27	49,992	44,413	88,740	131,897	197,200	263,167	210,621	139,055	114,076	51,544	31,671	28,541
i=28	40,428	36,553	74,233	107,395	149,297	181,556	137,886	98,137	77,951	40,736	27,062	25,387
i=29	34,114	32,315	61,697	93,025	128,978	158,455	125,735	91,145	72,660	37,510	24,692	23,761

Çizelge 10.6. (Devam) Altıncı beş yıl arka arkaya yaş olma durumu ($\times 10^6 \text{ m}^3$)

	j=1	j=2	j=3	j=4	j=5	j=6	j=7	j=8	j=9	j=10	j=11	j=12
i=30	30,504	29,572	49,688	80,698	114,010	142,098	116,473	86,501	65,510	33,416	22,818	22,442
i=31	28,487	18,492	29,321	51,317	55,970	68,128	26,566	35,075	19,162	14,885	11,513	9,707
i=32	13,173	15,793	21,079	18,347	6,450	18,390	30,220	33,372	27,835	15,067	11,672	7,483
i=33	12,429	10,021	14,033	15,845	17,686	30,849	31,482	18,659	18,576	14,022	6,968	5,620
i=34	9,635	12,691	26,211	23,969	48,420	62,894	54,679	33,439	1,707	4,305	10,675	2,751
i=35	5,276	6,335	11,585	33,435	34,530	56,123	55,540	34,408	22,762	12,507	7,811	5,979
i=36	9,021	11,294	13,516	24,293	34,900	32,768	15,249	10,136	13,088	3,021	3,540	6,073
i=37	7,024	8,124	24,744	54,475	37,944	49,379	45,828	38,531	16,708	7,069	7,583	6,959
i=38	9,976	12,852	15,222	17,037	16,148	27,544	28,523	19,138	11,445	7,981	6,848	4,968
i=39	10,541	13,024	15,194	12,615	11,386	9,953	4,846	6,626	3,498	2,235	2,548	3,197
i=40	4,916	7,087	14,507	12,956	15,635	14,284	13,977	10,852	4,390	3,380	0,859	6,841
i=41	5,900	7,066	13,300	10,433	21,314	21,531	23,322	13,503	9,151	4,268	3,826	2,970
i=42	5,506	5,717	8,379	9,271	10,914	19,133	22,796	7,392	6,991	3,083	3,228	2,297
i=43	4,877	8,338	9,254	10,365	22,959	32,548	16,005	18,448	7,326	1,255	0,636	0,943
i=44	2,512	8,452	10,494	11,160	12,187	16,092	12,479	7,548	3,860	1,834	5,182	3,822
i=45	4,398	7,888	13,128	19,540	14,312	24,787	38,052	9,983	4,644	3,238	0,645	2,516
i=46	7,410	7,958	11,700	13,330	33,638	41,696	48,110	21,180	8,244	2,980	5,064	4,631
i=47	8,193	8,220	10,686	14,260	11,297	10,420	29,516	21,801	14,508	5,542	6,521	4,994
i=48	9,187	9,186	17,504	16,828	26,920	24,260	41,370	40,680	28,362	9,672	6,435	5,583
i=49	8,124	9,688	13,335	22,145	5,776	18,957	31,184	7,865	8,195	7,236	6,166	7,100
i=50	10,073	8,885	8,452	12,120	14,626	34,179	56,599	51,267	16,807	9,988	10,972	10,203
i=51	9,451	7,688	9,942	10,021	10,082	12,356	15,741	13,920	6,101	3,303	2,351	2,065
i=52	4,095	7,564	5,004	0,000	0,000	0,000	8,272	0,000	0,000	7,920	6,787	5,840
\bar{q}_j	11,185	12,225	21,282	28,304	35,896	46,425	44,448	31,618	21,487	11,852	8,293	7,708
SD_j	9,626	8,366	18,715	30,460	45,046	57,864	44,291	31,077	25,719	12,326	7,741	7,041
COV_j	0,861	0,684	0,879	1,076	1,255	1,246	0,996	0,983	1,197	1,040	0,933	0,913
AS_j	2,282	1,981	2,376	2,395	2,651	2,790	2,668	2,573	2,749	2,198	1,856	2,012
$R_{j,j-1}$	0,958	0,906	0,902	0,949	0,963	0,975	0,956	0,959	0,961	0,960	0,926	0,919

Çizelge 10.6.a. Altıncı beş yıl arka arkaya yaş olma durumu için E değerleri

	j=1	j=2	j=3	j=4	j=5	j=6	j=7	j=8	j=9	j=10	j=11	j=12
i=1	-4,1015	-0,5920	-0,5972	-0,1826	-0,8807	1,0097	-0,5983	-0,2442	-3,2362	0,2747	0,9244	-0,3555
i=2	-0,5863	0,0523	-0,1376	-0,3744	-0,2123	-0,2297	0,3905	-0,2584	-0,8343	-0,2739	-0,2454	-1,3356
i=3	-0,5099	-0,0519	0,0382	0,1315	-0,7906	1,0172	0,8185	1,0800	1,1855	-0,3240	-2,4596	-0,9876
i=4	-0,4468	-0,0074	-0,6760	-0,7046	0,4450	0,8304	-0,6391	0,6544	1,3472	-0,6837	-1,8962	0,5199
i=5	1,1266	-0,1178	-1,1865	-0,2050	-0,3610	-1,2098	0,6546	-0,2873	-0,6723	-1,0283	-0,9508	0,0760
i=6	-1,3827	0,3153	-0,1508	-0,0859	-1,1419	-0,1115	-0,2959	0,3243	-0,0658	-2,2153	1,0614	-2,7606
i=7	0,2196	-0,5524	-0,6188	-0,5793	-0,4685	-0,5576	-0,4719	0,5197	-0,3684	0,9291	-2,2036	-1,8111
i=8	0,2436	-0,6729	-0,5009	0,6711	-0,7098	1,0685	1,4026	-1,0319	-0,1194	-1,9618	-0,9951	-0,2510
i=9	-0,6764	-0,6179	0,0834	-0,2675	-0,8154	-0,3611	-0,2332	-0,6700	0,0273	-1,2810	-1,3227	-0,1564
i=10	-0,4451	-0,5519	0,2808	-0,2373	-1,6989	0,0533	-0,2961	-0,5253	-0,2341	-0,7463	0,1907	0,0883
i=11	-0,0310	0,3495	-0,1860	0,2407	-0,6737	-0,5505	-0,4656	0,3227	-0,8734	-0,3067	0,2674	0,7943
i=12	0,2759	-0,7374	-0,4461	0,3185	0,4459	-0,7906	-0,7001	-0,5686	-0,1092	-1,2109	0,0848	0,0999
i=13	-0,2162	0,3386	1,1851	-0,6126	-0,7346	-0,5579	-0,2010	-0,6446	-0,0869	-1,4277	0,5959	0,6207
i=14	-0,9251	0,6136	-1,0261	0,4573	-1,0683	-1,9291	-0,2105	-1,0655	-1,0013	-0,3265	0,7239	0,4317
i=15	1,1827	0,7157	-0,4434	0,6028	1,3419	0,4555	-2,2061	0,9455	0,4593	0,5048	0,6962	-0,6629
i=16	0,2252	-0,7097	-0,5936	-1,7942	0,8164	0,4403	0,0348	0,4133	-0,6726	0,6546	0,5494	0,0409
i=17	-1,3003	-0,0773	-0,2131	-0,7505	-0,1454	-0,0139	0,5233	-0,5732	0,6883	0,7667	0,2165	-0,3415
i=18	0,2813	-0,9541	0,2750	0,7202	-0,7083	-1,4851	0,1963	0,2702	0,2357	-0,1612	1,4302	-1,0750
i=19	1,0452	0,4035	1,6456	-0,0097	0,1054	0,6446	-0,3127	-0,6923	1,2757	0,1973	0,8111	-0,2371
i=20	0,5264	0,6847	-0,6773	-1,6209	-0,1232	0,9865	-0,7551	-1,8816	-0,5682	1,2483	-0,4724	0,3007
i=21	0,6973	-0,5970	-0,0735	-1,0276	0,4113	0,0619	0,1716	0,4029	0,1685	-1,2561	0,3237	-0,0470
i=22	0,8490	0,0496	-1,1704	0,0530	-0,1794	-0,5761	-0,1510	1,0978	0,7151	0,0176	0,3488	0,6591
i=23	0,4174	-1,0032	-0,4160	-0,4454	0,2201	-0,3825	-0,2964	-0,1668	0,3541	0,1113	-0,4042	0,3940
i=24	0,1433	0,1257	-0,9949	0,7243	0,0755	-0,5263	0,6495	-0,1290	-0,1150	0,7290	0,3764	-0,3335
i=25	-0,1185	-0,4996	-0,3421	-0,3192	0,1783	-0,6114	-0,5900	0,0492	-0,3376	1,0302	0,2118	0,8125
i=26	2,2405	4,5585	3,4338	3,5288	3,7304	3,1884	3,3556	3,1241	2,7184	2,3502	2,1215	4,0536
i=27	2,1909	2,8353	2,6809	3,2011	3,5913	3,0021	2,1460	2,9653	2,2629	2,0069	1,6735	2,4884
i=28	1,6692	2,3217	1,9575	1,9018	1,8164	1,3195	1,7201	1,7583	2,0972	1,9349	1,6523	1,5954
i=29	1,5530	1,6150	1,7881	1,5741	1,5356	1,3023	1,6357	1,6436	1,8250	1,6409	1,6398	1,0364

Çizelge 10.6.a. (Devam) Altıncı beş yıl arka arkaya yaş olma durumu için E değerleri

	j=1	j=2	j=3	j=4	j=5	j=6	j=7	j=8	j=9	j=10	j=11	j=12
i=30	1,4100	0,8025	1,7220	1,4304	1,3559	1,2543	1,6292	1,1898	1,4974	1,5784	1,6195	0,8358
i=31	-0,9651	0,0860	1,0425	-0,1610	0,2265	-1,5755	1,0311	-0,4256	0,5813	0,5221	-0,0492	0,0573
i=32	0,5761	-0,3876	-0,6441	-1,0750	-0,1888	0,0097	0,7354	0,5815	0,2572	0,5455	-0,8031	0,4579
i=33	-0,7051	-0,4359	-0,3661	-0,3070	-0,0464	-0,2689	-0,5588	0,5350	0,4749	-0,6293	-0,3864	0,1901
i=34	0,3364	0,3995	-0,5921	0,9532	0,2595	0,1000	-0,2769	-2,1374	-0,3068	1,4594	-2,1173	-0,2379
i=35	-0,5684	-0,2797	0,9667	-0,3541	0,4373	0,3355	-0,2310	-0,0101	0,0767	-0,2308	-0,4529	-0,0784
i=36	0,0882	-0,6140	0,2323	0,1800	-0,5321	-1,2056	-0,6025	0,4952	-0,9619	-0,3560	0,5030	-0,6589
i=37	-0,3883	0,7359	1,5435	-1,3451	0,0490	-0,0049	0,5212	-0,8956	-0,4981	0,3064	-0,0865	-0,0806
i=38	0,3262	-0,6189	-0,3614	-0,4598	-0,1315	-0,3378	-0,3952	-0,2357	-0,1471	0,0042	-0,5711	0,6197
i=39	0,2867	-0,6392	-0,6558	-0,4774	-0,6965	-1,1357	-0,4657	-0,2828	-0,6916	-0,5413	-0,2121	-0,4595
i=40	-0,3361	-0,0907	-0,5895	-0,2593	-0,6582	-0,7596	-0,4891	-0,4531	-0,5551	-1,1308	1,3323	-1,1807
i=41	-0,4819	-0,1986	-0,6821	0,1996	-0,5474	-0,4532	-0,6543	-0,1234	-0,6142	-0,4151	-0,5624	-0,2337
i=42	-0,7498	-0,5084	-0,4487	-0,3160	-0,3047	-0,4149	-1,1481	0,0324	-0,7054	-0,4484	-0,6505	-0,2247
i=43	-0,0298	-0,6984	-0,4308	0,2953	-0,1497	-1,1583	0,0675	-0,6207	-0,9947	-0,9576	-0,5267	-0,5122
i=44	0,3358	-0,5971	-0,4560	-0,3510	-0,4711	-0,8915	-0,7056	-0,3026	-0,7668	0,2253	-0,5807	-0,7740
i=45	-0,0695	-0,2989	-0,0614	-0,7029	-0,1843	0,2575	-1,5644	-0,3726	-0,5868	-1,1739	-0,0200	0,4191
i=46	-0,4834	-0,4363	-0,3869	0,7252	-0,1248	0,3334	-1,0381	-0,6953	-0,7717	0,0665	-0,2935	0,0594
i=47	-0,5323	-0,5557	-0,2605	-0,5748	-0,6744	0,1935	-0,2118	-0,0832	-0,6392	0,1835	-0,4919	0,2365
i=48	-0,4423	-0,0335	-0,5197	0,1535	-0,6193	0,4527	0,8881	0,1814	-0,5779	-0,2956	-0,2827	-0,2196
i=49	-0,1696	-0,4653	0,1000	-1,3260	-0,1434	0,0463	-1,4573	0,1282	-0,1278	-0,1008	0,2661	-0,0922
i=50	-0,6413	-0,8278	-0,2625	-0,2687	0,1904	1,0048	1,1477	-1,6778	-0,0618	0,9139	0,2284	-1,1119
i=51	-0,8401	-0,5688	-0,4973	-0,4046	-0,5552	-0,6099	-0,3036	-0,4662	-0,6361	-0,7131	-0,5354	-0,3787
i=52	-0,1042	-1,0062	-1,3106	-0,4628	-0,4922	-0,6591	-1,1938	-1,1939	0,6899	-0,0058	-0,2761	-0,2899
\bar{E}_j	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
ESD	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000

Çizelge 10.7. Yedinci beş yıl arka arkaya yaş olma durumu ($\times 10^6 \text{ m}^3$)

	j=1	j=2	j=3	j=4	j=5	j=6	j=7	j=8	j=9	j=10	j=11	j=12
i=1	17,045	0,000	0,000	0,000	2,613	0,000	38,381	25,945	23,387	0,000	0,888	5,599
i=2	7,651	7,673	13,095	18,371	19,019	27,869	30,676	29,511	17,439	5,036	3,354	3,634
i=3	2,192	4,744	12,287	20,232	29,948	22,504	50,844	44,528	39,315	24,307	12,218	2,726
i=4	6,792	7,742	16,160	13,225	7,931	35,034	33,626	18,764	19,789	20,131	9,226	2,464
i=5	7,721	14,840	22,963	12,026	15,672	21,565	9,433	22,163	12,760	4,853	10,896	6,506
i=6	10,095	5,814	17,522	22,353	28,190	46,714	42,503	27,209	21,670	14,853	1,519	6,446
i=7	0,000	6,370	8,634	6,971	3,887	9,516	15,248	11,682	14,250	7,677	10,098	2,098
i=8	0,000	5,962	6,850	7,048	26,352	21,599	51,325	51,686	23,276	12,645	1,555	0,111
i=9	2,635	4,314	5,594	14,587	17,127	11,644	0,000	5,822	0,000	7,395	1,926	0,000
i=10	2,224	5,032	7,129	18,984	7,091	0,000	12,412	12,367	9,562	6,898	3,676	5,198
i=11	8,254	10,342	23,010	27,011	38,721	32,371	27,086	17,596	15,896	4,362	4,259	5,826
i=12	12,013	13,854	15,054	15,614	28,653	51,632	32,540	17,507	7,264	7,108	2,067	3,378
i=13	7,108	8,890	12,756	37,802	38,921	31,045	26,270	34,929	19,074	10,431	2,612	5,739
i=14	11,302	8,436	23,754	15,169	30,690	41,250	6,296	10,365	13,608	2,900	3,599	6,796
i=15	11,660	17,417	35,013	34,504	52,739	92,751	76,510	21,346	0,000	7,437	8,455	9,964
i=16	12,362	15,311	17,002	14,497	0,000	29,513	43,833	31,784	25,266	8,212	9,313	1,838
i=17	5,382	4,748	12,013	16,221	10,122	22,386	31,833	31,655	15,694	14,662	12,315	11,067
i=18	13,073	14,507	13,414	15,260	35,489	41,616	14,645	19,303	16,413	11,854	10,294	7,848
i=19	7,270	14,233	27,995	59,071	61,153	69,320	67,981	51,995	26,729	21,522	14,268	14,214
i=20	16,540	13,036	29,727	26,019	4,389	32,016	55,153	28,007	0,915	9,980	12,188	7,829
i=21	12,203	15,721	18,702	24,623	13,609	38,755	41,614	32,310	25,481	13,846	8,350	8,742
i=22	11,848	16,141	26,267	15,388	23,673	32,394	26,627	21,097	25,453	17,463	10,710	10,400
i=23	16,020	16,827	15,494	16,479	15,845	35,878	31,971	22,010	13,828	11,944	8,833	6,814
i=24	11,542	13,023	23,582	15,472	35,776	48,293	35,689	35,052	22,003	11,032	10,718	10,491
i=25	12,536	12,525	16,161	18,212	19,848	38,060	28,882	17,377	13,133	7,172	10,264	9,678
i=26	15,862	12,064	10,084	21,688	28,884	37,932	41,891	28,033	12,837	5,564	5,273	5,941
i=27	8,222	11,389	24,073	21,928	25,050	20,592	19,057	15,447	9,152	8,521	7,769	5,890
i=28	9,534	12,632	17,510	15,752	20,207	7,937	39,949	22,466	5,451	6,909	5,403	10,189
i=29	9,884	6,031	15,253	38,031	21,751	7,376	17,762	15,233	20,476	8,941	3,469	6,169

Çizelge 10.7. (Devam) Yedinci beş yıl arka arkaya yaş olma durumu ($\times 10^6 \text{ m}^3$)

	j=1	j=2	j=3	j=4	j=5	j=6	j=7	j=8	j=9	j=10	j=11	j=12
i=30	7,104	11,977	21,595	42,889	39,408	54,881	67,205	35,808	18,642	10,100	3,105	3,372
i=31	8,391	19,872	79,934	134,824	206,011	273,607	219,395	157,716	126,780	57,979	35,511	32,499
i=32	49,951	44,389	88,712	131,871	197,174	263,146	210,611	139,050	114,072	51,543	31,671	28,541
i=33	40,427	36,553	74,233	107,395	149,297	181,556	137,886	98,137	77,951	40,736	27,062	25,387
i=34	34,114	32,315	61,697	93,025	128,978	158,455	125,735	91,145	72,660	37,510	24,692	23,761
i=35	30,504	29,572	49,688	80,698	114,010	142,098	116,473	86,501	65,510	33,416	22,818	22,442
i=36	28,487	22,873	26,589	36,639	47,315	42,698	20,336	12,645	14,591	3,425	3,702	6,182
i=37	7,131	8,188	24,816	54,543	38,012	49,434	45,856	38,545	16,716	7,071	7,584	6,960
i=38	9,977	12,852	15,222	17,037	16,148	27,544	28,523	19,138	11,445	7,981	6,848	4,968
i=39	10,541	13,024	15,194	12,615	11,386	9,953	4,846	6,626	3,498	2,235	2,548	3,197
i=40	4,916	7,087	14,507	12,956	15,635	14,284	13,977	10,852	4,390	3,380	0,859	6,841
i=41	5,900	7,066	13,300	10,433	21,314	21,531	23,322	13,503	9,151	4,268	3,826	2,970
i=42	5,506	5,717	8,379	9,271	10,914	19,133	22,796	7,392	6,991	3,083	3,228	2,297
i=43	4,877	8,338	9,254	10,365	22,959	32,548	16,005	18,448	7,326	1,255	0,636	0,943
i=44	2,512	8,452	10,494	11,160	12,187	16,092	12,479	7,548	3,860	1,834	5,182	3,822
i=45	4,398	7,888	13,128	19,540	14,312	24,787	38,052	9,983	4,644	3,238	0,645	2,516
i=46	7,410	7,958	11,700	13,330	33,638	41,696	48,110	21,180	8,244	2,980	5,064	4,631
i=47	8,193	8,220	10,686	14,260	11,297	10,420	29,516	21,801	14,508	5,542	6,521	4,994
i=48	9,187	9,186	17,504	16,828	26,920	24,260	41,370	40,680	28,362	9,672	6,435	5,583
i=49	8,124	9,688	13,335	22,145	46,586	51,597	47,906	16,112	13,135	8,563	6,700	7,458
i=50	10,424	9,094	8,688	12,343	14,850	34,358	44,390	45,245	13,201	9,018	10,582	9,942
i=51	9,195	7,536	9,769	9,859	9,918	12,225	15,674	13,887	6,082	3,298	2,349	2,064
i=52	4,094	7,563	20,421	7,772	6,779	11,251	26,563	8,709	0,000	9,372	7,371	5,684
\bar{q}_j	11,160	12,212	21,268	28,160	35,738	46,637	44,367	31,612	21,382	11,753	8,278	7,705
SD_j	9,585	8,251	18,178	29,817	44,233	57,102	44,161	30,886	25,619	12,167	7,655	6,967
COV_j	0,859	0,676	0,855	1,059	1,238	1,224	0,995	0,977	1,198	1,035	0,925	0,904
AS_j	2,334	2,077	2,411	2,436	2,715	2,830	2,652	2,608	2,773	2,323	1,961	2,086
$R_{j,j+1}$	0,951	0,895	0,876	0,939	0,960	0,977	0,956	0,957	0,962	0,943	0,923	0,915

Çizelge 10.7.a. Yedinci beş yıl arka arkaya yaş olma durumu için E değerleri

	j=1	j=2	j=3	j=4	j=5	j=6	j=7	j=8	j=9	j=10	j=11	j=12
i=1	-4,1015	-0,5920	-0,5972	-0,1826	-0,8807	1,0097	-0,2310	0,5815	-3,2362	0,2747	0,9244	-0,3555
i=2	-0,5863	-0,2797	-0,1376	-0,3744	-0,2123	-0,2297	0,3905	-0,2584	-0,8343	-0,6293	-0,2454	-1,3356
i=3	-0,5099	-0,0519	0,0382	0,1315	-0,7906	1,0172	0,8185	1,0800	1,1855	-0,3240	-2,4596	0,1901
i=4	-0,4468	-0,0074	-0,6760	-0,7046	0,4450	-0,2689	-0,6391	0,6544	1,3472	-0,6837	-1,8962	0,5199
i=5	1,1266	-0,1178	-1,1865	-0,2050	-0,3610	-1,2098	0,6546	-0,2873	-0,6723	1,4594	-0,9508	0,0760
i=6	-1,3827	0,3153	-0,1508	-0,0859	0,2595	-0,1115	-0,2959	0,3243	0,4749	-2,2153	1,0614	-2,7606
i=7	0,2196	-0,5524	-0,6188	-0,5793	-0,4685	-0,5576	-0,4719	0,5197	-0,3068	0,9291	-2,2036	-1,8111
i=8	0,2436	-0,6729	-0,5009	0,6711	-0,7098	1,0685	1,4026	-1,0319	0,0767	-1,9618	-0,9951	-0,2510
i=9	-0,6764	-0,6179	0,0834	-0,2675	-0,8154	-1,5755	-0,2332	-0,6700	0,2572	-1,2810	-1,3227	-0,1564
i=10	-0,4451	-0,5519	0,2808	-1,0750	-1,6989	0,0533	-0,2961	-0,0101	-0,2341	-0,7463	0,1907	-0,0784
i=11	-0,0310	0,3495	-0,1860	0,2407	-0,6737	-0,5505	-0,4656	0,3227	-0,8734	-0,3067	0,2674	0,7943
i=12	0,2759	-0,7374	-0,4461	0,3185	0,4459	-0,7906	-0,7001	-0,5686	-0,1092	-1,2109	-0,0492	0,0999
i=13	-0,2162	-0,4359	1,1851	-0,3541	-0,7346	-0,5579	1,0311	-0,4256	-0,0869	-1,4277	0,5959	0,6207
i=14	-0,9251	0,6136	-1,0261	0,4573	-0,0464	-1,9291	-0,2105	0,5350	-1,0013	-0,3265	0,7239	0,4317
i=15	1,1827	0,7157	-0,4434	0,6028	1,3419	0,4555	-2,2061	-2,1374	0,4593	0,5048	0,6962	-0,2379
i=16	0,5761	-0,7097	-0,6441	-1,7942	0,8164	0,4403	0,0348	0,4133	-0,6726	0,6546	-2,1173	0,0409
i=17	-0,9651	-0,0773	-0,2131	-0,7505	-0,1454	-0,0139	0,5233	-0,5732	0,6883	0,7667	0,2165	-0,3415
i=18	0,2813	-0,9541	-0,3661	0,7202	-0,1888	-1,4851	0,1963	0,2702	0,2357	0,5221	-0,3864	-1,0750
i=19	1,0452	0,4035	1,6456	-0,3070	0,1054	0,6446	0,7354	-0,6923	1,2757	0,5455	0,8111	-0,2371
i=20	-0,5684	0,6847	-0,6773	-1,6209	0,4373	0,9865	-0,7551	-1,8816	0,5813	1,2483	-0,8031	0,3007
i=21	0,6973	-0,5970	-0,0735	-1,0276	0,4113	0,0619	0,1716	0,4029	0,1685	-0,2308	0,3237	-0,0470
i=22	0,8490	0,0496	-1,1704	0,0530	-0,1794	-0,5761	-0,1510	1,0978	0,7151	0,0176	0,3488	0,6591
i=23	0,4174	-1,0032	-0,4160	-0,4454	0,2201	-0,3825	-0,2964	-0,1668	0,3541	0,1113	-0,4042	0,3940
i=24	0,1433	0,1257	-0,9949	0,7243	0,0755	-0,5263	0,6495	-0,1290	-0,1150	0,7290	0,3764	-0,3335
i=25	-0,1185	-0,4996	-0,3421	-0,3192	0,1783	-0,6114	-0,5588	0,0492	-0,3376	1,0302	0,2118	0,8125
i=26	-0,7051	-1,0062	0,2750	-0,0097	-0,1232	0,1000	-0,2010	-0,6446	-0,5682	-0,1612	0,0848	-0,2899
i=27	0,2252	0,3386	-0,5936	-0,2373	-0,7083	-0,6591	-0,3127	-0,2442	0,0273	0,1973	-0,4724	0,0883
i=28	0,3364	-0,3876	-0,5921	-0,1610	-1,0683	0,8304	-0,5900	-1,0655	-0,0658	-0,2739	1,4302	-0,9876
i=29	-1,3003	0,0860	1,0425	-1,3260	-1,1419	-0,3611	-0,2769	0,9455	-0,3684	-1,0283	0,5494	-0,6629

Çizelge 10.7.a. (Devam) Yedinci beş yıl arka arkaya yaş olma durumu için E değerleri

	j=1	j=2	j=3	j=4	j=5	j=6	j=7	j=8	j=9	j=10	j=11	j=12
i=30	0,5264	0,0523	0,9667	-0,6126	0,2265	1,0048	-0,5983	-0,5253	-0,1194	-1,2561	-0,2761	0,4579
i=31	2,2405	4,5585	3,4338	3,5288	3,7304	3,1884	3,3556	3,1241	2,7184	2,3502	2,1215	4,0536
i=32	2,1909	2,8353	2,6809	3,2011	3,5913	3,0021	2,1460	2,9653	2,2629	2,0069	1,6735	2,4884
i=33	1,6692	2,3217	1,9575	1,9018	1,8164	1,3195	1,7201	1,7583	2,0972	1,9349	1,6523	1,5954
i=34	1,5530	1,6150	1,7881	1,5741	1,5356	1,3023	1,6357	1,6436	1,8250	1,6409	1,6398	1,0364
i=35	1,4100	0,8025	1,7220	1,4304	1,3559	1,2543	1,6292	1,1898	1,4974	1,5784	1,6195	0,8358
i=36	0,0882	-0,6140	0,2323	0,1800	-0,5321	-1,2056	-0,6025	0,4952	-0,9619	-0,3560	0,5030	-0,6589
i=37	-0,3883	0,7359	1,5435	-1,3451	0,0490	-0,0049	0,5212	-0,8956	-0,4981	0,3064	-0,0865	-0,0806
i=38	0,3262	-0,6189	-0,3614	-0,4598	-0,1315	-0,3378	-0,3952	-0,2357	-0,1471	0,0042	-0,5711	0,6197
i=39	0,2867	-0,6392	-0,6558	-0,4774	-0,6965	-1,1357	-0,4657	-0,2828	-0,6916	-0,5413	-0,2121	-0,4595
i=40	-0,3361	-0,0907	-0,5895	-0,2593	-0,6582	-0,7596	-0,4891	-0,4531	-0,5551	-1,1308	1,3323	-1,1807
i=41	-0,4819	-0,1986	-0,6821	0,1996	-0,5474	-0,4532	-0,6543	-0,1234	-0,6142	-0,4151	-0,5624	-0,2337
i=42	-0,7498	-0,5084	-0,4487	-0,3160	-0,3047	-0,4149	-1,1481	0,0324	-0,7054	-0,4484	-0,6505	-0,2247
i=43	-0,0298	-0,6984	-0,4308	0,2953	-0,1497	-1,1583	0,0675	-0,6207	-0,9947	-0,9576	-0,5267	-0,5122
i=44	0,3358	-0,5971	-0,4560	-0,3510	-0,4711	-0,8915	-0,7056	-0,3026	-0,7668	0,2253	-0,5807	-0,7740
i=45	-0,0695	-0,2989	-0,0614	-0,7029	-0,1843	0,2575	-1,5644	-0,3726	-0,5868	-1,1739	-0,0200	0,4191
i=46	-0,4834	-0,4363	-0,3869	0,7252	-0,1248	0,3334	-1,0381	-0,6953	-0,7717	0,0665	-0,2935	0,0594
i=47	-0,5323	-0,5557	-0,2605	-0,5748	-0,6744	0,1935	-0,2118	-0,0832	-0,6392	0,1835	-0,4919	0,2365
i=48	-0,4423	-0,0335	-0,5197	0,1535	-0,6193	0,4527	0,8881	0,1814	-0,5779	-0,2956	-0,2827	-0,2196
i=49	-0,1696	-0,4653	0,1000	0,9532	-0,1434	0,0463	-1,4573	0,1282	-0,1278	-0,1008	0,2661	-0,0922
i=50	-0,6413	-0,8278	-0,2625	-0,2687	0,1904	0,3355	1,1477	-1,6778	-0,0618	0,9139	0,2284	-1,1119
i=51	-0,8401	-0,5688	-0,4973	-0,4046	-0,5552	-0,6099	-0,3036	-0,4662	-0,6361	-0,7131	-0,5354	-0,3787
i=52	-0,1042	0,3995	-1,3106	-0,4628	-0,4922	0,0097	-1,1938	-1,1939	0,6899	-0,0058	-0,4529	0,0573
\bar{E}_j	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
ESD	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000

Çizelge 10.8. Sekizinci beş yıl arka arkaya yaş olma durumu ($\times 10^6 \text{ m}^3$)

	j=1	j=2	j=3	j=4	j=5	j=6	j=7	j=8	j=9	j=10	j=11	j=12
i=1	14,467	0,000	0,000	0,000	0,969	0,000	37,707	22,555	7,140	0,000	0,000	4,423
i=2	6,495	6,985	14,392	19,596	20,251	28,854	31,181	29,759	17,588	5,076	5,680	5,192
i=3	3,723	5,654	13,315	21,203	30,924	23,285	51,245	44,726	39,433	24,339	12,230	2,735
i=4	8,347	8,667	17,205	14,211	8,922	35,827	32,767	18,341	19,535	20,062	9,199	2,446
i=5	7,703	14,830	22,951	12,015	15,660	21,555	9,429	22,161	12,759	4,852	3,601	1,618
i=6	5,293	2,957	14,297	19,308	25,127	20,943	29,301	20,698	17,770	9,681	0,000	5,052
i=7	0,000	5,556	7,714	6,102	3,013	8,818	14,890	11,506	14,144	5,097	9,060	1,402
i=8	0,000	5,555	6,392	6,614	25,917	21,251	51,146	51,598	23,223	8,442	0,000	0,000
i=9	1,522	3,652	4,847	13,882	16,418	11,077	5,422	9,665	1,592	3,006	0,161	0,000
i=10	1,062	4,341	6,348	18,247	1,514	0,000	10,127	11,240	4,622	5,570	3,142	4,841
i=11	3,935	7,772	20,109	24,271	35,966	30,167	25,957	17,039	15,562	4,273	4,223	5,802
i=12	11,989	13,840	15,038	15,599	28,638	51,619	32,534	17,504	7,262	7,108	2,067	5,086
i=13	8,786	9,888	26,735	51,003	53,895	43,021	32,406	18,597	18,156	10,184	2,513	5,672
i=14	11,237	8,397	23,710	15,127	30,648	39,141	5,216	9,832	5,872	0,820	2,762	6,235
i=15	11,109	17,089	34,643	34,154	52,388	92,470	76,366	21,275	12,272	12,224	10,380	11,253
i=16	12,831	11,578	12,788	43,184	18,548	52,586	55,653	37,614	28,757	9,151	9,690	7,982
i=17	11,419	13,546	21,946	25,602	19,555	29,930	35,699	33,561	16,835	14,969	12,439	11,149
i=18	13,154	14,556	13,469	15,381	35,611	47,513	17,666	20,793	17,305	12,094	7,189	5,197
i=19	4,665	12,684	26,246	57,418	56,755	65,802	66,179	48,567	24,676	20,971	13,174	13,481
i=20	15,820	13,574	30,334	26,592	4,966	8,827	43,274	22,149	0,000	0,000	7,694	7,033
i=21	11,422	15,256	18,177	24,127	13,111	38,357	41,410	32,210	25,421	13,830	5,062	6,538
i=22	9,684	14,853	24,814	14,015	22,292	31,289	26,061	20,818	25,286	17,418	10,692	10,388
i=23	16,008	16,820	15,486	16,471	15,837	35,872	31,968	22,008	13,827	11,944	8,833	6,814
i=24	11,542	13,023	23,582	15,472	35,776	48,293	35,689	35,052	22,003	11,032	10,718	10,491
i=25	12,536	12,525	16,161	18,212	19,848	38,060	28,882	19,315	14,293	7,484	10,389	9,762
i=26	15,945	16,403	14,983	26,315	33,537	41,653	43,797	28,973	13,400	5,715	5,334	5,982
i=27	8,263	11,413	24,099	21,954	25,075	20,613	19,067	15,453	9,156	8,522	7,770	5,891
i=28	9,535	12,632	17,510	14,802	25,356	12,055	42,059	23,506	6,074	7,077	5,470	10,234
i=29	9,929	6,058	15,283	25,961	9,613	0,000	12,789	10,543	17,667	8,186	3,166	5,966

Çizelge 10.8. (Devam) Sekizinci beş yıl arka arkaya yaş olma durumu ($\times 10^6 \text{ m}^3$)

	j=1	j=2	j=3	j=4	j=5	j=6	j=7	j=8	j=9	j=10	j=11	j=12
i=30	6,904	11,858	21,461	19,523	15,912	36,089	57,578	31,060	15,798	9,335	2,798	3,166
i=31	6,250	5,264	6,433	29,702	34,235	29,160	6,603	25,229	13,265	13,300	10,875	9,280
i=32	12,753	15,544	18,261	15,686	3,774	16,249	29,124	32,831	27,511	14,980	11,637	7,459
i=33	12,406	10,008	14,018	15,830	17,671	30,837	31,476	18,656	18,574	14,021	6,968	5,620
i=34	9,635	11,659	25,045	22,868	47,313	62,009	30,229	21,381	0,000	2,364	9,895	2,228
i=35	4,762	6,029	11,239	33,109	34,203	55,861	55,406	34,342	22,723	12,496	7,807	5,976
i=36	9,018	20,246	80,355	135,222	206,411	273,927	219,559	157,797	126,828	57,992	35,516	32,503
i=37	49,954	44,391	88,715	131,873	197,176	263,148	210,612	139,051	114,073	51,543	31,671	28,541
i=38	40,427	36,553	74,233	107,395	149,297	181,556	137,886	98,137	77,951	40,736	27,062	25,387
i=39	34,114	32,315	61,697	93,025	128,978	158,455	125,735	91,145	72,660	37,510	24,692	23,761
i=40	30,504	29,572	49,688	80,698	114,010	142,098	116,473	86,501	65,510	33,416	22,818	22,442
i=41	28,487	20,502	28,469	24,759	35,720	33,053	29,225	16,414	10,894	4,737	4,014	3,096
i=42	5,630	5,791	8,462	9,350	10,993	19,196	22,828	7,408	7,001	3,086	3,229	2,298
i=43	4,878	8,338	9,254	10,365	22,959	32,548	16,005	18,448	7,326	1,255	0,636	0,943
i=44	2,512	8,452	10,494	11,160	12,187	16,092	12,479	7,548	3,860	1,834	5,182	3,822
i=45	4,398	7,888	13,128	19,540	14,312	24,787	38,052	9,983	4,644	3,238	0,645	2,516
i=46	7,410	7,958	11,700	13,330	33,638	41,696	48,110	21,180	8,244	2,980	5,064	4,631
i=47	8,193	8,220	10,686	14,260	11,297	10,420	29,516	21,801	14,508	5,542	6,521	4,994
i=48	9,187	9,186	17,504	16,828	26,920	24,260	41,370	40,680	28,362	9,672	6,435	5,583
i=49	8,124	9,688	13,335	22,145	20,969	31,109	37,410	10,935	10,034	7,730	6,364	7,233
i=50	10,204	8,963	8,540	12,203	14,709	34,246	24,204	35,290	7,238	7,416	9,937	9,510
i=51	8,770	7,283	9,484	9,589	9,648	12,008	15,563	13,833	6,049	3,289	2,345	2,062
i=52	4,092	7,561	9,303	0,000	0,000	2,806	21,968	6,443	0,000	9,008	7,224	11,106
\bar{q}_j	11,097	12,180	21,232	28,179	35,547	46,740	44,294	31,599	21,436	11,858	8,307	7,747
SD_j	9,619	8,264	18,343	29,576	44,318	57,270	43,898	30,574	25,656	12,251	7,652	7,004
COV_j	0,867	0,679	0,864	1,050	1,247	1,225	0,991	0,968	1,197	1,033	0,921	0,904
AS_j	2,309	2,033	2,351	2,492	2,716	2,798	2,717	2,701	2,758	2,229	1,926	2,026
$R_{j,j+1}$	0,965	0,905	0,885	0,931	0,959	0,978	0,951	0,954	0,967	0,957	0,923	0,922

Çizelge 10.8.a. Sekizinci beş yıl arka arkaya yaş olma durumu için E değerleri

	j=1	j=2	j=3	j=4	j=5	j=6	j=7	j=8	j=9	j=10	j=11	j=12
i=1	-4,1015	-0,5920	-0,5972	-0,1826	-0,8807	1,0097	-0,4891	-0,8956	-3,2362	0,2747	0,9244	-0,3555
i=2	-0,5863	-0,0907	-0,1376	-0,3744	-0,2123	-0,2297	0,3905	-0,2584	-0,8343	0,0042	-0,2454	-1,3356
i=3	-0,5099	-0,0519	0,0382	0,1315	-0,7906	1,0172	0,8185	1,0800	1,1855	-0,3240	-2,4596	0,6197
i=4	-0,4468	-0,0074	-0,6760	-0,7046	0,4450	-0,3378	-0,6391	0,6544	1,3472	-0,6837	-1,8962	0,5199
i=5	1,1266	-0,1178	-1,1865	-0,2050	-0,3610	-1,2098	0,6546	-0,2873	-0,6723	-0,5413	-0,9508	0,0760
i=6	-1,3827	0,3153	-0,1508	-0,0859	-0,6965	-0,1115	-0,2959	0,3243	-0,1471	-2,2153	1,0614	-2,7606
i=7	0,2196	-0,5524	-0,6188	-0,5793	-0,4685	-0,5576	-0,4719	0,5197	-0,6916	0,9291	-2,2036	-1,8111
i=8	0,2436	-0,6729	-0,5009	0,6711	-0,7098	1,0685	1,4026	-1,0319	-0,5551	-1,9618	-0,9951	-0,2510
i=9	-0,6764	-0,6179	0,0834	-0,2675	-0,8154	-1,1357	-0,2332	-0,6700	-0,4981	-1,2810	-1,3227	-0,1564
i=10	-0,4451	-0,5519	0,2808	-1,3451	-1,6989	0,0533	-0,2961	-0,4531	-0,2341	-0,7463	0,1907	-1,1807
i=11	-0,0310	0,3495	-0,1860	0,2407	-0,6737	-0,5505	-0,4656	0,3227	-0,8734	-0,3067	0,2674	0,7943
i=12	0,2759	-0,7374	-0,4461	0,3185	0,4459	-0,7906	-0,7001	-0,5686	-0,1092	-1,2109	0,5030	0,0999
i=13	-0,2162	0,7359	1,1851	-0,2593	-0,7346	-0,5579	-0,6025	0,4952	-0,0869	-1,4277	0,5959	0,6207
i=14	-0,9251	0,6136	-1,0261	0,4573	-0,1315	-1,9291	-0,2105	-0,2357	-1,0013	-0,3265	0,7239	0,4317
i=15	1,1827	0,7157	-0,4434	0,6028	1,3419	0,4555	-2,2061	-0,2828	0,4593	0,5048	0,6962	-0,4595
i=16	-0,3883	-0,7097	1,5435	-1,7942	0,8164	0,4403	0,0348	0,4133	-0,6726	0,6546	-0,2121	0,0409
i=17	0,2867	-0,0773	-0,2131	-0,7505	-0,1454	-0,0139	0,5233	-0,5732	0,6883	0,7667	0,2165	-0,3415
i=18	0,2813	-0,9541	-0,3614	0,7202	0,0490	-1,4851	0,1963	0,2702	0,2357	-0,3560	-0,5711	-1,0750
i=19	1,0452	0,4035	1,6456	-0,4598	0,1054	0,6446	0,5212	-0,6923	1,2757	0,3064	0,8111	-0,2371
i=20	-0,3361	0,6847	-0,6773	-1,6209	-0,5321	0,9865	-0,7551	-1,8816	-0,9619	1,2483	-0,0865	0,3007
i=21	0,6973	-0,5970	-0,0735	-1,0276	0,4113	0,0619	0,1716	0,4029	0,1685	-1,1308	0,3237	-0,0470
i=22	0,8490	0,0496	-1,1704	0,0530	-0,1794	-0,5761	-0,1510	1,0978	0,7151	0,0176	0,3488	0,6591
i=23	0,4174	-1,0032	-0,4160	-0,4454	0,2201	-0,3825	-0,2964	-0,1668	0,3541	0,1113	-0,4042	0,3940
i=24	0,1433	0,1257	-0,9949	0,7243	0,0755	-0,5263	0,6495	-0,1290	-0,1150	0,7290	0,3764	-0,3335
i=25	-0,1185	-0,4996	-0,3421	-0,3192	0,1783	-0,6114	-0,3952	0,0492	-0,3376	1,0302	0,2118	0,8125
i=26	0,3262	-1,0062	0,2750	-0,0097	-0,1232	0,1000	-0,2010	-0,6446	-0,5682	-0,1612	0,0848	-0,2899
i=27	0,2252	0,3386	-0,5936	-0,2373	-0,7083	-0,6591	-0,3127	-0,2442	0,0273	0,1973	-0,4724	0,0883
i=28	0,3364	-0,3876	-0,6558	0,1800	-1,0683	0,8304	-0,5900	-1,0655	-0,0658	-0,2739	1,4302	-0,9876
i=29	-1,3003	0,0860	0,2323	-1,3260	-1,1419	-0,3611	-0,4657	0,9455	-0,3684	-1,0283	0,5494	-0,6629

Çizelge 10.8.a. (Devam) Sekizinci beş yıl arka arkaya yaş olma durumu için E değerleri

	j=1	j=2	j=3	j=4	j=5	j=6	j=7	j=8	j=9	j=10	j=11	j=12
i=30	0,5264	0,0523	-0,5895	-0,6126	0,2265	1,0048	-0,5983	-0,5253	-0,1194	-1,2561	-0,2761	-0,0806
i=31	-0,9651	-0,6392	1,0425	-0,1610	-0,6582	-1,5755	1,0311	-0,4256	0,5813	0,5221	-0,0492	0,0573
i=32	0,5761	-0,6189	-0,6441	-1,0750	-0,1888	0,0097	0,7354	0,5815	0,2572	0,5455	-0,8031	0,4579
i=33	-0,7051	-0,4359	-0,3661	-0,3070	-0,0464	-0,2689	-0,5588	0,5350	0,4749	-0,6293	-0,3864	0,1901
i=34	0,0882	0,3995	-0,5921	0,9532	0,2595	-1,2056	-0,2769	-2,1374	-0,3068	1,4594	-2,1173	-0,2379
i=35	-0,5684	-0,2797	0,9667	-0,3541	0,4373	0,3355	-0,2310	-0,0101	0,0767	-0,2308	-0,4529	-0,0784
i=36	2,2405	4,5585	3,4338	3,5288	3,7304	3,1884	3,3556	3,1241	2,7184	2,3502	2,1215	4,0536
i=37	2,1909	2,8353	2,6809	3,2011	3,5913	3,0021	2,1460	2,9653	2,2629	2,0069	1,6735	2,4884
i=38	1,6692	2,3217	1,9575	1,9018	1,8164	1,3195	1,7201	1,7583	2,0972	1,9349	1,6523	1,5954
i=39	1,5530	1,6150	1,7881	1,5741	1,5356	1,3023	1,6357	1,6436	1,8250	1,6409	1,6398	1,0364
i=40	1,4100	0,8025	1,7220	1,4304	1,3559	1,2543	1,6292	1,1898	1,4974	1,5784	1,6195	0,8358
i=41	-0,4819	-0,1986	-0,6821	0,1996	-0,5474	-0,4532	-0,6543	-0,1234	-0,6142	-0,4151	-0,5624	-0,2337
i=42	-0,7498	-0,5084	-0,4487	-0,3160	-0,3047	-0,4149	-1,1481	0,0324	-0,7054	-0,4484	-0,6505	-0,2247
i=43	-0,0298	-0,6984	-0,4308	0,2953	-0,1497	-1,1583	0,0675	-0,6207	-0,9947	-0,9576	-0,5267	-0,5122
i=44	0,3358	-0,5971	-0,4560	-0,3510	-0,4711	-0,8915	-0,7056	-0,3026	-0,7668	0,2253	-0,5807	-0,7740
i=45	-0,0695	-0,2989	-0,0614	-0,7029	-0,1843	0,2575	-1,5644	-0,3726	-0,5868	-1,1739	-0,0200	0,4191
i=46	-0,4834	-0,4363	-0,3869	0,7252	-0,1248	0,3334	-1,0381	-0,6953	-0,7717	0,0665	-0,2935	0,0594
i=47	-0,5323	-0,5557	-0,2605	-0,5748	-0,6744	0,1935	-0,2118	-0,0832	-0,6392	0,1835	-0,4919	0,2365
i=48	-0,4423	-0,0335	-0,5197	0,1535	-0,6193	0,4527	0,8881	0,1814	-0,5779	-0,2956	-0,2827	-0,2196
i=49	-0,1696	-0,4653	0,1000	-0,4774	-0,1434	0,0463	-1,4573	0,1282	-0,1278	-0,1008	0,2661	-0,0922
i=50	-0,6413	-0,8278	-0,2625	-0,2687	0,1904	-0,7596	1,1477	-1,6778	-0,0618	0,9139	0,2284	-1,1119
i=51	-0,8401	-0,5688	-0,4973	-0,4046	-0,5552	-0,6099	-0,3036	-0,4662	-0,6361	-0,7131	-0,5354	-0,3787
i=52	-0,1042	-0,6140	-1,3106	-0,4628	-0,4922	-0,0049	-1,1938	-1,1939	0,6899	-0,0058	1,3323	-0,6589
E_j	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
ESD	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000

Çizelge 10.9. Dokuzuncu beş yıl arka arkaya yaş olma durumu ($\times 10^6 \text{ m}^3$)

	j=1	j=2	j=3	j=4	j=5	j=6	j=7	j=8	j=9	j=10	j=11	j=12
i=1	15,998	0,000	0,000	0,000	1,945	0,000	38,107	10,010	8,559	0,000	0,000	4,525
i=2	6,596	7,045	12,176	17,504	18,147	27,171	30,319	29,334	17,334	5,008	2,145	2,824
i=3	1,396	4,270	11,752	19,727	29,440	22,098	50,637	44,426	39,254	24,290	12,211	2,722
i=4	4,259	6,236	14,460	11,618	6,315	33,742	16,617	10,376	14,765	18,780	8,683	2,100
i=5	7,364	14,628	22,723	11,799	15,444	21,382	9,340	22,117	12,733	4,845	6,393	3,489
i=6	7,131	4,051	15,531	20,474	26,299	27,379	32,598	22,324	18,744	4,324	0,000	3,609
i=7	0,000	4,712	6,762	5,203	2,109	8,094	14,519	11,323	14,035	4,569	8,848	1,260
i=8	0,000	5,472	6,298	6,526	25,828	21,180	51,110	51,580	23,212	8,229	0,000	0,000
i=9	1,465	3,619	4,809	13,846	16,382	11,048	9,895	11,871	2,913	1,987	0,000	0,000
i=10	0,792	4,181	6,167	18,076	19,768	0,000	17,606	14,929	7,606	6,372	3,465	5,057
i=11	9,906	11,325	24,119	28,059	39,775	33,213	27,518	17,809	16,023	4,397	4,273	5,835
i=12	12,022	13,860	15,060	15,620	28,659	51,636	32,542	17,508	7,265	7,109	2,067	1,791
i=13	5,549	7,962	10,914	36,062	30,926	24,650	22,994	13,341	9,054	7,738	1,529	5,013
i=14	10,589	8,011	23,275	14,717	30,235	38,367	4,819	9,637	2,049	0,000	2,349	5,958
i=15	10,837	16,927	34,461	33,982	52,214	92,332	76,295	21,240	12,060	12,167	10,357	11,238
i=16	11,684	9,392	10,320	11,104	0,000	26,784	42,435	31,095	24,853	8,101	9,268	6,560
i=17	10,021	12,919	21,238	24,933	18,883	29,393	35,423	33,425	16,754	14,947	12,430	11,144
i=18	13,148	14,552	13,465	14,341	34,566	38,050	12,818	18,402	15,873	11,709	6,819	5,086
i=19	4,556	12,619	26,172	57,349	70,206	76,560	71,690	31,505	14,457	18,224	9,318	10,897
i=20	13,282	13,172	29,882	26,165	4,536	8,112	42,907	21,968	0,000	1,082	8,610	5,903
i=21	10,311	14,595	17,431	23,423	12,403	37,790	41,119	32,066	25,335	13,807	4,896	6,427
i=22	9,574	14,788	24,740	13,946	22,222	31,234	26,032	20,804	25,277	17,415	10,691	10,388
i=23	16,007	16,819	15,485	16,471	15,837	35,871	31,967	22,008	13,827	11,944	8,833	6,814
i=24	11,542	13,023	23,582	15,472	35,776	48,293	35,689	35,052	22,003	11,032	10,718	10,491
i=25	12,536	12,525	16,161	18,212	19,848	38,060	28,882	24,799	17,577	8,367	10,744	10,000
i=26	16,178	15,061	13,468	24,884	32,098	40,502	43,208	28,682	13,225	5,668	5,315	5,969
i=27	8,250	11,405	24,091	21,946	25,067	20,606	19,064	15,451	9,155	8,522	7,769	5,891
i=28	9,535	12,632	17,510	17,786	28,708	14,736	43,433	24,183	6,480	7,186	5,514	10,263
i=29	9,957	6,075	15,302	12,324	0,000	0,000	7,170	4,930	14,305	7,283	2,802	5,722

Çizelge 10.9. (Devam) Dokuzuncu beş yıl arka arkaya yaş olma durumu ($\times 10^6 \text{ m}^3$)

	j=1	j=2	j=3	j=4	j=5	j=6	j=7	j=8	j=9	j=10	j=11	j=12
i=30	6,665	11,715	21,300	27,258	23,690	42,310	60,765	32,632	16,739	9,588	2,899	3,235
i=31	5,798	4,995	6,591	29,851	34,385	40,842	12,587	28,181	15,033	13,775	11,066	9,408
i=32	12,879	15,619	17,474	14,942	3,026	15,651	28,817	32,680	27,421	14,956	11,627	7,453
i=33	12,399	10,004	14,014	15,826	17,667	30,834	31,474	18,656	18,574	14,021	6,968	5,619
i=34	9,634	9,288	22,368	20,340	44,770	59,975	43,017	27,688	0,000	3,379	10,303	2,502
i=35	5,031	6,189	11,420	33,279	34,374	55,998	55,476	34,376	22,743	12,502	7,809	5,978
i=36	9,020	11,293	13,515	24,292	34,899	32,768	15,249	10,136	13,088	3,021	3,540	6,073
i=37	7,024	8,124	24,744	54,475	37,944	49,379	45,828	38,531	16,708	7,069	7,583	6,959
i=38	9,976	12,852	15,222	17,037	16,148	27,544	28,523	19,138	11,445	7,981	6,848	4,968
i=39	10,541	13,024	15,194	12,615	11,386	9,953	4,846	6,626	3,498	2,235	2,548	3,197
i=40	4,916	7,087	14,507	12,956	15,635	14,284	13,977	10,852	4,390	3,380	0,859	6,841
i=41	5,900	18,391	78,261	133,244	204,422	272,337	218,744	157,395	126,588	57,928	35,490	32,485
i=42	49,937	44,380	88,703	131,862	197,165	263,139	210,607	139,048	114,071	51,543	31,670	28,541
i=43	40,427	36,553	74,233	107,395	149,297	181,556	137,886	98,137	77,951	40,736	27,062	25,387
i=44	34,114	32,315	61,697	93,025	128,978	158,455	125,735	91,145	72,660	37,510	24,692	23,761
i=45	30,504	29,572	49,688	80,698	114,010	142,098	116,473	86,501	65,510	33,416	22,818	22,442
i=46	28,487	20,496	25,855	26,698	47,080	52,447	53,618	23,896	9,871	3,417	5,240	4,749
i=47	8,309	8,289	10,764	14,333	11,371	10,479	29,546	21,816	14,517	5,544	6,522	4,995
i=48	9,188	9,186	17,504	16,828	26,920	24,260	41,370	40,680	28,362	9,672	6,435	5,583
i=49	8,124	9,688	13,335	22,145	23,233	32,920	38,337	11,393	10,308	7,804	6,394	7,253
i=50	10,223	8,974	8,553	12,216	14,722	34,256	42,903	44,512	12,761	8,900	10,535	9,910
i=51	9,163	7,517	9,748	9,839	9,898	12,209	15,666	13,883	6,079	3,297	2,349	2,064
i=52	4,094	7,563	13,861	1,577	0,549	6,268	16,205	3,601	0,000	8,550	7,040	6,801
\bar{q}_j	11,208	12,211	21,267	28,160	35,869	46,697	44,315	31,610	21,405	11,833	8,353	7,753
SD _j	9,542	8,198	18,060	29,409	44,327	57,296	44,139	30,619	25,488	12,128	7,594	6,873
COV _j	0,851	0,671	0,849	1,044	1,236	1,227	0,996	0,969	1,191	1,025	0,909	0,886
AS _j	2,334	2,055	2,392	2,488	2,651	2,771	2,644	2,660	2,814	2,305	1,950	2,155
R _{j,j+1}	0,964	0,896	0,871	0,930	0,967	0,978	0,953	0,953	0,961	0,951	0,928	0,917

Çizelge 10.9.a. Dokuzuncu beş yıl arka arkaya yaş olma durumu için E değerleri

	j=1	j=2	j=3	j=4	j=5	j=6	j=7	j=8	j=9	j=10	j=11	j=12
i=1	-4,1015	-0,5920	-0,5972	-0,1826	-0,8807	1,0097	-1,5644	0,0324	-3,2362	0,2747	0,9244	-0,3555
i=2	-0,5863	-0,2989	-0,1376	-0,3744	-0,2123	-0,2297	0,3905	-0,2584	-0,8343	-0,9576	-0,2454	-1,3356
i=3	-0,5099	-0,0519	0,0382	0,1315	-0,7906	1,0172	0,8185	1,0800	1,1855	-0,3240	-2,4596	-0,5122
i=4	-0,4468	-0,0074	-0,6760	-0,7046	0,4450	-1,1583	-0,6391	0,6544	1,3472	-0,6837	-1,8962	0,5199
i=5	1,1266	-0,1178	-1,1865	-0,2050	-0,3610	-1,2098	0,6546	-0,2873	-0,6723	0,2253	-0,9508	0,0760
i=6	-1,3827	0,3153	-0,1508	-0,0859	-0,4711	-0,1115	-0,2959	0,3243	-0,9947	-2,2153	1,0614	-2,7606
i=7	0,2196	-0,5524	-0,6188	-0,5793	-0,4685	-0,5576	-0,4719	0,5197	-0,7668	0,9291	-2,2036	-1,8111
i=8	0,2436	-0,6729	-0,5009	0,6711	-0,7098	1,0685	1,4026	-1,0319	-0,5868	-1,9618	-0,9951	-0,2510
i=9	-0,6764	-0,6179	0,0834	-0,2675	-0,8154	-0,8915	-0,2332	-0,6700	-0,7054	-1,2810	-1,3227	-0,1564
i=10	-0,4451	-0,5519	0,2808	-0,3160	-1,6989	0,0533	-0,2961	-0,3726	-0,2341	-0,7463	0,1907	0,4191
i=11	-0,0310	0,3495	-0,1860	0,2407	-0,6737	-0,5505	-0,4656	0,3227	-0,8734	-0,3067	0,2674	0,7943
i=12	0,2759	-0,7374	-0,4461	0,3185	0,4459	-0,7906	-0,7001	-0,5686	-0,1092	-1,2109	-0,5624	0,0999
i=13	-0,2162	-0,5084	1,1851	-0,7029	-0,7346	-0,5579	-0,6543	-0,1234	-0,0869	-1,4277	0,5959	0,6207
i=14	-0,9251	0,6136	-1,0261	0,4573	-0,1497	-1,9291	-0,2105	-0,6207	-1,0013	-0,3265	0,7239	0,4317
i=15	1,1827	0,7157	-0,4434	0,6028	1,3419	0,4555	-2,2061	-0,3026	0,4593	0,5048	0,6962	-0,7740
i=16	-0,7498	-0,7097	-0,4487	-1,7942	0,8164	0,4403	0,0348	0,4133	-0,6726	0,6546	-0,5807	0,0409
i=17	0,3358	-0,0773	-0,2131	-0,7505	-0,1454	-0,0139	0,5233	-0,5732	0,6883	0,7667	0,2165	-0,3415
i=18	0,2813	-0,9541	-0,4308	0,7202	-0,3047	-1,4851	0,1963	0,2702	0,2357	-0,4151	-0,5267	-1,0750
i=19	1,0452	0,4035	1,6456	0,2953	0,1054	0,6446	-1,1481	-0,6923	1,2757	-0,4484	0,8111	-0,2371
i=20	-0,0695	0,6847	-0,6773	-1,6209	-0,5474	0,9865	-0,7551	-1,8816	-0,6142	1,2483	-0,6505	0,3007
i=21	0,6973	-0,5970	-0,0735	-1,0276	0,4113	0,0619	0,1716	0,4029	0,1685	-1,1739	0,3237	-0,0470
i=22	0,8490	0,0496	-1,1704	0,0530	-0,1794	-0,5761	-0,1510	1,0978	0,7151	0,0176	0,3488	0,6591
i=23	0,4174	-1,0032	-0,4160	-0,4454	0,2201	-0,3825	-0,2964	-0,1668	0,3541	0,1113	-0,4042	0,3940
i=24	0,1433	0,1257	-0,9949	0,7243	0,0755	-0,5263	0,6495	-0,1290	-0,1150	0,7290	0,3764	-0,3335
i=25	-0,1185	-0,4996	-0,3421	-0,3192	0,1783	-0,6114	0,0675	0,0492	-0,3376	1,0302	0,2118	0,8125
i=26	-0,0298	-1,0062	0,2750	-0,0097	-0,1232	0,1000	-0,2010	-0,6446	-0,5682	-0,1612	0,0848	-0,2899
i=27	0,2252	0,3386	-0,5936	-0,2373	-0,7083	-0,6591	-0,3127	-0,2442	0,0273	0,1973	-0,4724	0,0883
i=28	0,3364	-0,3876	-0,4560	0,1996	-1,0683	0,8304	-0,5900	-1,0655	-0,0658	-0,2739	1,4302	-0,9876
i=29	-1,3003	0,0860	-0,6821	-1,3260	-1,1419	-0,3611	-0,7056	0,9455	-0,3684	-1,0283	0,5494	-0,6629

Çizelge 10.9.a. (Devam) Dokuzuncu beş yıl arka arkaya yaş olma durumu için E değerleri

	j=1	j=2	j=3	j=4	j=5	j=6	j=7	j=8	j=9	j=10	j=11	j=12
i=30	0,5264	0,0523	-0,0614	-0,6126	0,2265	1,0048	-0,5983	-0,5253	-0,1194	-1,2561	-0,2761	-0,2247
i=31	-0,9651	-0,5971	1,0425	-0,1610	-0,1843	-1,5755	1,0311	-0,4256	0,5813	0,5221	-0,0492	0,0573
i=32	0,5761	-0,6984	-0,6441	-1,0750	-0,1888	0,0097	0,7354	0,5815	0,2572	0,5455	-0,8031	0,4579
i=33	-0,7051	-0,4359	-0,3661	-0,3070	-0,0464	-0,2689	-0,5588	0,5350	0,4749	-0,6293	-0,3864	0,1901
i=34	-0,4819	0,3995	-0,5921	0,9532	0,2595	-0,4532	-0,2769	-2,1374	-0,3068	1,4594	-2,1173	-0,2379
i=35	-0,5684	-0,2797	0,9667	-0,3541	0,4373	0,3355	-0,2310	-0,0101	0,0767	-0,2308	-0,4529	-0,0784
i=36	0,0882	-0,6140	0,2323	0,1800	-0,5321	-1,2056	-0,6025	0,4952	-0,9619	-0,3560	0,5030	-0,6589
i=37	-0,3883	0,7359	1,5435	-1,3451	0,0490	-0,0049	0,5212	-0,8956	-0,4981	0,3064	-0,0865	-0,0806
i=38	0,3262	-0,6189	-0,3614	-0,4598	-0,1315	-0,3378	-0,3952	-0,2357	-0,1471	0,0042	-0,5711	0,6197
i=39	0,2867	-0,6392	-0,6558	-0,4774	-0,6965	-1,1357	-0,4657	-0,2828	-0,6916	-0,5413	-0,2121	-0,4595
i=40	-0,3361	-0,0907	-0,5895	-0,2593	-0,6582	-0,7596	-0,4891	-0,4531	-0,5551	-1,1308	1,3323	-1,1807
i=41	2,2405	4,5585	3,4338	3,5288	3,7304	3,1884	3,3556	3,1241	2,7184	2,3502	2,1215	4,0536
i=42	2,1909	2,8353	2,6809	3,2011	3,5913	3,0021	2,1460	2,9653	2,2629	2,0069	1,6735	2,4884
i=43	1,6692	2,3217	1,9575	1,9018	1,8164	1,3195	1,7201	1,7583	2,0972	1,9349	1,6523	1,5954
i=44	1,5530	1,6150	1,7881	1,5741	1,5356	1,3023	1,6357	1,6436	1,8250	1,6409	1,6398	1,0364
i=45	1,4100	0,8025	1,7220	1,4304	1,3559	1,2543	1,6292	1,1898	1,4974	1,5784	1,6195	0,8358
i=46	-0,4834	-0,4363	-0,3869	0,7252	-0,1248	0,3334	-1,0381	-0,6953	-0,7717	0,0665	-0,2935	0,0594
i=47	-0,5323	-0,5557	-0,2605	-0,5748	-0,6744	0,1935	-0,2118	-0,0832	-0,6392	0,1835	-0,4919	0,2365
i=48	-0,4423	-0,0335	-0,5197	0,1535	-0,6193	0,4527	0,8881	0,1814	-0,5779	-0,2956	-0,2827	-0,2196
i=49	-0,1696	-0,4653	0,1000	-0,3510	-0,1434	0,0463	-1,4573	0,1282	-0,1278	-0,1008	0,2661	-0,0922
i=50	-0,6413	-0,8278	-0,2625	-0,2687	0,1904	0,2575	1,1477	-1,6778	-0,0618	0,9139	0,2284	-1,1119
i=51	-0,8401	-0,5688	-0,4973	-0,4046	-0,5552	-0,6099	-0,3036	-0,4662	-0,6361	-0,7131	-0,5354	-0,3787
i=52	-0,1042	-0,1986	-1,3106	-0,4628	-0,4922	-0,4149	-1,1938	-1,1939	0,6899	-0,0058	-0,0200	-0,2337
E_j	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
ESD	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000

Çizelge 10.10. Onuncu beş yıl arka arkaya yaş olma durumu ($\times 10^6 \text{ m}^3$)

	j=1	j=2	j=3	j=4	j=5	j=6	j=7	j=8	j=9	j=10	j=11	j=12
i=1	17,053	0,000	0,000	0,000	2,618	0,000	38,382	42,283	26,775	0,000	1,255	5,845
i=2	7,892	7,816	7,245	12,846	13,464	23,426	28,400	28,388	16,767	4,856	4,498	4,400
i=3	2,945	5,191	12,792	20,709	30,428	22,888	51,041	44,625	39,373	24,323	12,224	2,730
i=4	5,321	6,867	15,173	12,292	6,993	34,284	46,505	25,116	23,593	21,153	9,638	2,739
i=5	7,992	15,001	23,145	12,198	15,844	21,703	9,504	22,198	12,781	4,858	5,209	2,696
i=6	6,352	3,587	15,008	19,979	25,803	34,974	36,489	24,243	19,893	7,396	0,000	4,436
i=7	0,000	5,196	7,308	5,719	2,627	8,509	14,732	11,428	14,098	8,822	10,559	2,406
i=8	0,000	6,142	7,054	7,240	26,546	21,754	51,404	51,726	23,299	11,733	1,188	0,000
i=9	2,393	4,171	5,432	14,434	16,973	11,521	27,375	20,491	8,076	3,813	0,486	0,000
i=10	1,276	4,468	6,492	18,383	15,443	0,000	15,834	14,055	0,000	2,855	2,050	4,109
i=11	3,463	7,492	19,792	23,973	35,666	29,927	25,834	16,978	15,526	4,263	4,219	5,799
i=12	11,986	13,839	15,037	15,598	28,636	51,618	32,533	17,503	7,262	7,108	2,067	2,623
i=13	6,366	8,448	10,944	36,090	38,729	30,891	26,192	10,371	1,770	5,780	0,742	4,485
i=14	10,070	7,703	22,927	14,388	29,904	26,647	0,000	6,676	7,996	1,391	2,992	6,389
i=15	11,260	17,179	34,745	34,250	52,484	92,547	76,406	21,294	16,239	13,290	10,809	11,541
i=16	14,436	11,934	13,189	16,624	0,000	31,224	44,709	32,216	25,525	8,282	9,341	9,227
i=17	12,642	12,375	20,625	24,353	18,300	28,927	35,184	33,307	16,683	14,928	12,422	11,138
i=18	13,143	14,549	13,461	13,010	33,227	27,960	7,648	15,853	14,346	11,299	8,410	6,906
i=19	6,345	13,683	27,374	58,484	68,808	75,443	71,118	42,318	20,933	19,965	12,322	12,910
i=20	15,259	11,970	28,524	24,883	3,247	17,389	47,660	24,312	0,000	0,415	8,341	6,214
i=21	10,617	14,777	17,636	23,616	12,597	37,946	41,199	32,106	25,359	13,813	12,510	11,529
i=22	14,587	17,770	28,107	17,125	25,419	33,791	27,342	21,450	25,664	17,519	10,733	10,416
i=23	16,035	16,836	15,504	16,488	15,854	35,885	31,975	22,012	13,829	11,945	8,833	6,814
i=24	11,542	13,023	23,582	15,472	35,776	48,293	35,689	35,052	22,003	11,032	10,718	10,491
i=25	12,536	12,525	16,161	18,212	19,848	38,060	28,882	34,521	23,400	9,932	11,374	10,421
i=26	16,593	13,591	11,809	23,317	30,523	39,242	42,562	28,364	13,035	5,617	5,294	5,955
i=27	8,237	11,397	24,082	21,937	25,059	20,599	19,060	15,449	9,154	8,521	7,769	5,891
i=28	9,535	12,632	17,510	26,088	46,467	28,940	50,710	27,772	8,629	7,763	5,747	10,419
i=29	10,110	6,166	15,405	16,829	0,430	0,000	9,026	0,000	9,518	5,996	2,285	5,375

Çizelge 10.10. (Devam) Onuncu beş yıl arka arkaya yaş olma durumu ($\times 10^6 \text{ m}^3$)

	j=1	j=2	j=3	j=4	j=5	j=6	j=7	j=8	j=9	j=10	j=11	j=12
i=30	6,324	11,513	21,072	24,039	20,453	39,720	59,438	31,978	16,347	9,483	2,857	3,206
i=31	7,431	5,966	9,133	32,252	36,799	51,913	18,260	30,978	16,708	14,225	11,248	9,530
i=32	12,998	15,690	24,846	21,905	10,028	21,251	31,686	34,095	28,268	15,184	11,719	7,514
i=33	12,460	10,040	14,054	15,864	17,705	30,865	31,490	18,663	18,578	14,023	6,968	5,620
i=34	9,635	9,281	22,361	20,333	44,764	59,970	57,472	34,816	2,531	4,527	10,765	2,811
i=35	5,334	6,370	11,624	33,472	34,568	56,153	55,555	34,415	22,767	12,508	7,812	5,979
i=36	9,021	11,294	13,517	24,293	34,900	32,769	15,249	10,136	13,088	3,021	3,540	6,073
i=37	7,024	8,124	24,744	54,475	37,944	49,379	45,828	38,531	16,708	7,069	7,583	6,959
i=38	9,976	12,852	15,222	17,037	16,148	27,544	28,523	19,138	11,445	7,981	6,848	4,968
i=39	10,541	13,024	15,194	12,615	11,386	9,953	4,846	6,626	3,498	2,235	2,548	3,197
i=40	4,916	7,087	14,507	12,956	15,635	14,284	13,977	10,852	4,390	3,380	0,859	6,841
i=41	5,900	7,066	13,300	10,433	21,314	21,531	23,322	13,503	9,151	4,268	3,826	2,970
i=42	5,506	5,717	8,379	9,271	10,914	19,133	22,796	7,392	6,991	3,083	3,228	2,297
i=43	4,877	8,338	9,254	10,365	22,959	32,548	16,005	18,448	7,326	1,255	0,636	0,943
i=44	2,512	8,452	10,494	11,160	12,187	16,092	12,479	7,548	3,860	1,834	5,182	3,822
i=45	4,398	7,888	13,128	19,540	14,312	24,787	38,052	9,983	4,644	3,238	0,645	2,516
i=46	7,410	19,289	79,275	134,202	205,385	273,107	219,138	157,589	126,704	57,959	35,503	32,494
i=47	49,945	44,385	88,709	131,867	197,171	263,144	210,609	139,049	114,072	51,543	31,670	28,541
i=48	40,427	36,553	74,233	107,395	149,297	181,556	137,886	98,137	77,951	40,736	27,062	25,387
i=49	34,114	32,315	61,697	93,025	128,978	158,455	125,735	91,145	72,660	37,510	24,692	23,761
i=50	30,504	29,572	49,688	80,698	114,010	142,098	116,473	86,501	65,510	33,416	22,818	22,442
i=51	28,487	19,012	22,726	22,095	22,223	22,066	20,716	16,374	7,571	3,698	2,510	2,172
i=52	4,200	7,626	11,325	0,000	0,000	4,342	26,402	8,630	0,000	9,360	7,366	7,787
\bar{q}_j	11,152	12,188	21,241	28,151	35,708	46,674	44,333	31,666	21,390	11,735	8,306	7,726
SD_j	9,711	8,214	18,150	29,516	44,391	57,143	44,244	30,819	25,684	12,333	7,777	7,015
COV_j	0,871	0,674	0,854	1,049	1,243	1,224	0,998	0,973	1,201	1,051	0,936	0,908
AS_j	2,227	2,062	2,397	2,488	2,671	2,816	2,631	2,594	2,744	2,205	1,816	2,028
$R_{j,j+1}$	0,964	0,890	0,876	0,932	0,964	0,976	0,956	0,957	0,964	0,948	0,935	0,918

Çizelge 10.10.a. Onuncu beş yıl arka arkaya yaş olma durumu için E değerleri

	j=1	j=2	j=3	j=4	j=5	j=6	j=7	j=8	j=9	j=10	j=11	j=12
i=1	-4,1015	-0,5920	-0,5972	-0,1826	-0,8807	1,0097	1,1477	-0,0832	-3,2362	0,2747	0,9244	-0,3555
i=2	-0,5863	-0,8278	-0,1376	-0,3744	-0,2123	-0,2297	0,3905	-0,2584	-0,8343	-0,2956	-0,2454	-1,3356
i=3	-0,5099	-0,0519	0,0382	0,1315	-0,7906	1,0172	0,8185	1,0800	1,1855	-0,3240	-2,4596	-0,2196
i=4	-0,4468	-0,0074	-0,6760	-0,7046	0,4450	0,4527	-0,6391	0,6544	1,3472	-0,6837	-1,8962	0,5199
i=5	1,1266	-0,1178	-1,1865	-0,2050	-0,3610	-1,2098	0,6546	-0,2873	-0,6723	-0,1008	-0,9508	0,0760
i=6	-1,3827	0,3153	-0,1508	-0,0859	-0,1434	-0,1115	-0,2959	0,3243	-0,5779	-2,2153	1,0614	-2,7606
i=7	0,2196	-0,5524	-0,6188	-0,5793	-0,4685	-0,5576	-0,4719	0,5197	-0,1278	0,9291	-2,2036	-1,8111
i=8	0,2436	-0,6729	-0,5009	0,6711	-0,7098	1,0685	1,4026	-1,0319	-0,0618	-1,9618	-0,9951	-0,2510
i=9	-0,6764	-0,6179	0,0834	-0,2675	-0,8154	0,0463	-0,2332	-0,6700	-0,6392	-1,2810	-1,3227	-0,1564
i=10	-0,4451	-0,5519	0,2808	-0,5748	-1,6989	0,0533	-0,2961	-1,6778	-0,2341	-0,7463	0,1907	-1,1119
i=11	-0,0310	0,3495	-0,1860	0,2407	-0,6737	-0,5505	-0,4656	0,3227	-0,8734	-0,3067	0,2674	0,7943
i=12	0,2759	-0,7374	-0,4461	0,3185	0,4459	-0,7906	-0,7001	-0,5686	-0,1092	-1,2109	-0,2935	0,0999
i=13	-0,2162	-0,5557	1,1851	-0,2687	-0,7346	-0,5579	-1,0381	-0,6953	-0,0869	-1,4277	0,5959	0,6207
i=14	-0,9251	0,6136	-1,0261	0,4573	-0,6193	-1,9291	-0,2105	0,1814	-1,0013	-0,3265	0,7239	0,4317
i=15	1,1827	0,7157	-0,4434	0,6028	1,3419	0,4555	-2,2061	0,1282	0,4593	0,5048	0,6962	-0,0922
i=16	-0,5323	-0,7097	-0,2605	-1,7942	0,8164	0,4403	0,0348	0,4133	-0,6726	0,6546	0,2661	0,0409
i=17	-0,1696	-0,0773	-0,2131	-0,7505	-0,1454	-0,0139	0,5233	-0,5732	0,6883	0,7667	0,2165	-0,3415
i=18	0,2813	-0,9541	-0,5197	0,7202	-0,6744	-1,4851	0,1963	0,2702	0,2357	0,0665	-0,2827	-1,0750
i=19	1,0452	0,4035	1,6456	0,1535	0,1054	0,6446	-0,2118	-0,6923	1,2757	0,1835	0,8111	-0,2371
i=20	-0,6413	0,6847	-0,6773	-1,6209	-0,1248	0,9865	-0,7551	-1,8816	-0,7717	1,2483	-0,4919	0,3007
i=21	0,6973	-0,5970	-0,0735	-1,0276	0,4113	0,0619	0,1716	0,4029	0,1685	0,9139	0,3237	-0,0470
i=22	0,8490	0,0496	-1,1704	0,0530	-0,1794	-0,5761	-0,1510	1,0978	0,7151	0,0176	0,3488	0,6591
i=23	0,4174	-1,0032	-0,4160	-0,4454	0,2201	-0,3825	-0,2964	-0,1668	0,3541	0,1113	-0,4042	0,3940
i=24	0,1433	0,1257	-0,9949	0,7243	0,0755	-0,5263	0,6495	-0,1290	-0,1150	0,7290	0,3764	-0,3335
i=25	-0,1185	-0,4996	-0,3421	-0,3192	0,1783	-0,6114	0,8881	0,0492	-0,3376	1,0302	0,2118	0,8125
i=26	-0,4423	-1,0062	0,2750	-0,0097	-0,1232	0,1000	-0,2010	-0,6446	-0,5682	-0,1612	0,0848	-0,2899
i=27	0,2252	0,3386	-0,5936	-0,2373	-0,7083	-0,6591	-0,3127	-0,2442	0,0273	0,1973	-0,4724	0,0883
i=28	0,3364	-0,3876	0,1000	0,7252	-1,0683	0,8304	-0,5900	-1,0655	-0,0658	-0,2739	1,4302	-0,9876
i=29	-1,3003	0,0860	-0,3869	-1,3260	-1,1419	-0,3611	-1,4573	0,9455	-0,3684	-1,0283	0,5494	-0,6629

Çizelge 10.10.a. (Devam) Onuncu beş yıl arka arkaya yaş olma durumu için E değerleri

	j=1	j=2	j=3	j=4	j=5	j=6	j=7	j=8	j=9	j=10	j=11	j=12
i=30	0,5264	0,0523	-0,2625	-0,6126	0,2265	1,0048	-0,5983	-0,5253	-0,1194	-1,2561	-0,2761	0,2365
i=31	-0,9651	-0,4653	1,0425	-0,1610	0,1904	-1,5755	1,0311	-0,4256	0,5813	0,5221	-0,0492	0,0573
i=32	0,5761	-0,0335	-0,6441	-1,0750	-0,1888	0,0097	0,7354	0,5815	0,2572	0,5455	-0,8031	0,4579
i=33	-0,7051	-0,4359	-0,3661	-0,3070	-0,0464	-0,2689	-0,5588	0,5350	0,4749	-0,6293	-0,3864	0,1901
i=34	-0,4834	0,3995	-0,5921	0,9532	0,2595	0,3334	-0,2769	-2,1374	-0,3068	1,4594	-2,1173	-0,2379
i=35	-0,5684	-0,2797	0,9667	-0,3541	0,4373	0,3355	-0,2310	-0,0101	0,0767	-0,2308	-0,4529	-0,0784
i=36	0,0882	-0,6140	0,2323	0,1800	-0,5321	-1,2056	-0,6025	0,4952	-0,9619	-0,3560	0,5030	-0,6589
i=37	-0,3883	0,7359	1,5435	-1,3451	0,0490	-0,0049	0,5212	-0,8956	-0,4981	0,3064	-0,0865	-0,0806
i=38	0,3262	-0,6189	-0,3614	-0,4598	-0,1315	-0,3378	-0,3952	-0,2357	-0,1471	0,0042	-0,5711	0,6197
i=39	0,2867	-0,6392	-0,6558	-0,4774	-0,6965	-1,1357	-0,4657	-0,2828	-0,6916	-0,5413	-0,2121	-0,4595
i=40	-0,3361	-0,0907	-0,5895	-0,2593	-0,6582	-0,7596	-0,4891	-0,4531	-0,5551	-1,1308	1,3323	-1,1807
i=41	-0,4819	-0,1986	-0,6821	0,1996	-0,5474	-0,4532	-0,6543	-0,1234	-0,6142	-0,4151	-0,5624	-0,2337
i=42	-0,7498	-0,5084	-0,4487	-0,3160	-0,3047	-0,4149	-1,1481	0,0324	-0,7054	-0,4484	-0,6505	-0,2247
i=43	-0,0298	-0,6984	-0,4308	0,2953	-0,1497	-1,1583	0,0675	-0,6207	-0,9947	-0,9576	-0,5267	-0,5122
i=44	0,3358	-0,5971	-0,4560	-0,3510	-0,4711	-0,8915	-0,7056	-0,3026	-0,7668	0,2253	-0,5807	-0,7740
i=45	-0,0695	-0,2989	-0,0614	-0,7029	-0,1843	0,2575	-1,5644	-0,3726	-0,5868	-1,1739	-0,0200	0,4191
i=46	2,2405	4,5585	3,4338	3,5288	3,7304	3,1884	3,3556	3,1241	2,7184	2,3502	2,1215	4,0536
i=47	2,1909	2,8353	2,6809	3,2011	3,5913	3,0021	2,1460	2,9653	2,2629	2,0069	1,6735	2,4884
i=48	1,6692	2,3217	1,9575	1,9018	1,8164	1,3195	1,7201	1,7583	2,0972	1,9349	1,6523	1,5954
i=49	1,5530	1,6150	1,7881	1,5741	1,5356	1,3023	1,6357	1,6436	1,8250	1,6409	1,6398	1,0364
i=50	1,4100	0,8025	1,7220	1,4304	1,3559	1,2543	1,6292	1,1898	1,4974	1,5784	1,6195	0,8358
i=51	-0,8401	-0,5688	-0,4973	-0,4046	-0,5552	-0,6099	-0,3036	-0,4662	-0,6361	-0,7131	-0,5354	-0,3787
i=52	-0,1042	-0,4363	-1,3106	-0,4628	-0,4922	0,1935	-1,1938	-1,1939	0,6899	-0,0058	0,2284	0,0594
\bar{E}_j	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
ESD	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000

11. EK-2

Çizelge 11.1. Üç yıl arka arkaya kurak olma durumlarının ortalamalarının sonuçları

	j=1	j=2	j=3	j=4	j=5	j=6	j=7	j=8	j=9	j=10	j=11	j=12
Tarihi	10,986	12,096	21,156	28,038	35,444	46,185	44,281	31,593	21,173	11,571	8,277	7,691
1	11,810	12,516	21,722	29,077	37,748	48,802	46,196	33,166	23,040	12,401	8,794	8,318
2	11,812	12,553	21,865	29,296	37,960	48,977	46,286	33,210	23,066	12,408	8,797	8,319
3	11,812	12,517	21,792	29,222	37,855	48,918	46,256	33,195	23,057	12,405	8,796	8,319
4	11,811	12,640	21,951	29,377	38,011	49,043	46,320	33,227	23,076	12,411	8,798	8,320
5	11,808	12,549	21,861	29,292	37,925	48,974	46,285	33,209	23,066	12,408	8,797	8,319
6	11,803	12,482	21,767	29,204	37,837	48,903	46,248	33,191	23,055	12,405	8,796	8,319
7	11,806	12,484	21,781	29,217	37,850	48,914	46,254	33,194	23,057	12,405	8,796	8,319
8	11,813	12,526	21,831	29,264	37,897	48,952	46,273	33,204	23,062	12,407	8,797	8,319
9	11,812	12,565	21,879	29,308	37,942	48,988	46,292	33,213	23,068	12,408	8,797	8,320
10	11,807	12,667	21,914	29,342	37,976	49,015	46,305	33,219	23,072	12,409	8,798	8,320
11	11,808	12,525	21,834	29,266	37,900	48,954	46,274	33,204	23,063	12,407	8,797	8,319
12	11,813	12,624	21,917	29,344	37,978	49,017	46,306	33,220	23,072	12,409	8,798	8,320
13	11,808	12,646	21,947	29,373	38,007	49,040	46,318	33,226	23,076	12,410	8,798	8,320
14	11,813	12,653	21,978	29,402	38,037	49,063	46,330	33,232	23,079	12,411	8,799	8,320
15	11,813	12,686	21,978	29,403	38,037	49,064	46,330	33,232	23,079	12,411	8,799	8,320
16	11,812	12,623	21,936	29,363	37,997	49,032	46,314	33,224	23,074	12,410	8,798	8,320
17	11,812	12,618	21,936	29,363	37,997	49,031	46,314	33,224	23,074	12,410	8,798	8,320
Ort	11,764	12,554	21,836	29,231	37,800	48,826	46,177	33,121	22,962	12,361	8,768	8,285

Çizelge 11.2. Beş yıl arka arkaya kurak olma durumlarının ortalamalarının sonuçları

	j=1	j=2	j=3	j=4	j=5	j=6	j=7	j=8	j=9	j=10	j=11	j=12
Tarihi	10,986	12,096	21,156	28,038	35,444	46,185	44,281	31,593	21,173	11,571	8,277	7,691
1	11,983	12,581	21,870	29,487	38,670	49,679	46,706	33,576	23,617	12,564	8,898	8,496
2	11,998	12,678	22,047	29,738	38,922	49,881	46,810	33,627	23,647	12,572	8,902	8,498
3	11,965	12,638	22,003	29,696	38,880	49,848	46,793	33,618	23,642	12,571	8,901	8,498
4	11,967	12,571	21,909	29,608	38,791	49,776	46,756	33,600	23,632	12,568	8,900	8,497
5	11,980	12,579	21,868	29,542	38,725	49,724	46,729	33,587	23,624	12,566	8,899	8,497
6	11,956	12,591	21,950	29,646	38,830	49,807	46,772	33,608	23,636	12,569	8,901	8,498
7	11,991	12,598	21,957	29,653	38,836	49,813	46,775	33,609	23,637	12,569	8,901	8,498
8	11,994	12,705	22,078	29,767	38,951	49,905	46,822	33,633	23,651	12,573	8,902	8,499
9	11,999	12,727	22,103	29,791	38,975	49,924	46,832	33,638	23,654	12,574	8,902	8,499
10	11,977	12,706	22,079	29,768	38,952	49,905	46,822	33,633	23,651	12,573	8,902	8,499
Ort	11,891	12,588	21,911	29,521	38,543	49,495	46,554	33,429	23,415	12,479	8,844	8,425

Çizelge 11.3. Üç yıl arka arkaya yaş olma durumlarının ortalamalarının sonuçları

	j=1	j=2	j=3	j=4	j=5	j=6	j=7	j=8	j=9	j=10	j=11	j=12
Tarihi	10,986	12,096	21,156	28,038	35,444	46,185	44,281	31,593	21,173	11,571	8,277	7,691
1	11,019	12,226	21,179	28,107	35,648	46,595	44,344	31,597	21,361	11,887	8,277	7,720
2	11,128	12,126	21,183	28,069	35,764	46,582	44,292	31,659	21,391	11,725	8,321	7,762
3	11,009	12,213	21,269	28,201	35,707	46,532	44,351	31,596	21,262	11,784	8,277	7,755
4	11,038	12,117	21,180	28,101	35,556	46,512	44,291	31,597	21,452	11,694	8,277	7,721
5	11,029	12,125	21,186	28,067	35,642	46,217	44,450	31,801	21,541	11,629	8,277	7,725
6	11,022	12,141	21,189	28,157	35,556	46,616	44,290	31,597	21,282	11,740	8,277	7,691
7	11,015	12,147	21,195	28,091	35,522	46,703	44,287	31,596	21,175	11,805	8,282	7,691
8	11,036	12,117	21,179	28,059	35,739	46,735	44,290	31,597	21,343	11,719	8,277	7,691
9	11,028	12,114	21,177	28,087	35,513	46,432	44,328	31,597	21,311	11,742	8,277	7,710
10	11,036	12,185	21,238	28,139	35,493	46,683	44,290	31,597	21,385	11,666	8,277	7,704
11	11,013	12,138	21,185	28,082	35,571	46,563	44,289	31,596	21,342	11,682	8,277	7,691
12	11,058	12,150	21,198	28,094	35,509	46,608	44,292	31,596	21,278	11,712	8,312	7,749
13	11,054	12,146	21,194	28,090	35,514	46,407	44,326	31,597	21,281	11,723	8,298	7,696
14	11,056	12,193	21,247	28,140	35,731	46,508	44,290	31,597	21,421	11,719	8,298	7,712
15	11,057	12,168	21,219	28,183	35,637	46,601	44,291	31,632	21,482	11,743	8,292	7,717
16	11,048	12,140	21,186	28,100	35,594	46,625	44,311	31,597	21,257	11,715	8,292	7,713
17	11,039	12,139	21,186	28,083	35,560	46,417	44,291	31,595	21,176	11,799	8,296	7,693
Ort	11,037	12,149	21,197	28,105	35,594	46,529	44,310	31,613	21,329	11,725	8,287	7,713

Çizelge 11.4. Beş yıl arka arkaya yaş olma durumlarının ortalamalarının sonuçları

	j=1	j=2	j=3	j=4	j=5	j=6	j=7	j=8	j=9	j=10	j=11	j=12
Tarihi	10,986	12,096	21,156	28,038	35,444	46,185	44,281	31,593	21,173	11,571	8,277	7,691
1	11,170	12,316	21,280	28,203	35,779	46,677	44,387	31,617	21,375	11,891	8,286	7,746
2	11,147	12,308	21,377	28,263	35,799	46,507	44,504	31,608	21,473	11,797	8,307	7,711
3	11,147	12,149	21,217	28,095	35,501	46,376	44,472	31,604	21,510	11,892	8,320	7,720
4	11,112	12,191	21,244	28,209	35,608	46,661	44,311	31,608	21,435	11,829	8,299	7,715
5	11,126	12,197	21,251	28,193	35,929	46,598	44,312	31,608	21,345	11,729	8,278	7,704
6	11,185	12,225	21,282	28,304	35,896	46,425	44,448	31,618	21,487	11,852	8,293	7,708
7	11,160	12,212	21,268	28,160	35,738	46,637	44,367	31,612	21,382	11,753	8,278	7,705
8	11,097	12,180	21,232	28,179	35,547	46,740	44,294	31,599	21,436	11,858	8,307	7,747
9	11,208	12,211	21,267	28,160	35,869	46,697	44,315	31,610	21,405	11,833	8,353	7,753
10	11,152	12,188	21,241	28,151	35,708	46,674	44,333	31,666	21,390	11,735	8,306	7,726
Ort	11,135	12,207	21,256	28,178	35,711	46,562	44,366	31,613	21,401	11,795	8,300	7,721

Çizelge 11.5. Üç yıl arka arkaya kurak olma durumlarının standart sapmalarının sonuçları

	j=1	j=2	j=3	j=4	j=5	j=6	j=7	j=8	j=9	j=10	j=11	j=12
Tarihi	5,659	5,351	12,522	19,048	26,220	32,170	24,687	16,989	14,006	7,624	4,764	4,444
1	6,377	6,022	13,186	20,524	28,333	35,552	30,143	20,102	17,009	8,184	5,660	5,176
2	6,151	6,204	13,477	21,044	28,152	38,672	30,170	19,625	16,386	8,241	5,509	5,025
3	6,217	6,369	13,442	20,084	27,281	35,530	30,538	19,741	16,185	8,673	5,491	5,096
4	6,561	6,379	12,522	20,106	29,849	38,677	29,868	19,250	16,124	8,275	5,275	5,254
5	6,498	5,906	13,751	21,201	28,518	39,496	31,217	20,235	16,514	8,508	5,604	5,309
6	6,632	6,228	13,239	21,656	28,324	38,073	30,944	19,663	16,194	8,288	5,578	5,195
7	6,478	6,157	13,293	21,417	28,619	38,684	30,444	20,552	17,293	8,822	5,597	5,200
8	6,500	6,504	13,601	20,470	28,660	37,311	28,951	19,378	16,373	8,522	5,586	5,199
9	6,456	6,304	13,453	20,390	27,322	36,409	28,475	19,673	16,347	8,277	5,534	5,146
10	6,551	6,531	13,148	21,783	30,681	37,521	30,439	19,882	16,269	8,432	5,321	5,156
11	6,357	5,956	13,466	21,194	28,356	36,525	29,313	19,282	16,411	8,543	5,488	5,096
12	6,427	6,808	13,459	20,289	28,575	36,572	28,803	19,340	16,714	8,448	5,539	5,213
13	6,271	6,298	13,561	21,618	28,437	35,745	28,334	18,932	15,732	8,204	5,370	4,994
14	6,185	6,174	13,322	19,929	27,561	35,782	28,336	18,562	15,448	8,080	5,174	4,936
15	5,974	6,230	13,181	20,336	27,904	36,197	28,696	19,030	15,582	8,055	5,175	4,801
16	6,262	6,259	13,241	20,235	28,413	35,946	29,883	19,539	15,936	8,125	5,425	5,002
17	6,209	6,311	12,449	19,871	28,623	36,598	29,459	19,440	16,019	8,263	5,381	4,992
Ort	6,320	6,222	13,240	20,622	28,324	36,748	29,372	19,401	16,141	8,309	5,415	5,069

Çizelge 11.6. Beş yıl arka arkaya kurak olma durumlarının standart sapmalarının sonuçları

	j=1	j=2	j=3	j=4	j=5	j=6	j=7	j=8	j=9	j=10	j=11	j=12
Tarihi	5,659	5,351	12,522	19,048	26,220	32,170	24,687	16,989	14,006	7,624	4,764	4,444
1	6,814	6,492	13,893	20,984	29,266	37,464	31,288	20,854	17,688	8,390	5,847	5,337
2	6,851	6,775	13,982	21,223	30,841	37,486	31,139	21,201	17,635	9,239	5,837	5,439
3	6,974	6,461	14,174	21,324	30,515	39,130	30,617	20,925	17,162	8,766	5,592	5,567
4	7,011	6,776	14,307	23,318	32,201	41,018	32,452	22,021	17,671	8,566	5,652	5,292
5	6,977	6,341	13,930	21,333	29,921	38,990	30,660	20,953	17,552	8,920	5,900	5,455
6	6,846	6,960	13,769	21,891	31,177	39,698	31,012	21,435	17,389	8,679	5,607	5,325
7	6,733	7,064	14,246	21,707	30,649	38,585	30,142	20,833	17,473	8,813	5,844	5,297
8	6,541	6,707	14,003	21,302	29,48	37,074	29,153	19,611	16,128	8,127	5,430	5,190
9	6,232	6,531	13,697	20,393	29,183	36,945	28,522	19,244	15,880	8,161	5,359	4,897
10	6,667	6,712	13,878	21,039	31,481	37,940	31,099	20,836	16,911	8,390	5,598	5,166
Ort	6,664	6,561	13,855	21,233	30,085	37,864	30,070	20,446	16,863	8,516	5,585	5,219

Çizelge 11.7. Üç yıl arka arkaya yaş olma durumlarının standart sapmalarının sonuçları

	j=1	j=2	j=3	j=4	j=5	j=6	j=7	j=8	j=9	j=10	j=11	j=12
Tarihi	5,659	5,351	12,522	19,048	26,220	32,170	24,687	16,989	14,006	7,624	4,764	4,444
1	8,932	7,630	17,298	28,159	41,790	54,089	41,749	28,727	23,461	11,367	6,994	6,285
2	9,075	7,808	16,640	27,151	40,232	53,151	40,687	28,431	23,436	11,344	7,244	6,457
3	8,788	7,469	16,483	27,323	40,931	53,171	40,935	28,308	23,742	11,465	7,028	6,211
4	8,965	7,526	16,737	27,986	41,816	53,937	41,156	28,498	23,671	11,458	7,040	6,259
5	8,790	7,522	16,888	27,760	41,284	53,719	40,807	28,750	23,948	11,494	6,950	6,187
6	8,864	7,982	17,871	29,005	42,737	55,058	42,008	28,973	23,634	11,484	7,046	6,192
7	8,697	7,825	17,077	27,817	41,390	53,778	40,955	28,403	23,443	11,371	7,020	6,154
8	8,846	7,744	17,429	28,350	41,997	54,359	41,567	28,624	23,690	11,391	7,048	6,231
9	8,890	7,817	17,337	28,433	41,505	53,974	41,381	28,572	23,620	11,462	7,091	6,256
10	8,898	7,525	17,466	28,209	41,686	54,129	41,074	28,987	23,834	11,564	7,089	6,234
11	8,872	7,551	17,170	27,442	40,876	53,060	41,305	28,635	23,629	11,423	7,036	6,295
12	8,926	7,699	17,301	28,431	41,931	54,067	41,404	28,528	23,604	11,367	7,117	6,370
13	8,848	7,630	16,997	27,482	40,661	53,371	40,896	28,414	23,587	11,382	7,055	6,259
14	8,817	7,505	16,640	27,472	41,125	53,600	40,916	28,250	23,450	11,368	6,983	6,202
15	8,840	7,606	16,764	27,423	41,136	53,551	41,136	28,381	23,441	11,384	7,012	6,217
16	8,902	7,610	16,969	27,827	41,882	53,889	41,584	28,498	23,588	11,457	7,123	6,284
17	8,969	7,708	16,942	27,496	41,277	53,580	41,120	28,427	23,587	11,440	7,159	6,321
Ort	8,699	7,528	16,807	27,379	40,582	52,592	40,298	27,911	23,076	11,214	6,933	6,159

Çizelge 11.8. Beş yıl arka arkaya yaş olma durumlarının standart sapmalarının sonuçları

	j=1	j=2	j=3	j=4	j=5	j=6	j=7	j=8	j=9	j=10	j=11	j=12
Tarihi	5,659	5,351	12,522	19,048	26,220	32,170	24,687	16,989	14,006	7,624	4,764	4,444
1	9,673	8,212	18,568	29,987	44,667	57,612	44,312	30,868	25,458	12,094	7,668	6,950
2	9,549	8,168	17,928	29,233	44,218	57,122	44,200	30,477	25,657	12,252	7,731	7,023
3	9,680	8,415	18,215	29,833	44,801	57,908	43,693	31,058	25,688	12,264	7,604	6,998
4	9,578	8,471	18,412	29,904	44,278	57,718	44,126	30,868	25,552	12,171	7,718	6,875
5	9,487	8,361	18,527	30,297	44,935	57,898	44,293	30,682	25,658	12,181	7,617	6,903
6	9,626	8,366	18,715	30,460	45,046	57,864	44,291	31,077	25,719	12,326	7,741	7,041
7	9,585	8,251	18,178	29,817	44,233	57,102	44,161	30,886	25,619	12,167	7,655	6,967
8	9,619	8,264	18,343	29,576	44,318	57,270	43,898	30,574	25,656	12,251	7,652	7,004
9	9,542	8,198	18,060	29,409	44,327	57,296	44,139	30,619	25,488	12,128	7,594	6,873
10	9,711	8,214	18,150	29,516	44,391	57,143	44,244	30,819	25,684	12,333	7,777	7,015
Ort	9,246	8,025	17,783	28,825	42,858	55,191	42,368	29,538	24,562	11,799	7,411	6,736