

Ankara Üniversitesi
Ziraat Fakültesi Yayınları No: 972

Ders Kitabı : 284



SU KAYNAKLARININ PLANLANMASI

Y a z a n

Prof. Dr. Ali BALABAN

A.Ü. Ziraat Fakültesi
Kültürteknik Bölümü

ANKARA

1986

Ankara Üniversitesi
Ziraat Fakültesi Yayınları No: 972

Ders Kitabı : 284

SU KAYNAKLARININ PLANLANMASI

Yazar

Prof. Dr. Ali BALABAN

A.Ö. Ziraat Fakültesi
Kültürkök Bölümü

ANKARA

1986

*Eğim Sevin'e
Şükranlarımla.*

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖNSÖZ	V
1.0 GİRİŞ	1
1.1 Tarihçe Gelişim	1
1.2 Su Kaynakları Mühendisliği	3
1.3 Çok Kullanımlı Projeler	7
2.0 SU KAYNAKLARININ GELİŞTİRÜLMESİNİN TARIMSAL ÜRETİM- DEKİ YERİ	12
2.1 İklim	12
2.2 Toprak Varlığı	13
2.3 Su Varlığı	15
2.4 Bitki Varlığı	16
2.5 Hayvan Varlığı	18
2.6 Üretim Potansiyeli	19
3.0 SU KAYNAKLARI PROBLEMLERİNE SİSTEM YAKLAŞIMI	22
4.0 SU KAYNAKLARI MÜHENDİSLİĞİNDE PROBLEMLER	29
4.1 Geliştirme Problemleri	29
4.2 Projelene Problemleri	31
4.3 İşletme Problemleri	38
5.0 SU KAYNAKLARI EKONOMİSİ TEMEL KAVRANLARI	42
5.1 Temel İktisat	42
5.2 Ekonomik Analiz Çerçeve Tablosunun Kullanımı	46
6.0 SU KAYNAKLARI PROJELERİNİN MASRAFLARI	52
6.1 Yatırım Masrafları	52
6.2 Yıllık İşletme, Bakım ve Yerleşme Masrafları	53
6.3 Yıllık Masraflar	54
6.4 Çok Kullanımlı (Amaçlı) Projelerde Masraf Ayırımı	54

	<u>Sayfa</u>
6.5 Proje Keşif Bedelinin Bulunması	56
6.6 Örnek Problem Çözümleri	64
7.0 SU KAYNAKLARI GELİŞTİRME PROJELERİNİN FAYDALARI	71
7.1 Taşkın Kontrol Faydaları	72
7.2 Arazi İslah Faydaları	72
7.3 Hidroelektrik Enerji Faydaları	72
7.4 Ulaşım Faydaları	72
7.5 İçme ve Kullanma Suyu Sağlama Faydaları	72
7.6 Sulama Faydaları	72
7.7 Su Odama Gücü	74
7.8 Örnek Problem Çözümleri	75
8.0 SU KAYNAKLARI PROJELERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ	82
8.1 Fayda-Mazraf Oranı Yöntemi	82
8.2 Net Bugünkü Değer Yöntemi	84
8.3 Verim (İç-Karlılık) Yöntemi	74
8.4 Proje Seçimi	85
8.5 Mali Analiz	88
8.6 Örnek Problem Çözümleri	89
9.0 SU KAYNAKLARININ GELİŞTİRİLMESİNDE OPTİMİZASYON TEKNİKLERİ	106
9.1 Optimizasyon Problemleri	106
9.2 Optimizasyon Yöntemleri	108
9.2.1 Analitik Yöntemler	108
9.2.2. Benzetim (Simülasyon) Tekniği	140
9.3 Optimizasyon Problemleri	140
10.0 SULAMA PLANLAMASI	143
10.1 İlgili Grupları	143
10.2 Sulama Projelerinin Kullanma Planlarındaki Yeri	146
10.3 Sulama Projelerinde Planlama Kademeleri	148
10.4 Bitki Desen ve Sırtın Kapasitesinin Tayini	151
11.0 PLANLAMA RAPORU	156
11.1 Planlama Raporunun Temel İlkeleri	157
11.2 Planlama Raporunun Genel Çerçevesi	158
11.3 Planlama Raporunun Ayrıntıları	160
Ek 1. EKONOMİK ANALİZ ÇEVİRİM TABLOLARI	171
YARARLANILAN KAYNAKLAR	262

Ö N S Ö Z

Bilindiği gibi genel anlamda planlama; öngörülen amaçların gerçekleştirilmesi için kaynakların en uygun alternatife yönlendirilmesi için yapılan sistematik uğraş biçimidir. Su kaynaklarının planlanması, ya da proje formülasyonu; geliştirme amaçlarının tanımlanması, planlama için gerekli verilerin toplanması, alternatif planların üretilmesi ve bu planların sosyo ekonomik analizi ve en uygun planın seçilmesi konularını kapsar.

Ziraat Fakültesi Kültürteknik Bölümü öğrencilerinin "Su Kaynaklarının Planlanması" dersi için Ders Kitabı olarak hazırlanan bu eserde, konular yukarıda belirtilen çerçeve içinde incelenmiştir. Su kaynaklarından yararlanma faaliyetlerinin tarihsel gelişimine kısaca değinildikten sonra su kaynakları mühendisliğinin tanımı, amaç ve fonksiyonları, su kaynakları problemlerine sistem yaklaşımı ile buna ilişkin konular, geliştirme, projelendirme ve işletme problemleri olarak açıklanmıştır.

Daha sonra, su kaynakları ekonomisinin temel kavramları, proje masrafları, faydalar, fayda-masraf parametreleri ve proje seçimi konuları, örnek problem çözümleri ile desteklenerek tartışılmıştır.

Su kaynaklarının geliştirilmesinde formüle edilen amaçları en iyi biçimde gerçekleştiren sistem birimleri, çıktılar ve işletme programı kombinasyonunun bulunmasına ilişkin optimizasyon problemlerinin çözümlenmesine yönelik, uygulamada yaygın biçimde kullanılan teknikler, örnek problem çözümleri ile açıklanmıştır.

Sulama planlaması, sulama projelerinin kalkınma planlarındaki yeri, planlama aşamaları ve sistem kapasitelerinin tayini konuları tartışılmış ve son olarak da su kaynaklarının planlanmasına yönelik bir planlama (fizibilite) raporunun hazırlanmasındaki temel ilkeler ve bu rapor kapsamına giren konular ayrıntıları ile incelenmiştir.

Eserin, yukarıda kısaca değinilen nitelikleri ile uygulamada, su kaynaklarının geliştirilmesi konularında çalışan mühendis ve teknisyenler için de yararlı bir başvuruca olacağı umulmaktadır.

Kitabın hazırlanmasında, Kaynak Listesinde belirtilen eserlerden büyük ölçüde yararlanmış, ekte verilen çevrim tablolarının düzenlenmesinde ise Gittinger (1973) esas alınmıştır. Özellikle örnek problemlerin hazırlanması ve çözümlenmesinde yardımlarını gördüğüm Dr. Nejat Evsahibioglu ve Dr. Süleyman Kodal ile şekillerin çiziminde ve metnin daktilofunda emeği geçen bölümümüz teknisyenlerine teşekkür etmek isterim.

Ankara, Ocak 1986

Prof. Dr. Ali BALABAN

1. GİRİŞ

Su kaynaklarından yararlanma çabaları insanlık tarihi kadar eskidir. Buna karşılık, suyun doğada oluş ve bulunuşuna ilişkin temel bilimsel bulgular, en çok 150-200 yıl geriye gidabilmektedir. Bununla beraber insanoğlu, çağındaki bilimsel gelişmelerin düzeyine bağlı olarak, doğanın hidrolojik çevrimine (devresine) ilişkin ilginç spekülasyon ve yorumlarda bulunmuştur.

1.1. Tarihsel Gelişim

Suya ilişkin en eski bilgiler Tevratın ilk kitabının yaratılış bölümünde yer almış, Cennette suyun bol olduğu belirtilmiştir. En eski uygarlıkların Ortadoğunun Dicle, Fırat, Nil ve Şeria nehirleri vadilerinde geliştiği bilinen bir durumdur. Eski Yunan filozofları su, toprak, hava ve ateşi evrenin dört temel elemanı olarak tanımlamışlardır.

Bunlar, örneğin kaynak sularının, deniz suyunun yeraltı kanallarından dağların altına iletilip burada artılıp yer yüzüne yükselmesi ile oluştuğunu ileri sürmüşlerdir. Aristo'ya göre yeraltı suları havanın yeraltında, karanlık mağaralarda yoğunlaşması ile meydana gelmiştir.

Su mühendisliğinin bilinen ilk temel ilkeleri yüzyıllar önce Nil vadisinde geliştirilmiş, daha sonraları Romalılar döneminde köprü ve akadüklerin yapımında kullanılmıştır. Orta çağda önemli bir dönüşümden sonra 14. yüzyılda sudan yararlanmada önemli ilerleme görülmüş, hızarhaneler'de su gücünden yararlanılmış, su pompaları yapılmış ve su çıkarmak için ilk kez burgu kuyuları açılmıştır.

Hidrolojik çevrimin (devre) mekanizmasının anlaşılması ancak 17. yüzyılın sonlarına doğru başarılmıştır. İleri sürülen teoriler ilk kez gözlem ve kantitatif verilere dayanmakta idi. Pierre Perrault düşen yıllık yağış üç yıl ölçerek yukarı Seine nehrinin drenaj havzasındaki yüzey akışlarını tahmin eden çalışmasını 1674'de yayınlamıştır.

Daha sonraki yıllarda suyla ilgili bilimsel çalışmalar genişlemiş, Bernouilli maddenin sakımı kanununu 1738 de hidrodinamiğe uygulamıştır. Aynı dönemde d'Alembert, Newton'un 3. hareket kanununun akan sulara uygulanabileceğini göstermiştir. Onsekizinci yüzyılın sonlarına doğru Chezy suyun açık kanallarda akışını düzenleyen formülünü geliştirmiştir. Su problemlerine ilişkin en önemli buluşlardan biri, Darcy'nin suyun poroz ortamdaki akışına ilişkin 1856 da yayınladığı tezdır. Ampirik, uygulamalı ve temel bilim yönleri bulunan bu araştırma; hidroloji, hidrolik ve bunların uygulama problemlerine açıklık getirmiştir.

Daha sonraları hidroloji ve hidrolik alanındaki gelişmeler sonucu hidrolojik çevrimi (devreyi) oluşturan doğal olayların daha iyi anlaşılması, Su Kaynakları Mühendisliği'nin gelişmesine ortam hazırlamıştır.

Su kaynaklarının geliştirilmesinin problemlerine ilişkin ilk kapsamlı rapor 1950 de yayınlanmıştır. 1955 de ise Harvard Üniversitesinde bir "Su Kaynakları Programı" başlatılmıştır. Bu programın amacı, modern kompleks Su Kaynakları Sistemlerinin planlanması ve projelendirilmesinde metodoloji geliştirmektir. Daha başlangıçta bu sistemlerin, temel mühendislik yanında geniş ekonomik ve sosyal yönlerinin bulunduğu ortaya çıkmıştır. Geliştirilen metodolojinin temel amaçları alternatiflerin, daha ileri analizler için elverişli projelerin tanınmasına olanak verecek biçimde elelenmesi, optimal projenin belirlenmesi için alternatif sistemlerin detaylı biçimde analiz edilmesi idi. Daha sonraki çalışmalarda ise ekonomik amaçlar ile mühendislik analizi ve planlamanın ilişkilerini kuran yeni teknikler geliştirilmiştir. Ön eleme ve ayrıntılı analiz için uygun olan bu teknikler, analitik modeller ve sayısal bilgisayar benzetme (simulasyon) modellerinden oluşmuştur.

Harvard Su Programı ile hemen aynı zamanda, Kaliforniya Üniversitesinde de Su Kaynakları Sistemlerinin Optimizasyonu üzerinde çalışmalar başlatılmıştır. Bu çalışmaların ilk ürünü Su Kaynakları Mühendisliğinde ardışık çok kademeli karar işleminin, dinamik programlama uygulanarak analiz yönteminin geliştirilmiş olmasıdır. Dinamik programlamanın Su Kaynakları Mühendisliğinde bir optimizasyon tekniği olarak uygulanması çalışmaları sürdürülerek, pompaj-depolu şebekeler de dahil kompleks sistemlerin analizinde başarı ile kullanıldı.

Bundan sonraki aşamada, su kaynakları mühendisliğine *sistem yaklaşımı* getirilerek, çeşitli matematiksel analitik yöntemler geliştirildi.

Su kaynaklarının geliştirilmesinin ekonomik büyüme ve bölgenin entegre kalkınmasında önemli rolü vardır. Başka bir deyişle, su kaynakları sistemleri, öbür doğal kaynakların geliştirilmesi ve bölgenin entegre kalkınmasının gerçekleştirilmesinde itici bir güç olmaktadır. Bu gerçek, toprak kaynakları ve tarımsal gelişme için özellikle geçerlidir. Bu geniş perspektif içinde, su sadece tarımsal üretimin artırılmasında değil, aynı zamanda ucuz enerji sağlama ve sanayi gelişmesinde de (örneğin gübre sanayi) önemli bir faktördür.

Günümüzde, belirli bir bölgedeki su ve öbür doğal kaynakların kapsamlı bir biçimde planlanması düşüncesi giderek daha çok kabul görmektedir. Uluslararası ya da ulusal düzeydeki hemen hiç bir planlama kuruluşu, ekonomik gelişmeyi bölgedeki su kaynaklarının geliştirilmesinden ayrı düşünmemektedir. Bölgesel su planı, çoğu kez öteki ekonomik faaliyetlerin planlanmasında bir çekirdek oluşturmaktadır.

1.2. Su Kaynakları Mühendisliği

Doğal kaynaklar yenilenip, yenilenmediklerine göre yenilenebilen ve yenilenemeyen olmak üzere iki ana grup altında toplanabilir. Yenilenebilen kaynaklar genellikle bir çevrim deseni içinde yenilenirler. Örneğin havanın CO_2 formundaki karbonu, fotosentez olayı ile bitki dokusuna geçer, hayvan sindirim mekanizmasından ya da başka yollardan çoğunlukla CO_2 olarak tekrar havaya döner.

Buna karşılık fosil yakıtlar (petrol, kömür vb.) ve mineral madenler yenilenemeyen kaynaklardır. Bu kaynaklar herhangi bir yörede ekonomik olarak ölçülebilir bulunduğu zaman tüketinceye kadar çıkarılarak yararlanır.

Su, doğada hidrolojik çevrim (devre) ile yenilenebilen bir doğal kaynaktır. Hidrolojik çevrimin özellikleri ve analizi hidroloji derslerinde ayrıntılı bir biçimde incelenmiştir. Yer yüzündeki suyun temel kaynağı okyanuslardır. Güneşten yer yüzüne sürekli bir biçimde gelen enerji okyanuslardaki suyu buharlaştırır. Atmosferik su buharının bir bölümü yağış olayı ile sıvı (yağmur, çil) ya da katı (kar, kırağı)

formda yeryüzüne düşer, toprak yüzeyinden veya yeraltından tekrar okyanuslara ulaşarak hidrolojik çevrimi tamamlar.

İnsanlar, tarih boyunca, çeşitli amaçlar için ihtiyaç duyduğu suyu sağlamak için hidrolojik çevrimin çeşitli noktalarından su alma girişiminde bulunmuşlardır. Örneğin, daha eski zamanlardan başlayarak akarsular saptırılmış, bunlardan sulama, içme ve kullanma suyu sağlama ve ulaşımda yararlanılmıştır. Aynı şekilde ilk uygarlıklardan başlayarak yeraltı sularının çıkarılması amacı ile kuyular açılmıştır.

Hidrolojik çevrimin belirli yönlerinden yararlanma tutkusunu, çeşitli düzey ve kapsamda su kaynakları projelerinin gerçekleştirilmesi ile sonuçlanmıştır. Bunların en basiti içme ve kullanma suyu sağlayan basit sarnıçlardan başlayarak en geliştirilmiş biçimi ile akarsuları düzenleyen, yeraltı suyu akiferlerini besleyen, elektrik üreten, içme, kullanma ve sulama suyu sağlayan, tarım ve yerleşme alanlarını topraklarından koruyan komplice çok amaçlı projelere kadar uzanmaktadır.

Su kaynakları sistemlerinin kompleksliği arttıkça, geliştirme, kontrol, tahsis, arıtma, yarıştırma ve suyun tekrar kullanılmasına ilişkin önemli problemler ortaya çıkmaktadır. Bu problemlerin analize ve çözümlenmesi Su Kaynakları Mühendisliğinin belli başlı çalışma alanlarını oluşturmaktadır.

Su kaynakları mühendisliğinde *temel problem*, suyun istenilen yer ve zamanda, istenilen miktar ve nitelikte bulundurulmasıdır. Bu konuda genellikle üç temel soru ortaya çıkmaktadır.

1. Su kaynağının doğal durumu ile istek arasındaki farkın en aza indirilmesi için nasıl bir sistem gerçekleştirilmelidir.
2. Su kaynağı hangi ölçekte geliştirilecektir, sistemin hizmet götüreceği alan ne büyüklükte olacaktır.
3. İnşa edilen sistem öngörülen amaçları gerçekleştirmek için nasıl işletilecektir.

Bu soruların sırası aynı zamanda cevapları ilişkin kronolojik sıradır. Birinci sorunun çözümü için insan önce doğal hidrolojik olayları anlamaya çalışmış, depolama ve iletim yapıları inşa etme girişiminde bulunmuştur. Bu faaliyetler sonucu hidroloji ve hidrolik mühendisliği bilim dalları gelişmiştir.

İkinci ve üçüncü sorular, son yüzyılda mühendis, ekonomist ve planıcıları fazlasıyla uğraştırmıştır. Son 30-40 yılda ise su dahil doğal

kaynakların geliştirilmesi ve bunlardan yararlanmanın özel sorunları üzerine daha yoğun olarak eğilmiştir.

Özellikle son yıllarda yüksek kapasiteli ve hızlı bilgisayarların kullanıma girmesi ile su kaynaklarının geliştirilmesine ilişkin problemlerin analiz ve çözümlenmesinde önemli ilerlemeler kaydedilmiştir. Bilgisayar teknolojisindeki gelişmeler, hesaplama hızını olağanüstü artırdığı gibi, yeni matematiksel teori ve yöntemlerin geliştirilmesinde de önemli katkılarda bulunmuştur. Bu yöntemlerin bir bölümü su kaynakları sistemlerinin projelenebilmesine günümüzde uygulanmakta, diğer bir bölümü ise gelecek için potansiyel uygulama alanı oluşturmaktadır.

Su kaynakları geliştirilmesinin planlanmasında karşılaşılan problemlerin çoğunluğu kompleks bir durum gösterir. Örneğin amaçların formüle edilmesi önemli bir sorundur. Bir su kaynakları sisteminin yapıldığı ve işletildiği amaçlar (objectives) nasıl tanımlanacaktır? Su kaynakları geliştirme problemlerinin kompleksliğinin bir başka nedeni de, bunların çözülmesinde fazla sayıda faktörün bulunmasından kaynaklanmaktadır. Bir bölümü yapısal olan bu faktörlerin önemlileri şöyle sıralanabilir: Rezervuar ve girin akım, aküferler ve işletme politikaları, kuyular ve su kalitesi kontrol kriterleri, yeraltı suyu besleme tesisleri ve taşkın ovası zarlama düzenlemeleri. Bu faktörlerin bazılarının kantitatif olarak belirlenmesi olanağı yoktur.

Su kaynakları mühendisliği Şekil 1.1 den de görüleceği gibi temel bilimlerden uygulamalı bilimlere, doğal bilimlerden sosyal bilimlere kadar çeşitli disiplinlerin ortak yerinde bulunmaktadır.



Şekil 1.1. Su kaynakları mühendisliğinin diğer bilimlerle ilişkisi.

Su kaynakları mühendisliği başta İnşaat ve Kültürteknik Mühendisliği olmak üzere aşağıda belirtilen disiplinlerle yakından ilişkilidir.

1) *Kültürteknik Mühendisliği*: Kültürteknik Mühendisliğinin bir bölümü tarım arazisinde kök bölgesinde yeterli bir nem rejiminin korunması ve kontrolü ile ilgilidir. Sulama ve drenajın çeşitli problemleri bu başlık altında incelenebilir. Kültürteknik Mühendisliğinin Su Kaynakları Mühendisliği ile yakından ilgili öteki alanları havza amenajmanı, toprak ve su muhafazası ve toprak ıslahıdır.

2) *İnşaat Mühendisliği*: Bu başlık altında çeşitli mühendislik disiplinleri bulunur. Bunlar içerisinde Hidrolik ve Çevre Mühendisliğinin Su Kaynakları Mühendisliği ile yakın ilişkisi vardır. Bunlardan birincisi barajlar, su alma yapıları, kanallar, çevirme yapıları, boru hatları ve güç santrallerinin hidrolik ve fiziksel projelenmesi, akarsu düzenleme ve ulaşımı ilgilidir. İkincisi ise, sağlanan içme ve kullanma suyunun kalitesi, dağıtılması, kanalizasyonu, arıtılması, ıslahı ve yeniden kullanılması ile ilgilidir.

3) *Hidroloji*: Su kaynakları mühendisliği problemlerinin analiz ve çözümlenmesinde uygulamalı hidroloji temel bir disiplindir. Hidrolojinin temel fonksiyonu, su kaynağının Su Kaynakları Geliştirme Projelerinde Kantitatif olarak değerlendirilmesidir. Mevcut verilere dayanarak, uygulamalı hidroloji yöntemleri kullanılarak akarsu akımlarının gelecekteki durumu, belli olasılık sınırları içinde saptanabilir. Bu olasılıklar su kaynakları geliştirmesinde karar vericilerin karşılaşacakları belirsizlikleri yansıtır. Belirsizlikler ekonomik değerlendirmeler yapılırken riske dönüştürülür.

4) *Kimya Mühendisliği*: Suyun mineral kalitesinin geliştirilmesi (desalinizasyon) prensipleri daha çok kimya mühendisliği disiplinine girer. Bu işlemler ısı ve kütle transferi, termodinamik ve enerji ilişkilerinin gözönünde bulundurulmasını gerektirir.

5) *Ekonomi*: Su kaynakları mühendisliği bir bakıma "mühendislik ve ekonomi disiplinlerinin evlilik birliğidir". Böyle bir evliliğin gerçekleştirilebilmesinde, ekonominin kantitatif yönleri özellikle etkili olmaktadır. Ekonometri, karar teorisi, programlama yöntemleri ve öteki yöncülem teknikleri iki disiplini birbirine bağlamaktadır.

6) *Konu Yönetim*: Planlanan, projelenecek, inşa edilip, işletilen su kaynakları projelerinin çoğu kez bir ya da daha çok kurumsal sınırları

(kısmı) vardır. Proje alanındaki örgütlenme ve bunun yönetimi de su kaynağı sisteminin verimine büyük ölçüde etki yapan önemli faktörlerdir.

7) *Yasal Durum:* Uygulamada yasal faktörlerin sözkonusu olmadığı bir su kaynakları projesi hemen hemen yoktur. Örneğin, su hakları, yararlı kullanma ve su tahsisine ilişkin yasal doktrin ve düzenlemeler su kaynakları sistemlerinin planlanması ve işletilmesinde önemli ölçüde gözönüne alınır. Çoğu durumda; su kaynaklarının kullanıcılar, çeşitli gaye ve kesimler arasındaki dağıtımı mevcut yasal çerçeve içinde yapılır.

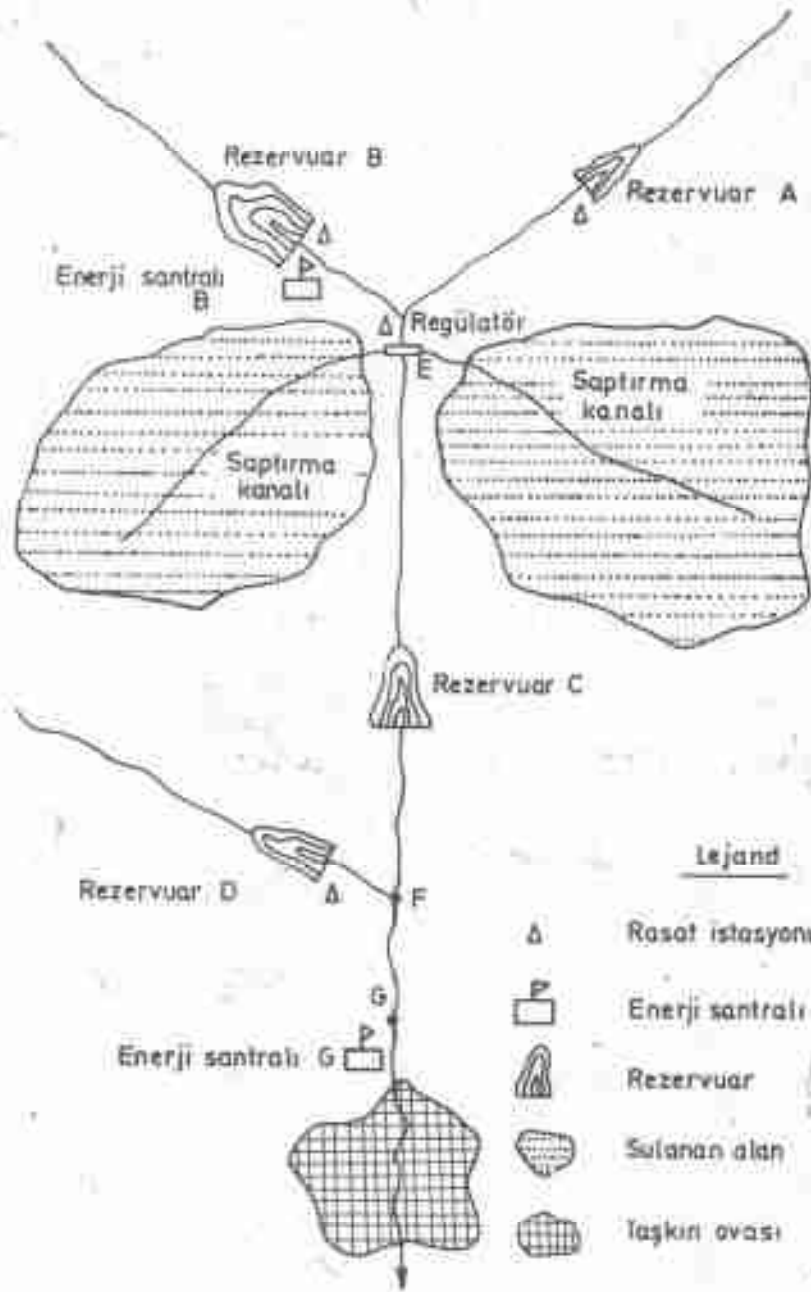
Buraya kadar yapılan açıklamalardan kolayca anlaşılacağı gibi, su kaynakları mühendisliği birçok yönleri olan kompleks bir disiplindir. Bu disiplinin en önemli niteliği, belirli bir yöredeki su kaynaklarının geliştirilmesi ve bundan yararlanmada karşılaşılan problemlerin analiz ve çözümlenmesinde temel, doğal uygulamalı ve sosyal bilimlerin çeşitli alanlarının bütünleştirilmesidir.

1.3. Çok Kullanımlı Projeler

Günümüzde su kaynakları geliştirme projelerinin büyük bölümü: içme ve kullanma suyu sağlama, sulama, hidro-elektrik enerji üretimi, akarsu ulaştırma, taşkın kontrolü, rekreasyon, çevre sağlığı ve doğal kaynakların korunması v.b. kullanımlara (amaçlara) yöneliktir. Projelerin belirtildiği biçimde çok amaçlı olması, gerçekleştirilen faydaların ve ekonomik yapılabilirliğinin yükseltilmesine hizmet eder. Ancak, tek amaç için projelenmiş, buna karşılık arazi olmak üzere başka faydalar da sağlayan projeler çok-amaçlı olarak kabul edilmezler. Çok amaçlı projeler iki ya da daha fazla amacı gerçekleştirmek için projelenir ve işletilirler (Şekil 1.2).

Su kaynaklarından en üst düzeyde yararlanmanın sağlanması esastır. Bunun gerçekleştirilmesinde ise, çok amaçlı kullanım büyük önem taşır. İyi baraj yerlerinin nisbeten kullanılmıy olduğu günümüzde, tek amaçlı projelerin ekonomik dayanaklarını sağlamak oldukça güçtür.

Su kaynaklarında çok amacın projelenmesinde temel-faktör çeşitli kullanım alanları arasında bir uzlaşmanın sağlanmasıdır. Çok amaçlı planlamada, hiç bir amaç için maksimum etkinlik (randıman) sağlanamasa da her bir amaca yönelik tatminkar etkinlikte bir işletme gerçekleştirilebilir. Çok amaçlı bir projenin fiziksel elemanları



Şekil 1.2 Çuk kullanımı bir su kaynakları sistemi

(baraj, dolu savak, su alma yapıları, kapaklar, enerji santrali v.b) tek amaçlardakinden farklıdır. Çok amaçlı projelendirmenin belirgin niteliği, çeşitli kullanım amaçları arasında etkili bir dengelemeye olanak veren fiziksel tesisler, geliştirme ölçeği ve işletme programı arasında bir dengelemenin yapılmasıdır.

1.3.1. Çok Kullanımlı Projelerin Fonksiyonel İstekleri

Çok kullanımlı projelerde depolama hacminin birlikte kullanımındaki başarı, büyük ölçüde çeşitli kullanımlar arasındaki uyuma bağlıdır. O bakımdan, çeşitli kullanımların temel istekleri ile bunlar arasında koordinasyon sağlanmasının yollarını kısaca gözden geçirmekte yarar vardır.

Sulama: Bilindiği gibi sulama suyu talebi mevsimlik olup, yaz aylarında maksimum değerine ulaşır (Şekil 1.3). Sulama mevsimi dışında ise talep çok azdır ya da yoktur. Sulama suyu ihtiyacı yıldan yıla büyük ölçüde değişmez. Rezervuarda sulama suyu depolaması kuraklığa karşı bir sigorta olduğundan, rezervi mümkün olduğu kadar yüksek tutmak istenir.

İçme ve Kullanma Suyu Sağlama: İçme ve kullanma suyu talebi, sulamanınkinin aksine yıl boyu sabit olmakla birlikte, genellikle yaz aylarında maksimuma erişebilir. Yıldan yıla artan talebin karşılanması için projelendirmede gerekli önlemler alınmalıdır. Kurak dönemlere karşı depolamada yeterli rezervin tutulması esastır.

Enerji Üretimi: Hizmet alanının niteliğine göre, enerji talebinde mevsimlere göre önemli ölçüde dalgalanma olabilir. Enerji santralleri genellikle enterkonekte sistemlerin parçası olduğundan enerji talebini öbür su kullanımları ile koordine etmek mümkündür. Enerji üretiminde su tüketilmediği için öbür kullanımlarla etkili bir koordinasyon sağlanabilir. Barajdan sulama kullanımı için bırakılan su, mansapta yer alan türbünlerden geçirilerek enerji üretiminde de kullanılabilir. Ekstrem durumlarda, enerji üretimi yalnızca suyun öbür kullanımlar için bırakılması veya fazla suların boşaltılması ile sınırlandırılabilir.

Ulaşım: Mansap ulaşımı için de su sağlamak için projelendirilmiş rezervuarlarda, ulaşımaya yönelik su talebi, kurak dönemin sonunda özellikle yüksektir.

Taşkın Kontrolü: Taşkın kontrolünün temel talebi, taşkın mevsimindeki suları tutabilecek yeterli bir depolama hacmidir.

Rekreasyon: Uygulamada yalnız rekreasyon amacına yönelik büyük rezervuarların projelendirilmesi söz konusu değildir. O bakımdan, rekreasyon faydası projenin öbür fonksiyonları ile birlikte dikkate alınır. Rekreasyon kullanımı için ideal olan bir rezervuar, rekreasyon mevsiminde su sporları, balık avı v.b etkinliklere olanak verecek kadar dolu olan rezervuarlardır.

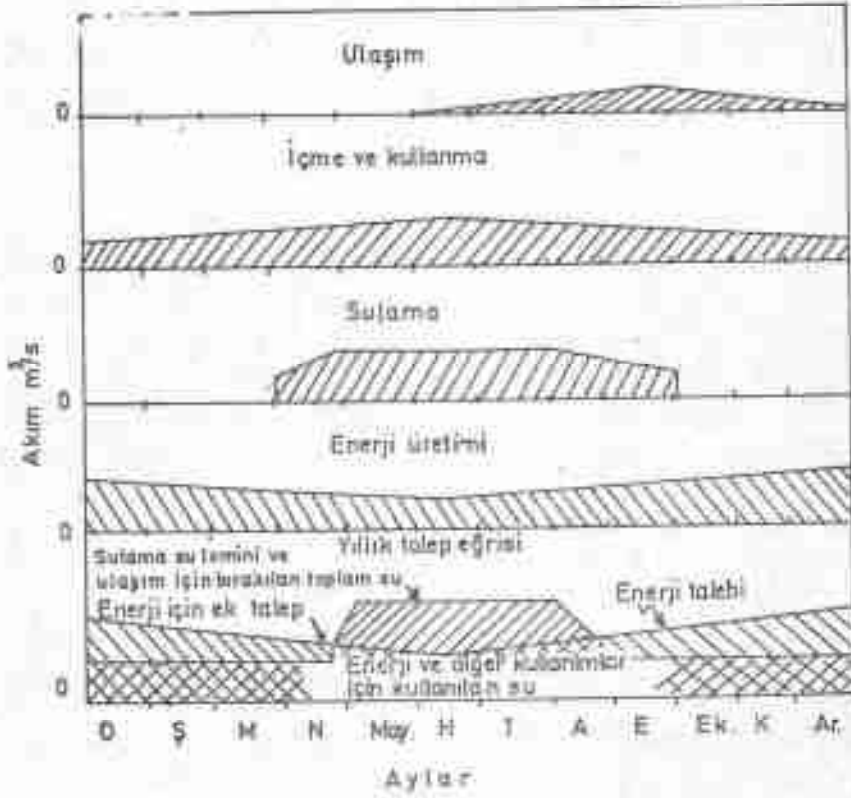
Balık ve Yabani Hayat: Büyük rezervuarlarda balık ve yabani hayata ilişkin önlemler doğanın korunmasına yöneliktir. Depolama yapılarının inşası ile proje alanındaki doğal denge bir ölçüde bozulur. Bazı bitki ve hayvan türleri azalırken, öbürleri artabilir. Mevcut balıkların korunması barajın özel yapılarla donatılmasını gerektirir. Su seviyesinde özellikle kritik dönemlerde ortaya çıkan dalgalanmalar balık popülasyonuna olumsuz etki yapar.

Çevre Sağlığı: Mansapta yeterli suyun bulundurulması rezervuarların çevre sağlığına ilişkin fonksiyonlarından biridir. Bu talep öbür kullanımlarla kolayca uyumlandırılabilir. Uygulamada rezervuar işletmesinin sıvrisinek mücadelesi ile koordine edilmesi de göz önünde bulundurulmalıdır.

1.3.2. Çeşitli Kullanımların Uyumlu

Sulama, ulaştırma, içme ve kullanma suyu sağlama kullanımlarının herbiri belirli hacimlerde su tükettiklerinden, bunlar için birlikte kullanım söz konusu değildir. O bakımdan, bu fonksiyonların yer aldığı projelerde, her biri için ayrı depolama hacmi tahsis zorunludur (Şekil 1.3).

Enerji üretimi özel su tüketimi gerektirmediğinden, rezervuardan öbür kullanımlar için bırakılan su enerji üretiminde de kullanılabilir. Taşkın kontrolü, taşkın döneminde boş depolama hacmi gerektirdiğinden öbür kullanımlar ile en az uyumlu olanıdır. Rekreasyon kullanımı ise genellikle mevcut olanaklara göre değerlendirilir. Bazı durumlarda, sistemin işletilmesinde su seviyesinin rekreasyon mevsiminde fazla dalgalanmaması gözönüne alınır. Aynı durum balıkve yabani hayat fonksiyonu için de geçerlidir.



Şekil 1.3. Çok katlı projelerde, yıllık talebin sentezi.

2. SU KAYNAKLARININ GELİŞTİRİLMESİNİN TARIMSAL ÜRETİMDEKİ YERİ

Bilindiği gibi tarım, toprağı ve tohumu kullanarak bitkisel ve hayvansal ürünlerin üretilmesi ve bunların çeşitli aşamalarda değerlendirilmesi olarak tanımlanır. Tarımda kullanılan üretim kaynakları toprak, emek, sermaye (su, gübre, ilaç, tohumluk, enerji vb. fizik girdiler) ile üretkenlik artışı sağlayan teknolojiden oluşur.

Tarımda bir dönemde üretilen ürünlerin nicelik ve niteliği, önceki üretim kollarında olduğu gibi salt kullanılan kaynaklar, girdi ve teknoloji ile belirlenemez. Üreticinin kontrol edemediği don, kuraklık, taşkınlar, zararlı ve hastalık epidemileri söz konusudur. Bu durumda, girdi-çıktı ilişkisinin kesinlikle ortaya konamaması tarımda belirsizlik ve risk olgusunu arttırmaktadır.

Ekonominin kurumsal yapısı ve gelişme düzeyi doğaya bağlılığı veya doğaya egemen olmayı etkileyebilir. Teknoloji düzeyi ne kadar ileri ise ekonomi, doğal koşulları özellikle olumsuz olanları o ölçüde dizginlemeyi başarabilir. Ne varki tümüyle ortadan kaldıramaz.

Bu bölümde önce tarımsal üretimimizi etkileyen iklim, toprak ve su gibi doğal kaynaklar ile bitki ve hayvan varlığı kısaca gözden geçirildikten sonra, ülkemizde doğal koşulların olanak verdiği üretim potansiyeli değerlendirilmeye çalışılacaktır.

2.1. İklim

Doğal vejetasyonun oluşumu ve kültür bitkilerinin dağılımı büyük ölçüde iklim koşullarına bağlıdır. İklimin tarımsal üretime etki yapan temel öğeleri güneş enerjisi (ışık, sıcaklık) ve yağışlardır.

Bir yörenin iklimini belirleyen en önemli etmenler, enlemi, yükseltisi, denizlere ya da göllere olan uzaklığı, egemen rüzgarların şiddeti ve yönüdür.

Bilindiği gibi, ülkemiz 36-42 kuzey enlemleri arasında 774.8 bin km² lik bir alan kaplamaktadır. Bu alanın % 3 ü Trakya'da % 97 si ise Anadolu yarım adasında bulunmaktadır. Arazinin çok büyük bir bölümünün bulunduğu Anadolu yarımadasının fiziksel açıdan en belirgin özelliği dört yanından sıradağlarla çevrili bir küvet biçiminde olmasıdır. Küvet tabanını oluşturan arazinin yükseltisi kuzey-güney doğrultusunda 800-1100 m arasında değişmesine karşın, batıda 800 m den, doğuda 2000 m ye kadar yükselmektedir. İşte ülkemizin iklimi daha çok Anadolu'nun sözünü ettiğimiz bu fiziksel koşulları tarafından belirlenmektedir.

Anadolunun üç yanını çevreleyen denizlerden gelen rüzgarlar nemli sıradağların deniz tarafındaki kıyı bölgelerine yağış halinde bırakmaktadır. Bu nedenle kıyı bölgelerinde, Karadenizde 1120 mm, Marmara'da 698 mm, Ege'de 830 mm, Akdeniz'de 852 mm olan ortalama yağış, İç Anadoluda 386 mm ye, Konya Tuzgölü çevresinde ise 200 mm ye kadar düşebilmektedir. Kıyı bölgeleri, Trakya ve Doğu Anadolu dışındaki bölgelere düşen yıllık yağış 500 mm nin altında olup, tarım topraklarımızın yaklaşık % 70 den fazlasını oluşturan bu bölgelerimizde, sulama olanakları bulunmadığı durumlarda "Kuru Ziraat" yöntemleri uygulanmaktadır. Ortalama yağışın düşük olması yanında, yetiştirme mevsimi içindeki dağılımının da genellikle düzgün olmaması ve yağışın yıldan yıla büyük dalgalanmalar göstermesi bu bölgelerimizde tarımsal üretimin kararlılığını olumsuz yönde etkilemektedir.

Bilindiği gibi tarımsal üretim bir enerji dönüşümü işlemidir. Güneş enerjisi, bitkilerde fotosentez olayı ile organik maddeye (Kimyasal enerjiye) dönüşmektedir. Yörenin enlemine, yüksekliğine, yönüne ve mevsimlere bağlı olarak değişen güneş enerjisi güney kıyılarımızda muzdan-turuncgillere kadar sıcak ve yarı sıcak iklim bitki türlerinin yetiştirilmesine ve 270 güne varan yetiştirme mevsimi, sulanan alanlarda yılda 2 ya da 3 ürün alınmasına olanak vermektedir. Buna karşılık Doğu Anadolu'nun yüksek yaylalarında 60-90 günlük kısa yetiştirme mevsimi, bazı yıllar ekinlerin olmadan biçilmesine neden olmaktadır.

2.2. Toprak Varlığı

Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğünce yapılan geliştirilmiş toprak haritası etüdlerine göre Türkiye'de su yüzeyleri ve yerleşme yer-

leri dışında kalan alanın % 36.1 ine denk 28.6×10^6 hektarı işlenen arazi (tarım arazisi), % 28.3 üne denk 21.7×10^6 hektarı çayır-mera, % 30.6'sına denk 23.5×10^6 hektarı orman fundalık ve % 5'ine denk 3.8×10^6 hektarı da ürün getirmeyen araziden oluşmaktadır.

Tablo 2.1 de 1934-1980 yılları arasındaki dönemde nüfus ve tarım arazisinde ortaya çıkan değişiklikler gösterilmiştir. Çizelgedeki değerlerin incelenmesinden ortaya çıkan gerçek, 1960 yılına kadar tarımda kullanılan arazinin nüfus artışına paralel biçimde artmasıdır. Ancak bu genişleme daha sonraki yıllarda, yıllık nüfus artışı daha önce yıllara göre daha fazla olmasına karşın oldukça azalmıştır.

Tablo 2.1. Yıllara göre nüfus ve tarım arazisinin değişimi.

Yıllar	Nüfus (milyon)	Tarım arazisi (milyon ha)
1934	11.7	11.7
1944	18.6	14.3
1950	21.0	16.0
1955	24.1	22.8
1960	27.8	25.3
1970	35.2	27.5
1980	45.0	28.6

Ekilen, nadas ve bağ-bahçe alanlarını içine alan tarım arazisindeki genişleme, büyük ölçüde meralar aleyhine olmuştur. 1934 yılında 11.7 milyon hektar olan tarım arazisi normal bir artışla 1950 yılında 16 milyon hektara ulaşmış, özellikle 1950-1955 yılları arasında yaklaşık 7 milyon hektar artışla 22.8 milyon hektara ulaşmıştır. Cumhuriyet döneminde tarım arazisindeki en büyük genişleme bu dönemde olmuştur. Bundan sonra azalan bir oranda da olsa tarım arazisindeki hızlı genişleme sürerek 1960 yılında tarım arazisi 25.3 milyon hektara ulaşmıştır. Bu tarihten sonra ise yine artan nüfusun baskısı altında tarım arazisinde bir miktar daha genişleme olmuşsa da 1960-1970, 1970-1980 yıllarındaki 10 yıllık dönemlerde bu artış ancak sırası ile 2 ve 1 milyon hektar dolayında kalmıştır. Oysa 1950-1960 yılları arasında, genişlemenin sadece yıllık ortalaması 1 milyon hektarın üzerinde olmuştur.

Günümüzde tarıma açılacak arazilerin artık sınırina gelinmiştir. Hatta teknik olarak tarıma uygunluk düşünüldüğünde, tarım arazimizin büyüklüğü 22 milyon hektar dolayındadır. Türkiye Geliştirilmiş Toprak Haritası Etüdlerine göre, tarım arazimizin yaklaşık 1 milyon hektarında çoraklık, 2 milyon hektarında drenaj, 3 milyon

hektarında taşlılık ve 15 milyon hektarında da çeşitli düzeyde erozyon sorunu vardır.

2.3. Su Varlığı

Tarımda su, bitkisel ve hayvansal üretimin her aşamasında gerekli olan bir temel girdidir. Bitkilerde su önemli bir yapı taşıdır. Ayrıca, besin maddeleri topraktan suda erimiş durumda ve ancak su ile alınabilir. Bir kilogram kuru madde yapımı için bitkinin topraktan alarak yaprakları yolu ile havaya verdiği suyun miktarı, örneğin darıda 350, buğdayda 500, yoncada ise 900 kilogram dolayındadır.

Daha önce belirtildiği gibi ülkemizin büyük bir bölümünde kurak ve yarı kurak iklim egemendir. O yüzden de tarımsal üretimimiz önemli ölçüde hava koşullarına bağlıdır. Örneğin 1973 yılında kuraklık nedeni ile yalnız tahıl ürününde ortaya çıkan kayıp, yaklaşık 2,5 milyon ton çevresinde olmuştur. Bu durumda, yurdumuzda toprak kaynaklarından en iyi biçimde yararlanma ve tarımda entansitenin artırılması için sağlanan öbür girdilerin (tohum, gübre, ilaç, makina vb.) en iyi biçimde değerlendirilmesinde en güçlü faktör başka deyişle, daha yüksek düzeyde bir üretimin kaldıracağı sulama olmaktadır.

Ülkemizin su varlığının değerlendirilmesi amacıyla DSİ Genel Müdürlüğünce 26 su havzasında yapılan çalışmalarda elde edilen sonuçlara göre, yerüstü sularımızın yıllık potansiyelinin 185 milyar m³ dolayında olduğu tahmin edilmektedir. Komşu devletler hakkı vb. faktörler dikkate alındığında, teknik yönden yılda kullanılacak yer üstü su potansiyeli 95 milyar m³ dür. Buna ek olarak, büyük bir bölümü Konya kapalı havzası ve Güneydoğu Anadolu bölgesinde olmak üzere yılda kullanılacak 10 milyar m³ lük yeraltı suyu rezervi vardır. Bu durumda yurdumuzun tüketici amaçlarla kullanılacak yıllık toplam su potansiyeli 105 milyar m³ olmaktadır.

Ülkemiz tarım topraklarının 13,5 milyon hektarı sulanabilir niteliktedir. Ancak, havzaların su olanakları gözönüne alındığında, ilk aşamada teknik ve ekonomik olarak sulanabilecek toplam arazi miktarı ancak 8,5 milyon hektardır. Oysa 1978 yılı sonu itibariyle kamu sulamalarının şebeke alanı yaklaşık 1,6 milyon hektara ulaşabilmiştir. Buna halk tarafından gerçekleştirilen yaklaşık 2,4 milyon hektar dolayındaki sulanan alan eklenirse, ülkemizdeki toplam sulanan alan miktarı 4,0 milyon hektara ulaşmaktadır.

Yukarıda belirtilen koşullar altında Türkiye'de bugün tüm toprakların % 5.0 i, işlenebilir tarım arazilerinin % 14.0 ü, sulanabilir tarım topraklarının % 30'u, ekonomik olarak sulanabilecek kısım ise ancak % 47 si sulanabilmektedir. Verilen değerlerden anlaşılacağı üzere sulanabilir arazilerin yaklaşık % 70'i su beklemektedir.

Yapılan uzun dönemli plan ve programlarda 2000 yılında DSİ ve Köy Hizmetleri eliyle sulanacak alanların ırsıyla 2.6 ve 1 milyon hektara ulaşacağı tahmin edilmektedir. Bu durum, 2000 yılında sulanacak alanın yaklaşık 6 milyon hektara yükselceğini göstermektedir.

2.4. Bitki Varlığı

Ülkemizde bitki varlığına ya da bitkisel üretime etki yapan ekolojik koşullar, bölgeden bölgeye, hatta aynı bölge içerisinde yöreden yöreye büyük ölçüde değişmektedir. Nitekim Anadolu'ya çok eskiden bu yana "Küçük Asya" denmesinin nedeni doğal koşulların bir kısı farklılığı göstermesidir. Bu durum, ülkemizde tropik bölgelerin belirli bitki türleri dışında her çeşit bitkinin yetişmesine ya da yetiştirilmesine olanak vermektedir.

Bitki varlığının değerlendirilmesinde, 28.6 milyon hektar tarım arazisinin Tablo 2.2 de gösterilen kullanım durumları esas alınacaktır. Gönümüzde tarım arazisinin nadas alanlar dahil % 87.5 ini oluşturan 25 milyon hektarda tarla kültürü yapılmaktadır. Tarla arazisinin nadas alanlar dahil 23 milyon hektarı tahillara tahsis edilmiştir. Tahıl ekim alanlarının % 93.6 sında buğday, arpa, yulaf, çavdar gibi serin iklim bitkileri, % 4.8 inde ise mısır, çeltik, darı gibi

Tablo 2.2. Tarım Arazisinin Kullanım Durumları.

	Alan (1000 ha)	Oran (%)
Tarla arazisi	24.972	87.5
Tahıllar	13.771	48.2
Nadas	8.367	29.3
Yemliklik Baklagiller	513	1.9
Endüstri Bitkileri	1.969	6.8
Yem Bitkileri	350	1.3
Bağ-Buğça	3.585	12.5
Meyve	2.164	7.5
Bağ	580	3.0
Sebze	571	2.0
Toplam	28.557	100

sıcak iklim tahılları, % 1.8 inde ise geri kalan tahıllar yetiştirilmektedir. Buğday, arpa, çavdar gibi serin iklim tahıl cinsleri esas itibarıyla kışlık ekilmektedir. Bu tahıl cinsleri daha çok Orta Anadolu, Güneydoğu Anadolu ve Trakya Bölgeleri ile geçit bölgelerinde yetiştirilmektedir. Doğu Anadolu'nun yüksek yaylalarında ise, daha çok yazlık ekilmektedir. Öte yandan Karadeniz hariç kıyı bölgelerinde, kısa boylu yazlık buğday çeşitleri ekimi son yıllarda büyük ölçüde gelişmiştir.

Sıcak iklim tahıllarından mısır daha çok Karadeniz ve Marmara bölgelerinde çeltik ise Trakya, Güney ve Güneydoğu Anadolu Bölgelerinde yaygındır.

Ülkemizde ekim alanı 500 bin hektarı bulan fasulye, nohut, mercimek vb. yemeklik baklagiller, ılımlı iklimlerde kışlık, soğuk bölgelerde ise yazlık olarak yetiştirilmektedir.

Bilindiği gibi, üretimi doğrudan fabrikasyon için olan bitkiler endüstri bitkileri olarak tanımlanmaktadır. Pamuk, keten, kenevir vb. gibi dokuma ve tekstil sanayine patates, pancar gibi nişasta ve şeker sanayine hammadde veren bitkiler, ayçiçeği, susam soya, yerfıstığı, kolza vb. yağ bitkileri ile tütün ve ilaç, baharat (çay, anason, ferbetçiotu vb.) bitkilerinden oluşan endüstri bitkileri varlığımız tarım alanlarımızın % 6.8 ini kaplamasına karşın tarımsal gelirdeki payı % 14 oranındadır.

Ülkemizde kültürü yapılan yem bitkileri varlığımız büyük ölçüde yonca, korunga, fiğ, burçak, üçgül, sudanotu otlak ayırtığı, hayvan pancarı vb. inden oluşmakta olup toplam tarım arazisinin % 1.3 üne denk 350 bin hektarlık bir alan kaplamaktadır. Toprak verimliliğini artırma, toprak koruma ve ekildikleri toprağı pek çok bakımlardan iyileştirdikleri için ekim nöbetinde önemli yeri olan bu bitkilerin ekim alanlarımızda olması gereken oranı % 25 in üstündedir.

Bahçe bitkileri varlığımıza gelince: Bağ-bahçe tarımının Anadolu'da çok eski bir geçmişi sahip olması yüzünden birçok meyve türleri, gelişmeleri için ideal iklim ve toprak koşullarını haiz bölgelerde yerleşmiş ve böylece meyve bölgeleri meydana gelmiştir.

Karadeniz fındık, mandalina, çay; Ege zeytin, üzüm, incir; geçit bölgeleri ve Orta Anadolu elma; Bursa şeftali; Güneydoğu Anadolu üzümü ve antepfıstığı; Akdeniz Bölgesi turuncgiller, Malatya ve Erzincan kayısı ve buna benzer diğer meyve bölgeleri en güzel örneklerdir. Meyvecilik yönünden Türkiye dünyanın sayılı ülkelerinden biri-

dir. Bunun başlıca nedenleri, Anadolu'nun çoğu meyve tür ve çeşitlerinin anavatanı olması ve değişik ekolojik koşullara sahip bulunmasıdır.

Ülkemizde yetişen meyve türlerinin sayısının 75'i aşdığı gözönüne alınırsa, hemen hemen hiç bir ülkede bu ölçüde değişik iklim ve toprak koşullarının bir arada bulunduğu ve buna bağlı olarak bu derece, değişik meyve türünün dar bir alanda yetiştirildiği görülemez.

Ülkemizde ayrıca hemen her türü sebze yetişmekte olup, Türkiye bu açıdan önde gelen ülkeler arasında yer almaktadır.

Ülkemizde bağ-bahçe bitkilerinin kapladığı alan 3.6 milyon hektar dolayında olup, tarım arazisinin % 12,5'ine deoktur.

Öteyandan, ülkemizde 700 bin hektarı çayır, 20 milyon hektarı mera ve 1,5 milyon hektarı orman merası olmak üzere 22 milyon hektar çayır ve mera alanı bulunmaktadır. Ülkenin toplam yüzölçümünün % 28'ine eşdeğer olan bu alan, tarla alanına hemen hemen eşit, balt-bahçe tarımı alanından ise 6 kat daha büyüktür.

Türkiye'de ayrıca toplam yüzölçümünün % 31'ine denk 23,5 milyon hektarlık orman ve fundalıklardan oluşan bitki varlığı vardır. Bu alanların 5 milyon hektarı verimli koruluk, 2,6 milyon hektarı ise verimli baltalıklardır.

2.5. Hayvan Varlığı

Türkiye hayvan varlığı, sayı bakımından dünyanın ilk 8 ülkesi arasında yer almakta ise de birim başına verim normal ölçülere göre çok düşük kalmaktadır. 1979 yılında 83 milyon 886 bin baş olan hayvan varlığımızın % 55'ini koyun, % 24'ünü kü ve tiftik keçisi, % 20'sini sığır ve manda, % 1'ini de at, merkep, katır ve domuz cinsi hayvanlar oluşturmakta, kümes hayvanları sayısı ise 60 milyonu yumurta tavuğu, 100 milyonu da kasaplık piliç olmak üzere 160 milyonu bulmaktadır.

Planlı dönemde hayvan sayısının azaltılıp birim başına verimin artırılması öngörüldüğü halde, son 20 yılda ağır sayı % 25, koyun sayısı % 27, kanatlı hayvan sayısı % 100 artış göstermiş, keçi sayısı ise azalmıştır.

Hayvan varlığının türlere göre değişmekle birlikte çok büyük bir bölümünü, (örneğin sığırdaki % 85, koyunda % 96)düşük verimli yerli ırklar oluşturmaktadır. O bakımdan hayvan başına verim ülkemizde oldukça düşüktür. Örneğin Ortak Pazar ülkelerinde bir büyük baş hayvandan ortalama 3400 litre süt, 225 kg karkas ağırlık alınırken Türkiye'de bu değerler sırasıyla 1100 litre ve 125 kilodur. Aynı biçimde tavuk başına 200 olan ortalama yumurta verimi de 80 dolayında bulunmaktadır.

Günümüzdeki durumu ile hayvan varlığımızın tarımsal üretim içindeki payı % 37.9 GSMH'ya olan katkısı ise % 7.9 oranındadır.

Türkiye ayrıca, 8333 km kıyı şeridi, 175 115 km akarsuyu, 203 500 hektar doğal göl alanı, 39 531 hektar baraj göl alanı ve sayısı yıldan yıla artan gölet ve rezervuarları ile büyük bir su ürünleri potansiyeline sahip olmasına karşın, üretim düzeyi henüz 200-300 bin ton dolayındadır. Günümüzdeki üretim düzeyinin, 2-3 katına çıkarılmasının mevcut olduğunu burada belirtmek isteriz.

2.6. Üretim Potansiyeli

Tarımda kullanılan toprak, emek ve sermayeden (su, gübre, ilaç, tohumluk, enerji vb. fiziksel girişler) oluşan üretim kaynakları ile üretkenlik artışı sağlayan teknoloji sabit (aynı) tutulduğu takdirde; bitkisel üretim potansiyelini belirleyen en önemli faktörler, güneş enerjisi ve yağışın yetişme mevsimi içindeki miktar ve dağılımdır. Ülkemizde bu iki faktör gözönüne alınarak bir değerlendirme yapıldığında doğal üretim potansiyelinin bölgeden bölgeye, hatta aynı bölge ya da il içinde yöreden yöreye dört katı aşan bir farklılık ortaya çıkmaktadır. Genelde doğal üretim potansiyeli en yüksek bölgemiz yetişme mevsiminde yağışın miktar ve dağılımının en elverişli olduğu Karadeniz kıyı ovalarıdır. Bunu sırasıyla, Marmara, Ege, Akdeniz, geçit bölgeleri, İç Anadolu ve Güneydoğu Anadolu izlemektedir.

Doğal üretim potansiyeli en düşük yörelerimiz ise genellikle yetişme mevsiminde güneş enerjisinin en elverişsiz olduğu Doğu Anadolu'nun yüksek ovalarında bulunmaktadır.

Öte yandan aynı il içinde yer alan örneğin Alanya-Elmalı, Köyceğiz, Yatağan, Silifke-Gülnar'ın doğal üretim potansiyeli arasında iki katı bulan bir farklılık bulunabilmektedir. Buna karşılık ülkemizin batısından en doğusuna kadar yer alan Tefenni, Boyşehir, Çumra,

Sivas (Merkez), Ağrı (Merkez) gibi yörelerimizde ise doğal üretim potansiyeli aynı düzeyde olabilmektedir. Ülkemizin iklim koşullarındaki büyük farklılıklar nedeni ile bu tür örnekleri daha da çoğaltmak olanaklıdır.

Yatışma mevsimindeki yağışın miktar ve dağılımının yetersizliğinden ortaya çıkan su eksikliğinin SULAMA ile karşılanması durumunda ise: doğal üretim potansiyeli artmakta güneş enerjisinin en bol olduğu Akdeniz ve Güneydoğu Anadolu'da en yüksek değerini almakta, bunu sırasıyla Ege, Marmara, geçit bölgeleri, İç Anadolu ve öteki bölgeler izlemektedir. Bu durumda ülkemizde sulanan en iyi yöre (Örneğin Adana, Alanya, Akçakale vb.) ile kuruda tarım yapılan en elverişsiz yörenin (Hnus, Patnos, Yüksek Ova vb.) doğal üretim potansiyeli arasında 10 katı aşan bir farklılık ortaya çıkabilmektedir.

Görüldüğü gibi doğal koşullar ülkemizde tarımsal üretimin yanında ve verimliliğinde olumlu dönüşümler için elverişlidir. Üretimin, potansiyeline ulaştırılmasında tarım topraklarının genişletilmesi (yatay gelişme) ve birim başına verimin artırılması (dikey gelişme) olmak üzere başlıca iki seçenek vardır. Doğal koşulların verdiği olanaktan tam anlamıyla yararlanmamız bu iki seçeneğin uyumlu biçimde sentezindeki başarıya bağlıdır.

Tarım topraklarının genişletilmesi sözkonusu olunca: Günümüzde işlenebilir toprakların sınırına gelindiği herkesçe bilinen bir durumdur. O bakımdan tarım arazimizin büyük ölçüde genişletilmesi olanağı yoktur. Bu konuda ancak, kıyı kuşağını çevreleyen orman içinde bulunan, bir bölümü maki ve fundalık olmak üzere 3 milyon hektar alandan ormana zarar vermeden tarımsal üretimde yararlanma olanağı araştırılabilir.

Ayrıca özellikle Güneydoğu ve kıyı bölgelerimizde ekolojik koşulların yılda 2 ya da 3 ürün almaya elverişli olduğu bilinmektedir. Bu yörelerimizde yılda iki ya da üçüncü ürün alma kültürünün yaygınlaştırılmasının ekonomiye katkısı, tarıma ek toprak açmakla eş anlamlı gelecektir. O bakımdan, özellikle devletin hektarına yüzbinlerce liralık yatırım yaparak gerçekleştirdiği sulama şebekelerinde ikinci ürün alınması, çiftçiye bir yükümlülük haline getirilmesinin artık zorunlu olduğunu burada belirtmek isteriz.

Aynı durum nadas için de söz konusudur. Günümüzde 8 milyon hektarı bulan nadas alanlarımızın, geçit bölgelerinde bulunan 5 milyon hektarında nadasın azaltılması ya da kaldırılması ile işlenen toplam

tarım arazisini genişletmeden her yıl üretim yapılan alanda bir artış sağlanmış olacaktır.

Ülkemizde sulanabilir nitelikteki 13,5 milyon hektar arazinin % 47 si sulanması durumunda üretim potansiyeli en yüksek düzeye çıkarılabilecek Güneydoğu ve kıyı bölgelerinde, % 45 ise İç Anadolu ile göçit bölgelerinde bulunmaktadır. Bu bölgelerde üretimi sınırlayan en önemli faktörün sulama eksikliği olduğu gözönüne alınırsa, sulama ile birlikte çağdaş tarım teknolojisi ve girdilerin kullanılması durumunda tarımsal üretim değerinin kuru koşulları göre 10-15 kat artırılması olanağı vardır. O bakımdan, sulanan alanların artırılması da bir bakıma, arazi genişletme ile eş anlama gelmektedir.

Doğal koşulların olanak verdiği tarımsal üretim düzeyine ulaşmada, *arazi genişletmeye* (yatay gelişme) ilişkin çabalar yanında *başvurulması gerekli en önemli ve etkin önlem topraklarımızın birim alanından daha fazla ürün almaktır* (dikey gelişme). Bunun da tek yolu köylünün çağdaş anlamda verimliliği yüksek üretici durumuna getirilmesidir. Bu amaçla alınması gerekli önlemlerin belli başlıları: köylüye yeterli toprak sağlama, toprağın en verimli biçimde kullanılması ve yüksek düzeyde üretim için gerekli alt yapı, temel girdi ve destek hizmetlerinin sağlanması, verimliliği artırıcı bir teknoloji kullanımının yaygınlaştırılması ve üretimden tüketime kadar tüm sürecin örgütlenmesi biçiminde sıralanabilir.

Sonuç olarak denilebilir ki: Ülkemizde doğal koşulların olanak verdiği üretim potansiyeline erişmemiz, az önce belirtilen yatay ve dikey gelişmeye ilişkin seçeneklerin uyumlu bir biçim sentezi ile mümkün olacaktır. Bu başarıldığında, bölgeler ve uğraş kollarına göre bitkisel üretimin 2-3 katına, hayvansal üretimin ise 2-5 katına çıkarılması mümkün görülmektedir.

3. SU KAYNAKLARI PROBLEMLERİNE SİSTEM YAKLAŞIMI

Bir su kaynağı sisteminin projelenmesi kompleks bir problem olduğundan, sorunun analiz ve çözümü kapsamlı bir yaklaşım gerektirir. Projelirmede rol oynayan önemli faktörler arasında: Proje alanındaki su ihtiyacı (isteği) elde mevcut su, mevcut teknoloji, yönetim yapısı ve veri toplama düzeni sayılabilir. Belirtilen bu faktörlerin tümü kendi aralarında ve problemin formülasyonunda açık ya da kapalı bir biçimde belirtilen amaçlar kümesi ile uyumlandırılır. Su kaynağı problemlerinin anılan bu geniş perspektifi yeni bir yaklaşım gerektirmektedir.

Son yıllarda su kaynaklarında ortaya çıkan belkide en önemli ilerleme, bu alandaki problemlerin analizinde sistem mühendisliğinin adapte edilmiş olması biçiminde belirlenebilir.

Bazen yanlış olarak yöneylem araştırması olarak da adlandırılan sistem mühendisliği bir bakıma, kompleks probleme geniş bir cepheden yaklaşma yöntemi olarak tanımlanabilir. *Belirli bir sistemin durumu ya da komponentlerini tanımlayan değişkenler belirlenip* bunlar arasındaki ilişkiler kurulan bir matematik modelde, denklemlerle ifade edilebilir. Bu ilişkiler, doğrusal olsun ya da olmasın, bilgisayar teknolojisindeki gelişmelerin de olanak verdiği çeşitli teknikler ile değerlendirilebilir.

Buna karşılık, eğer problemler bir matematiksel ifadeler kümesine indirgenbilirse, sistem mühendisliği yaklaşımının uygulanmasına gerek yoktur. Bu koşul altında, çoğu durumda numerik analiz yeterli olur. Fakat su kaynakları problemlerinde, gözönüne alınması gereken önemli sosyal ve politik faktörler de bulunmaktadır. Bu faktörlere gerçekçil değerler vermenin mümkün olmadığı durumlarda, bunların tüm sistem üzerindeki etkisi, birer sınır koşulu (kısıt) olarak gözönüne alınması ile değerlendirilebilir.

Kısacası, belirli bir bölgede su kaynaklarının geliştirilmesinin, toplam çevre üzerindeki etkisinin değerlendirilmesi gibi kompleks durumlar, soruna kapsamlı bir yaklaşım gerektirir. Sistem yaklaşımı, alt sistemler ve komponentlerin analizinde önemli gelişmeler göstermiştir. Bunlardan tüm sistemin sentezine gitmek mümkündür. Bu teknil işlemin amacı, belirli bir kritere göre dizilen, birbirinin yararlı ya da sakıncalı etkileri açıkça belirlenmiş, bir alternatifler dizisini elde edilmesidir.

Bir başka deyişle, sistem mühendisliği yaklaşımının amacı, ihtiyacın ortaya çıkışı ile (örneğin daha fazla su isteği) bu ihtiyacın karşılanması için gerekli yeni fiziksel yapılar ya da işletme sistemleri arasındaki zaman ayırımının kısıtlanmasıdır.

Sistem Mühendisliği gerçekte, bilimsel yöntemin bir uzantısı olup bilimsel yöntem düşüncesini, amaçların formülasyonu ile projelendirilmiş tesislerin performansı arasında uzanan süreçte kanalize eden bir formalizm getirmiştir. Bu işlem aşağıda belirtilen beş aşamaya ayrılabilir:

1. *Amaçların Formülasyonu*: Sistem mühendisliği fonksiyonlarının belkide en güçlü, yemli bir sistemin projelendirilmesi ile ulaşmak istenen amaçların açık ve kesin bir biçimde formülasyonudur. Amaçlar gerekli tesisleri projelenecek sistem mühendisliği ekibi ile işbirliği halinde ilgili kurumsal yapının başındaki karar verici tarafından formüle edilir.

2. *Ön İnceleme (İstikşaf Etüdü)*: Bu aşamanın niteliği, projenin koşullarına göre değişir. Bazı durumlarda, bir kaynak geliştirme projesindeki istikşaf etüdüdür. Formüle edilen amaçların yerine getirilmesi için geliştirilebilecek su miktarını değerlendirmek için arazi veri toplama gerekli olabilir. Diğer durumlarda projenin değerlendirilmesinde elde mevcut verilerden yararlanır.

3. *Fizibilite (Yapılabilirlik) İncelemesi*: Projeye ilişkin ön inceleme (istikşaf) sonuçları projenin ele alılabilecek nitelikte olduğunu gösteriyorsa, bu aşamada problem ve ihtiyaçlara ilişkin ayrıntılı arazi ve büro çalışmalarına geçilir. Amaçları gerçekleştirebilecek tüm seçenekler ortaya konur. Her seçenek (alternatif), projenin sistem performansı, masrafları, kalitesi vb. niteliklerinin değerlendirilmesine olanak verecek ayrıntıda hazırlanmalıdır. Bu değerlendirmeler daha sonra en iyi sistemin seçimi için birbirleri ile karşılaştırılır. Bu aşamada varılan sonuçlar aşağıda belirtilen üç nokta gözönüne alınarak bir

rapor haline getirilerek karar makamının onayına sunulur. Rapor aşağıdaki önerilerden biri ile sonuçlanır:

1) Önerilen sistem probleme çözüm getirir. 2) Söz konusu alternatif üzerinde kesin karara varabilmek için ek arazi ya da büro çalışmalarına gerek vardır. 3) Mevcut ekonomik ve teknolojik koşullarda proje gerçekleştirilemez.

4. *Geliştirme Planlaması:* Bu çalışma fizibilite sonucunda projenin yapılabilirliği sonucuna varılırsa başlatılır. Karar mekanizması projenin gerçekleştirilmesi için gerekli ödeneği tahsis eder. Çeşitli proje komponentlerinin ayrıntılı inşaat projeleri yapılır ve açık eksiltme için gerekli şartnameler ve dosya hazırlanır.

5. *İzleme:* Gerçekleştirilen sistemin performansı işletme biçiminin iyileştirilmesi ve gelecekte gerçekleştirilecek benzeri sistemlere ilişkin daha geçerli projelere yapımına yardımcı olmak amacı ile sürekli bir biçimde izlenir.

Su kaynakları sistemlerinin planlanmasında sistem mühendisliğinin uygulanması ancak yakın geçmişte formüle edilmiştir. Genellikle, ister kamu ister özel olsun bir su kaynakları geliştirme projesinin temel amacı bölgesel refahın maksimizasyonu olarak belirtilir. Burada belirtilen bölge, küçük bir su toplama alanından büyük bir nehir havzasına kadar değişebilir. Bu temel amaç aşağıda belirtildiği gibi çeşitli biçimlerde yorumlanabilir:

- a) Ekonomik randumanın (etkinliğin) gerçekleştirilmesi
- b) Bölgede gelir dağılımının yeniden düzenlenmesi
- c) Bölgede tam çalışmanın (istihdamın) gerçekleştirilmesi
- d) Ekonomik büyümenin özendirilmesi ve desteklenmesi
- e) Yerleşmenin yeniden düzenlenmesi, doğal kaynakların korunması vb. ölçülmeyen yararların gerçekleştirilmesi
- f) Yukarıda belirtilmeyen öbür amaçların gerçekleştirilmesi.

Temel amaç nasıl yorumlanırsa yorumlansın, aşağıda belirtilen üç problemin birlikte çözülmesi zorunludur.

1. Baraj gövdelerinin, rezervuarların, yeraltı suları besleme tesisleri, kuvvet santralleri pompaj istasyonları, kanallar, basınçlı boru hatları vb. tesislerin fiziksel boyutların optimum biçimde projelenebilmesi için gerekli kriterler belirlenmelidir.

2. Sulama suyu ve elektrik enerjisi üretimi ile taşkın koruma seviyesine ilişkin hedefler, başka deyişle "geliştirme ölçüğü (düzeyi) belirlenmelidir.
3. Rezervuarda tutulacak su ile kullanma amacına yönelik su alımının zaman boyutundaki dağılımına ilişkin optimum işletme programı (politikası) tesbit edilmelidir.

Belirtilen bu üç problemin çözümü ile elde edilen sonuçları "toplam fayda" B olarak ifade edersek, (Bu varsayımda masraflar negatif fayda olarak kabul edilir), B nin üç değişken kümesinin bir fonksiyonu olduğu görülür: X_1 sistemin hidrolojik koşulları ile uyumlu fiziksel boyutları, X_2 geliştirme düzeyi, X_3 işletme programı, X_4 çok boyutlu vektörler ise

$$B = f(X_1, X_2, X_3) \quad \text{Yazılır} \quad (2.1)$$

Burada problem, B'nin X_1 nin kabul edilebilir değerlerine tekabül eden en üst (maksimum) değerini elde etmektir. Su kaynaklarının bu temel probleminin çözümünde sistem mühendisliği yaklaşım gerekli tekniği sağlamaktadır.

Hemen, X_4 vektörlerinin bağımsız olmadıklarının belirtilmesinde yarar vardır. Gerçekten bu vektörler arasında kuvvetli bir korelasyon mevcut olduğundan, bunların ayrımı daha çok yapay olmaktadır. Örneğin projelendirme ve işletme kriterleri birbirleri ile kuvvetli etkileşim içindedir. Yani biri öbürüne büyük ölçüde bağımlıdır. Ancak, uygulamada bu problemlerin her birinin ayrı ele alınması tercih edilir. B, X_4 nin bir ya da *iki* parametre kabul edilerek, *öbür bir* ya da *iki* açımdan maksimize edilir. Örneğin, aşağıda belirtilen amaç fonksiyonunda proje kriteri ve geliştirme düzeyi açık olarak görülmektedir.

$$\text{Max } B = R(I) - K(I) \quad (2.2)$$

Eşitlikte 'B' net faydaların bugünkü değerini (para olarak) R (I) sulama alanına yılda verilen I hacim birimi suyun bugünkü değerini (para olarak), K (I), yılda I hacim birimi su sağlayacak kapasitedeki sistemin inşaatı için gerekli yatırım (para olarak). Bu durumda (I) bilinmeyendir. B nin maksimizasyonu için I nin değerinin tayin edilmesi gerekir. Denklem (2.2) de I yıllık su miktarı olup, bunun çözümü K (I) sisteminin projelenmesi için gerekli fiziksel kriteri ve R (I) geliştirme düzeyini birlikte verecektir. Görüldüğü gibi denklem (2.2) de işletme programı bulunmamaktadır. Kolayca anlaşılacağı gibi, sisteme farklı işletme programı uygulandığı zaman, I nin B yi maksimize

eden farklı değerleri bulunabilir. Böylece Denklem (2.2) nin işletme programının (politikasının) bir parametre olduğu koşulda çözüm vermekte olduğu görülmektedir.

Denklem (2.2) ulaşılmak istenen temel amaca bağlı olarak çeşitli biçimlerde yazılabilir. Daha önce belirtilen amaçlar listesinden örneğin ilk ikisi: ekonomik randıman ve gelir dağılımının düzenlenmesini esas olarak alalım. Bu probleme sistem yaklaşımı aşağıdaki noktaların gözönüne alınmasını gerektirir. Bölgedeki su kaynakları alt projelerinin sayısı n , bunların ekonomik ömürleri de T ile gösterilsin. Her yıl J projesi ($J = 1, 2, \dots, n$), B_{Jt} ($t = 1, 2, \dots, T$) brüt fayda sağlasın. Aynı yılda (t yılı), J projesinin işletme ve bakım masrafları M_{Jt} (para cinsinden) inşaat için gerekli toplam yatırım da K_J olsun (para cinsinden). Buradan, ekonomik randımanın (etkinliğin) gerçekleştirilmesi için aşağıdaki kriter maksimize edilmelidir.

$$Z = \sum_{J=1}^n \sum_{t=1}^T \frac{B_{Jt} - M_{Jt}}{(1+f)^t} - \sum_{J=1}^n K_J \quad (2.3)$$

Denklemden f yıllık faizdir.

Bu model, B_{Jt} yalnızca primer (direkt) sistem faydalarını gösterdiğinden, gerçeğin basitleştirilmiş bir biçimini temsil etmektedir. Bununla birlikte, su kaynakları geliştirme projeleri çoğunlukla sistem dışında da ekonomik gelişmeye katkıda bulunurlar. Bu tür katkı sistemin sekonder faydası olarak tanımlanır. Modele sekonder faydalar da dahil edildiğinde, farklı bir durum ortaya çıkacaktır. Su kaynağı sisteminin toplam (primer+sekonder) faydası yönünden istenen etki değerlendirilmeye çalışıldığında projenin hizmet alanında yaratılan toplam direkt geliri de gözönüne alınır. Bu durumda çözüme iki yolla varılabilir.

Birinci çözümde, ekonomik randıman (etkinlik) sınır koşulunda toplam gelir:

$$Z = \sum_{J=1}^n \sum_{t=1}^T \frac{(B_p + B_s)_{Jt} - M_{Jt}}{(1+f)^t} - \sum_{J=1}^n K_J \quad (2.4)$$

maksimize edilir.

$$\sum_{J=1}^n \sum_{t=1}^T \frac{B_{Jt} - M_{Jt}}{(1+f)^t} - \sum_{J=1}^n K_J > 0 \quad (2.5)$$

Denklemlerde B_p primer, B_s de sekonder faydayı göstermektedir. İkinci çözümden ise toplam brüt gelirin sınırlı olduğu durumda, Ekonomik randıman maksimize edilmektedir.

$$Z = \sum_{t=1}^n \sum_{j=1}^n \frac{B_{pjt} - M_{jt}}{(1+f)^t} - \sum_{j=1}^n K_j \quad (2.6)$$

sınırlı koşulu:

$$\sum_{j=1}^n \sum_{t=1}^n \frac{(B_p + B_s)}{(1+f)^t} > B_r \text{ dir.} \quad (2.7)$$

Bir geliştirilmekte olan r bölgesinde yaratılan gelirin öngörülen belirli bir düzeyidir.

Su kaynakları geliştirme projelerine yatırımlar (K_j) Devletçe yapılmakta buna karşılık yaratılan faydalar nisbeten sınırlı bölgelere inhisar etmektedir. Yukarıda belirtilen iki modelde de bölgede gelir dağılımının düzenlenmesine daha geniş bir perspektiften (milli) bakılmıştır.

Verilen modeller kolayca görüldüğü gibi Doğrusal Programlama modelleridir. Yatırımların (K_j) bütçe açısından sınırlanmadığı varsayımı yapılmıştır. Uygulamada ise bu varsayım ender koşullarda geçerlidir.

Su kaynaklarının bölgesel geliştirilmesi uzun yıllar alan kompleks bir işlem olduğundan kaynak tahsis büyük özen ister. Bu nokta modele ek bir sınırlı koşulu getirmekle birlikte, bölgenin geliştirme programında birden fazla alt projenin birlikte değerlendirilmelerine olanak verir.

Geliştirme süresi M yıl olan bir gelişme planında, su kaynakları projelerine yıllık D_m ($m = 1, 2, \dots, M$) ödenekleri tahsis edilmiş olsun. Elde yıllık, X_{mj} , ($j=1, 2, \dots, n$) kademeleri halinde inşa edilen n proje bulunsun. Bu durumda X_{mj} yalnız tamsayı olabileceğinden ($0 \leq X_{mj} \leq 1$) problem bir doğrusal tam sayı programlamasına dönüşmektedir. Eğer j projesi için gerekli yıllık yatırım d_m ise, bütçe kaynağına ilişkin sınırlı (kısıt) şöyle ifade edilebilir.

$$d_{mj}, X_{mj} \leq D_m \quad (2.8)$$

Probleme biraz daha girilirse, ek bir koşulun daha yerine getirilme gereği görülür: Bu da projenin inşaatında m kademesinin, bir önceki yani $m-1$ kademesi bitirilmeden başlatılmayacağıdır. Böylece

$$X_{m-1,j} - X_{mj} \geq 0 \text{ olur.}$$

Model geliştirmenin birbirleri ile rekabet halindeki alternatiflerini de gözönüne alacak biçimde genişletebilir.

Buraya kadar verilen bilgilerden anlaşılacağı gibi, sistem mühendisliği gerçekte, klasik bilimsel yöntemlerin çağdaş uygulamasıdır. Analitik işlemlerdeki, problemin formülasyonundan çözümüne kadar varan evreler ve elde edilen çözümün uygulanması sistem yaklaşımı ile daha açık bir biçimde belirlenir. Problemin analiz ve çözümünde, topluca *yöneylem araştırması* olarak adlandırılan matematiksel teknikler kullanılır. Sistem mühendisliğinin su kaynakları problemlerine uygulanması henüz başlangıçtadır. Konuya ilişkin yapılmakta olan araştırma sonuçları halen kullanılmakta olan analitik teknikleri kapsuz önemli ölçüde geliştirecektir.

4. SU KAYNAKLARI MÜHENDİSLİĞİNDE PROBLEMLER

Su kaynakları mühendisliğinin problemleri Geliştirme, Projelendirme ve İşletme olmak üzere üç ana grupta toplanabilir. Birinci grup mühendislik, ekonomik ve amansjman problemlerini ihtiva eder. İkinci grup, su kaynakları planlaması, projelendirme için temel veri problemleri, rezervuar projelendirmesinin stokastik yönü ve metropoliten alanlarda su kaynaklarının planlanmasından oluşur. Üçüncü grupta ise işletme kuralları ve bunların optimizasyon teknikleri üzerinde durulur.

4.1. Geliştirme Problemleri

4.1.1. Proje Formülasyonu

Bölgesel planlama ve geliştirme, su kaynakları sistemlerinin projelendirilmesi ve planlamasına ilişkin çalışmalarını da kapsar. Bu sistemlerin kapsamlı bölgesel gelişme planları içinde bütünleştirilmesi sık sık vurgulanan önemli bir husustur.

Su kaynaklarının geliştirilmesi (öbür doğal kaynaklarda olduğu gibi) matris transformasyonları olarak formüle edilebilir. Su kaynaklarının bulunuşu ve özellikle bir matrisle tanımlanabilirse, bu durumda *geliştirme işlemi*, bu matrisi geliştirme projesinin amaçları ile ilişkilendiren bir başka matrise dönüştürülmesi biçiminde tanımlanabilir. Su kaynağının doğal durumunun özellikleri, S ile tanımlanan bir matrisle ifade edilebilir. Bu matris, L (yer), T (Suyun zaman boyutunda bulunuşu) ve Q (kalite) olmak üzere üç vektörden oluşur.

Böylece matris:

$$S = \begin{bmatrix} L \\ T \\ Q \end{bmatrix} \quad (3.1)$$

biçiminde yazılabilir. Yer vektörü L nin, kaynağın koordinatlarını belirleyen x, y ve z olmak üzere üç komponenti vardır. Yüzey su

kaynakları söz konusu olunca, x ve y, baraj, regülatör v.b. fiziksel yapıların gerçek yerini belirleyen koordinatlarıdır. Düşey boyuttaki z koordinatı ise, suyun ihtiyaç yerine pompalanmasında kat edilen düşey mesafeyi ya da enerji üretimi için gerekli düşüğü ifade eder. Eğer yeraltı sularından yararlanma söz konusu ise, kaynağın yeri x_1, y_1 ve z_1 koordinatları ile belirlenir. Burada ise z_1 koordinatı Akifer'in kalınlığını gösterir.

$$L = (x_1, x_2, \dots, x_n; y_1, y_2, \dots, y_n; z_1, z_2, \dots, z_n) \quad (3.2)$$

Zaman vektörü T, su kaynağının zaman boyutundaki kantitatif bulunuşunun olasılık dağılım parametrelerinden oluşur. Bu parametrelerden μ_i periyodik akımın ortalamasını, σ_i standart sapmasını, ρ_i seri korelasyon katsayısını, α_i simetri katsayısını, β_i basıklık katsayısını ifade eder. Gözönüne alınan süre yılları içine abyor ise,

$$T = (\mu, \sigma, \rho, \alpha, \beta) \quad (3.3)$$

yanılabılır. Aylar gibi daha kısa zaman süreleri söz konusu ise,

$$T = (\mu_1, \dots, \mu_{12}; \sigma_1, \dots, \sigma_{12}; \rho_1, \dots, \rho_{12}; \alpha_1, \dots, \alpha_{12}; \beta_1, \dots, \beta_{12}) \quad (3.4)$$

Kalite vektörü Q'nün de, biyolojik kalite q_b , mineral kalite q_m ve renk kalitesi q_r vb. olmak üzere birçok elementi vardır. Bu durumda

$$Q = (q_b, q_m, q_r, \dots) \text{ dir.} \quad (3.5)$$

Su Kaynaklarını Geliştirme, gerçekte, kaynağın doğal durumu matrisi S'in L, T ve Q vektör elementlerinin amaçlanan ya da istenen değerleri aldığı bir başka S* matrisine transformasyonundan ibaret olmaktadır.

$$S^* = \begin{bmatrix} L^* \\ T^* \\ Q^* \end{bmatrix} \text{ dır.} \quad (3.6)$$

Eşitlikte L* projede istenen (talep edilen) suyun yeni yerini, T* zaman boyutundaki dağılımını ve Q* kalite standardını ifade etmektedir. L*, T* ve Q* nun değerleri sabit ya da değişken olabilir. Özellikle T* vektörü artan istek (talep) söz konusu olduğu durumlarda değişebilir.

Uygulamada S matrisinin iyice değerlendirilmesi jeoloji, hidroloji, meteoroloji, oşinografi vb. bilim dallarında inceleme ve araştırmalar gerektirir. Buna karşılık S* matrisinin değerlendirilmesi ise

ekonomi, sosyoloji ve öbür sosyal bilimlerde araştırma ve analizler gerektirir.

Matris S in S^* matrisine transformasyonu θ dönüştürme matrisi aracılığı ile olur. Bu durumda:

$$S^* = \theta S \text{ dir.} \quad (3.7)$$

Eşitlikteki θ matrisi gerçekte, kaynağın developman projesinin amaçları doğrultusunda geliştirilmesi, yararlanılması ve kontrolünü gerçekleştiren sistemden oluşur.

θ matrisi genellikle θ_1 ve θ_2 olmak üzere iki ana alt matrise ayrılır. θ_1 sistemin fiziksel komponentlerinin proje parametrelerinden (Donanım), θ_2 ise sistemin işletilmesine ilişkin (yazılım) özelliklerinden oluşur. Buradan,

$$\theta = (\theta_1, \theta_2) \quad (3.8)$$

ilişkisi yazılabilir. Denklem (3.7) nin analiz ve çözümü su kaynakları mühendisliğinin uzmanlık alanına girer.

4.1.2. Mühendislik Problemleri

Daha önce belirtildiği gibi, su kaynaklarının geliştirilmesi planlanırken mühendislik yönünden üç çeşit problemin çözülmesi gerekir. Bunlar (1) Sistemi oluşturan çeşitli komponentlerin optimum boyutlarının bulunması, (2) Geliştirme ölçeğinin (amaçlanan üretim "çıkışı" ya da sistemin hizmet götüreceği alan'ın) optimizasyonu, (3) sistem için optimum işletme programının (politikasının) belirlenmesidir.

Belirtilen problemlerin çözümleri sırasıyla X_1 , X_2 ve X_3 olsun. Bu çözümlere ilişkin fayda B ile gösterilirse:

$$B = f(X_1, X_2, X_3) \text{ dir.} \quad (3.9)$$

Mühendislik bakımından su kaynaklarını geliştirme problemi, bir dizi teknolojik, doğal, ekonomik vb. sınır koşulunda sistemin yarattığı faydanın (B) maksimizasyonudur. Bununla beraber, problemin kontrol edilebilen yönlerini temsil eden X_i ye ek olarak, kontrol edilemeyen çevre faktörleri (Y_i) de vardır. O bakımdan, su kaynaklarını geliştirmedeki mühendislik problemlerinin daha kapsamlı temsili

$$B = f(X_i, Y_i) \quad (3.10)$$

eşitliği ile ifade edilebilir.

* Su kaynakları mühendisliğinin bazı problem alanları şöyle özetlenebilir.

1) *Hidrolojik Problemler*: Su Kaynakları Mühendisliğinin uğraş alanı yenilebilir doğal kaynakların geliştirilmesi ve bunlardan yararlanma olduğundan, periyodik nitelikteki doğal olayların iyi anlaşılması ve yorumlanması zorunludur. Bu doğrultuda önemli gelişmeler olmuşsa da meteorolojik olayların temel fiziksel işlemlerinin henüz aydınlatılmaya ihtiyacı vardır. Örneğin, bulutlardan su damlacıklarının oluşuma etki yapan koşulların iyice aydınlanması, yağış kontrolünde güçlü bir araç olarak kullanılabilir.

Yüze ve yeraltı suları hidrolojisinin pekçok konusu sistemli araştırmalar gerektirmektedir. Akar su hidroloji araştırmalarında uygulanan modern teknikler, bu alandaki problemlerin analizinde önemli katkılar getirmiştir.

2) *Hidrolik Mühendisliği*: Yakın zamana kadar barajlar ve öteki su yapılarının büyük bölümü, uygun koşullarda, en iyi yerlerde ve iyi malzeme kullanılarak yapılmıştır. O bakımdan, Mühendislik Jeolojisi, Zemin Mekaniği ve İnşaat Malzemesi alanlarındaki araştırmaların genişletilip yoğunlaştırılması yararlı olacaktır.

3) *Kent Hidrolojisi*: Çoğu ülkelerde yeralan hızlı kentleşme, kentsel alanın getirdiği hidrolojik değişimlerin iyice anlaşılmasını zorunlu kılmaktadır.

4) *Evapotranspirasyon*: Bu alandaki önemli problemler daha az su tüketen bitkilerin geliştirilmesinden başlayarak, bitki kök bölgesindeki suyun daha rasyonel kullanılması ve kontrolü ile serbest su yüzeylerinden olan buharlaşmanın azaltılmasına kadar uzanmaktadır.

5) *Su Arıtma*: Klasik su kaynaklarının talebi karşılamadığı bölgelerde deniz suyu dahil öteki suların arıtılarak kullanıma sunulması büyük önem taşımaktadır. Bu alandaki en önemli problemler arıtmada kullanılan enerjinin azaltılması, yatırım masraflarını düşüren projelerin geliştirilmesi ve işletme masraflarının düşürülmesi vb. konulardır.

6) *Oşinografi*: Bilindiği gibi Okyanuslar Hidrolojik çevrimin en önemli halkasıdır. Henüz başlangıçta olan oşinografi araştırmaları gelecekte okyanusların geliştirilmesi ve bunlardan yararlanmada geniş ufukları açacak niteliktedir.

4.1.3. Ekonomik Problemler

Ekonomik problemler, su kaynaklarının geliştirilmesinde, tüm aşamalarda mühendislik çalışmaları ile sıkı bir biçimde bağlantılı-

dir. Bir mühendislik projesinin yapılabilirliği (fizibilitesi) büyük ölçüde ulaşılabilecek amaçlar, yatırılan kapitalin faizi, geri ödeme koşulları ve sosyal yararlarının bir fonksiyonudur. Konuya ilişkin bazı problemler şöyle sıralanabilir:

1) *Optimizasyon kriteri*: Su kaynakları geliştirme projelerinin amaçları nasıl konursa olsun, karar mekanizması birtakım kriterleri gözönünde bulundurmaya durumundadır. Bu kriterler, maksimum ekonomik randımana ulaşma, bölgede tam istihdamın sağlanması, geliştirilen birim hacim suya maksimum getiri vb. biçimlerde belirlenebilir. Burada su kaynakları mühendisine düşen en büyük sorumluluk, mevcut tüm bilgileri toplayıp, değerlendirip yorumlayarak karar mekanizmasının gerçekçi kriterler tanımlamasına yardımcı olmaktır.

2) *Faydaların Değerlendirilmesi*: Genelde yaratılan faydalar ölçülebilen (direk veya indirek) veya ölçülemeyen olmak üzere iki bölüme ayrılmaktadır. Direkt faydaların bile değerlendirilmesinin problemleri vardır. Örneğin taşkın kontrolü ya da akarsu ulaşımında olduğu gibi akarsu havzalarındaki nüfus artışı, kentleşme ve endüstriyel gelişme su kaynakları projelerinin planlanmasında taşkın zararlarının azaltılması ve akarsu ulaşımının ıslahının da gözönüne alınmasını gerektirir. Bu alandaki faaliyetlerin daha iyi değerlendirilmesine olanak verecek yöntemlerin getirilmesi ek araştırmaların yapılmasına ihtiyaç göstermektedir.

Su kaynakları geliştirmede örneğin rekreasyon gibi ölçülemeyen faydaların değerlendirilmesi daha büyük güçlük gösterir. Nüfus artışı, gelir düzeyinin yükselmesi, kentleşme vb. faktörler nedeni ile toplumun rekreasyon ihtiyacı artmaktadır. Rekreasyonun taşkın kontrolü, hidroelektrik enerji üretimi ve akarsu ulaşımı gibi su kaynakları geliştirmede bir problem olarak dikkate alınması ancak son zamanlarda olmuştur.

3) *Su Tahsisi ve Transfer*: Bölgesel gelişmenin planlanmasında, su kaynaklarının toplam üretimindeki rolü çoğu kez girdi-çıkış matrisi yardımıyla analiz edilir. Bu analiz su ve ekonomik faaliyetin çeşitli sektörleri arasındaki bölgesel ekonomik bağımlılığı ortaya çıkarır. Örneğin, bölgede belirli bir yöreye verilen sulama suyunun artırılması istenebilir. Bu sorunun çözümlenmesindeki seçeneklerden biri, bölge içerisindeki başka yörelerin suyundan belli miktarların kesilmesi biçiminde olabilir. Böyle bir aktarma söz konusu yörelerin üretim işlemine direkt olarak etki yapar.

4) *Kirli Suların Arıtılması*: Günümüz toplumlarında su kalitesi en önemli su kaynağı problemlerinden biri durumuna gelmiştir. Bu problemin analizi çeşitli kalite kontrol araçlarının değerlendirilmesini gerektirmektedir.

4.1.4. *Yönetim (Amenajman) Problemleri*

Su kaynaklarının rasyonel bir biçimde geliştirilmesi, sistem projelendirilip inşa edildikten sonra iyi bir amenajman ya da yönetimi gözetilmez. Amenajman, işletme ile eş anlamda değildir. İşletme daha çok proje amaçlarını gerçekleştirmek için sistemin fiziksel komponentleri üzerinde yapılan bir teknik işlemler dizisidir. Buna karşılık amenajman ya da yönetim, içinde işletme işlemi içinde yer aldığı organizasyonu ifade eder. Gözönüne alınmak durumunda olan bazı yönetim problemleri şöyle sıralanabilir:

1) *Su Kaynakları Yönetimi İçin Akın Tahminleri*: Akarsu yatağında çeşitli amaçlar için su yapıları inşa edildikçe geliştirilmiş akarsu ve rezervuar tahmin yöntemlerine gereksinim duyulmaktadır. Bu gereksinim, konuya ilişkin yönetim kuruluşlarının sayısı arttıkça daha belirgin duruma gelmektedir. Bu amaçla, daha kompleks ve gerçekçi hidrolojik modellerin geliştirilmesine ihtiyaç vardır.

2) *Taşkın Zararı Yönetimi*: Taşkın ovasında yaşayan toplumlar bir takım risklerle karşılaşmaktadır. O bakımdan, taşkın kayıplarına ilişkin veri toplama büyük önem taşımaktadır. Bu şekilde, ortalama değerlerin sınırları doğru bir şekilde tayin edilebilir, daha sonra da taşkın karakteristikleri ile taşkın kayıpları arasındaki ilişki incelenir. Bu çalışmalar sonunda taşkın ovasında çeşitli arazi kullanım biçimlerinin fizibilitelerinin karşılaştırılmasına ilişkin metodlar geliştirilebilir. Taşkın zararı amenajmanın bu problemleri hem kentsel, hem de kırsal alan da incelenmelidir.

3) *Kurumsal Problemler*: Bir hidrolojik havza içindeki su kaynaklarının geliştirilmesi çalışmaları çoğu kez çeşitli kurumların ortak çalışmalarını gerektirebilir. Örneğin su kaynakları planlamasından sorumlu, drenajdan ya da kanalizasyondan sorumlu kuruluşlar aynı havzada faaliyet gösterebilir. Burada önemli problem, kuruluşlar arasında, optimum çözümü gerçekleştirecek koordinasyonun sağlanmasıdır.

4) *Politika Problemleri*: Su kaynakları geliştirilmesinin politika sorunları son yıllarda önemli bir çalışma alanı olmuştur. Bu konudaki önemli başlıklar: 1) Su kaynaklarının kullanımı ve bu alandaki ola-

naklara ilişkin kamuoyunda güçlü bir bilincin yaratılması, 2) Kamu karar mekanizmalarında, projelerde sosyal optimuma erişmenin nasıl sağlanacağı 3) Politikaların, projelerde değişen çevre koşulları ile nasıl uyum sağlayacağı vb. biçiminde belirtilebilir.

4.2. Projelene Problemleri

4.2.1. Su Kaynaklarının Kapsamlı Planlaması:

Son yıllarda su kaynakları sistemlerinin projeleneğinde önemli gelişmeler olmuş bu arada projelene işleme yöneylem araştırması ve sistem analizi ilke ve teknikleri uygulanmaya başlanmıştır. Bu durumun en belirgin özelliği anılan ilke ve tekniklerin kullanılmasının fiziksel ve sosyal bilimlerden önemli katkıları gerektirmesidir. Sonuç olarak, projelene problemi disiplinler arası bir nitelik almış ve sorunların analizi sistem yaklaşımını gerektirmiştir.

Su kaynaklarının kapsamlı bir biçimde planlamasında 1) Temel verilerin toplanması ve analizi, 2) Planlama, 3) İnşaat ve Geliştirme, 4) Yönetim Amenajmanı olmak üzere belli başlı dört aşama vardır. Yeterli bir biçimde çözüm ve konuya ilişkin araştırmaların yoğunlaştırılması gerektiren belli başlı problemler 1) Projelene amaçlarının belirlenmesi, 2) Amaçların projelene kriterlerine dönüştürülmesi ve 3) Amaçların maksimum ölçüde gerçekleştirilmesi için gerekli projelene kriterlerinin kullanılması biçiminde özetlenebilir.

1) *Projelene Amaçlarının Belirlenmesi:* Bu konuda araştırılması gerekli en önemli problem, kurumsal yapının amaçların belirlenmesi için gerekli kararları verebilecek duruma getirilmesidir. İlgili disiplinler daha çok ekonomi ve siyasal bilimler olmakla birlikte, amaçların belirlenmesi, kapsamlı bir plandaki, bireysel alt projelerin ayrıntılı biçimde projelenemenin teknolojik yönüne de önemli ölçüde etkilidir.

2) *Amaçların Proje Kriterine Dönüştürülmesi:* Proje kriterine ilişkin araştırılması gereken başlıca iki problem 1) Plan formülasyonunda faydalar yerine alternatif maliyetlerin kullanılması, 2) Su kaynakları planlaması ile kentsel ve kırsal arazi kullanımı, yol rekreasyon vb. planlamalar arasındaki ilişkinin belirlenmesi olarak ifade edilebilir.

3) *Bölgesel Su Kaynağı Planını Hazırlanması:* Planlama, işleminin bu aşaması, sistem analizi etkinliklerinin tamamını içine alır. Konuya ilişkin gözönüne alınması gereken problemler şöyle özetlenebilir.

1. Bölgesel ekonomik projeksiyonların hazırlanması için gerekli teknikler ayrıntılı biçimde incelenmelidir. Bu çerçevede; bölgesel girdi-çıkış modelleri, başlıca endüstri dallarının su kullanımı, su ücreti belirleme seçenekleri, su talebinin, sektörler için teknoloji, fiyat ve amenajman değişikliklerindeki duyarlılık analizleri gözönüne alınmalıdır.

2. Su kaynağı fayda fonksiyonlarının geliştirilmesi konusunda ek araştırmalar yapılmalıdır.

3. Teknolojik fonksiyonun daha doğru bir biçimde elde edilmesi konusunda çalışmalar yapılmalıdır. Sentetik akım geliştirmesi, çeşitli tipteki akımlara ve su kaynakları geliştirmesinin çeşitli desenlerine adapte edilebilmelidir. Nispet bol meteorolojik veri, nispeten az hidrolojik bilgi koşullarına dayanan akım modellerinin geliştirilmesine olan ihtiyaç büyüktür.

4. Sistem alternatiflerinin ön elemesine uygulanabilecek metodların geliştirilmesi yararlıdır. Bu metodlar, bireysel sistem birimleri arasındaki fiziksel ve sosyal bağları dikkate alınmalıdır. Özellikle benzetme ve optimizasyon (doğrusal ve dinamik programlama) metodları üzerinde durulmalıdır.

5. Optimizasyona yönelik ayrıntılı çalışmalar için uygun teknikler geliştirilmelidir. Yalnız daha kompleks benzetme teknikleriyle yetinilmemeli; bu konudaki analitik yaklaşımlarda geliştirilmelidir.

Sonuç olarak, sistem projelendirme işlemi, su kaynakları geliştirmesinin kapsamlı planlamasındaki komplekslikle uyumlu olacak bir biçimde getirilmek için çaba harcanmalıdır.

4.2.2. Proje İçin Gerekli Temel Veriler

Projelendirme için gerekli temel verilerin toplanmasında aşağıda belirtilen üç nokta üzerinde önemle durulmalıdır.

1) *Belirsizlik*: Su kaynaklarının geliştirilmesinde, iki çeşit belirsizlik vardır. Birincisi hidrolojik olayların rastgele olmasından, ikincisi ise gelecekteki su talebinin, teknolojik gelişmelerin ya da politik kararların belirlenmesindeki güçlükten kaynaklanır. Hidrolojik belirsizliğin ortaya çıkardığı sonuçların irdelenmesinde sentetik hidroloji güçlü bir araçtır. İkinci türdeki belirsizliklerin çözümü ise su kaynakları sistemlerine verilen esnekliktedir. Sisteme, kademeli inşaat, orijinal tesislerin modifikasyonu, ya da işletme yöntemindeki değişime-

ler vb. yollarla esneklik verilmişse, bu esnekliğin optimizasyonu için yeterli kriter formüle edilmelidir.

2) *Verilerin Doğruluğu*: Temel verilerin doğruluğunun projelendeki önemi tartışılmasına gerek olmayan bir konudur. Sistemin projelendemesinde kullanılan analitik metodlar ne kadar güvenilir olursa olsun, elde edilecek sonuç ancak kullanılan verilerin doğruluğu ile sınırlıdır. O bakımdan, çeşitli tipteki su kaynakları sistemleri için gerekli verilerin göreceli doğruluğunun artırılması doğrultusunda çalışmaların yapılmasında yarar vardır. Böylece, planlama için elde mevcut kaynakların daha etkili tahsisi gerçekleştirilebilir.

3) *Sentetik Hidroloji*: Akarsu akım verilerinin su kaynakları sistemlerinin projelendemesine yönelik analiz ve değerlendirilmesinde olasılık yöntemleri büyük ölçüde kullanılmaktadır. Bununla beraber, hidrolojik verilerin ortalamaları ve değişimleri bu amaç için yeterli olmayıp, akımların deseni de değerlendirilmek durumundadır. Bu darboğazın aşılmasında "sentetik Hidroloji" nin büyük katkısı olmuştur. Bu yöntem hem analitik hem de benzetme modellerinde yararlı olmakta ise özellikle sonuncularda yaygın biçimde kullanılmaktadır. O bakımdan, sentetik hidrolojinin temel problemi, bunun analitik modellerle bütünleştirilmesindedir. Bu problemin çözümü, su kaynakları sistemlerinin rasyonel projelendemesinin geliştirilmesine önemli ölçüde katkı yapacaktır.

4.2.3. *Rezervuarların Projelendemesinde Stokastik (Olasılık) Problemleri*:

Depolama rezervuarı su kaynakları sistemlerinin en önemli öğelerinden biridir. Rezervuar projelendemesine giren akımı stokastik (olasılık) yönü dikkate alınmalıdır. Su depolama rezervuarlarında giren akımın niteliği stokastik, çıkan akım ise genellikle işletme programına göre belirlenir. Bu durum rezervuarların projelendemesinde etkili olduğundan, barajlar arkasında su depolamanın problemleri teorik boyutta yeteri kadar incelenmiştir.

Depolama rezervuarları, bağımsız ve bağımlı rezervuarlar olmak üzere iki grupta toplanabilir. Bağımsız rezervuar, bir başka rezervuara bağımlı olmayarak işletilen su depolama tesisidir. Bağımlı rezervuar ise diğer rezervuarlara bağımlı olarak işletilmek üzere projelendir.

Son kategorideki rezervuarlar için üç belirli durum tanımlanabilir.

1) Rezervuara gelen akım kısmen ya da tamamen memba rezervuarından bırakılan regüle edilmiş akıma bağlıdır. 2) Bağımlı rezervuar

mansap rezervuarı ile birlikte işletilir. 3) Bağımlı rezervuarlardan bırakılacak su, bitişik su toplama havzalarındaki rezervuarların işletme programları ile uyumlu olacak şekilde düzenlenir.

Birbirleriyle ilişkili birçok rezervuardan oluşan çok amaçlı, çok yapıtlı sistemlerin projelendirilmesi günümüz su kaynakları mühendisliğinin temel niteliğidir.

4.2.4. Metropolitan Alanda Su Kaynakları Planlaması

Kentsel alanda su kaynakları sistemlerinin projelendirilmesinde en önemli noktalardan biri arazi kullanımı, su sistemi, arıtma ve kanalizasyon arasındaki ilişkinin kurulmasıdır. Bu bir dizi sorunu içine alan kompleks bir problemdir. Örneğin yoğun kentsel gelişmenin su temini ve pis suların kanalizasyon ve arıtılması yönünden artan maliyeti ne olacaktır. Su sistemlerinde pik talebi azaltıcı bir fiyat mekanizması varmıdır? Kentsel alanlardaki planlamada son yıllarda, bu ya da buna benzer sorunlar üzerinde önemle durulmaktadır.

4.3. İşletme Problemleri

4.3.1. Genel Yorumlar

Bu bölümde daha önce değinildiği gibi, su kaynaklarının optimum bir biçimde geliştirilmesi aynı zamanda uygun işletme politikalarının uygulanmasına bağlıdır. İşletme politikası denilince, rezervuarlardan su alma, yeraltı suları ya da rezervuarlardan yapılan pompaj ve akifer beslemenin zaman boyutundaki program anlaşılır. Her su kaynağı sisteminde anılan bu üç çeşit işletme bulunmaz. Bu konuda en büyük problem geliştirme projesinin amaçlarını en iyi biçimde gerçekleştirecek işletme programının seçilmesidir. İşletme programlarının tespiti uzun yıllar yalnız kişisel yorum ve kararlara göre yapılmıştır. Konuya ilişkin alternatif programlar denenmezdi. Kullanılan kurallar: 1) Amaçlanan çıktıyı karşılamak için gerekli olmadıkça, taktirde tüm giren akımı depolamak, 2) Ortaya çıkan ihtiyaçları, varsa depolamadan karşılamak, 3) Taşkın kontrol analizlerinde kayıtlarda bulunan tüm zararlı taşkımları incelemek ilkelerine dayanılmaktaydı. Zamanla su kaynakları sistemleri kompleksleştikçe işletme-programlarının üç ya da dört çeşit karardan oluştuğu ortaya çıkmıştır.

İstenen kalitede suyun sağlanması amacı ile depolanması ve bırakılması, 1) Rezervuarlar, 2) Amaçlar, 3) Zaman periyotları ve mümkünse, 4) Derinlik katmanları ile uyumlandırılmasıdır.

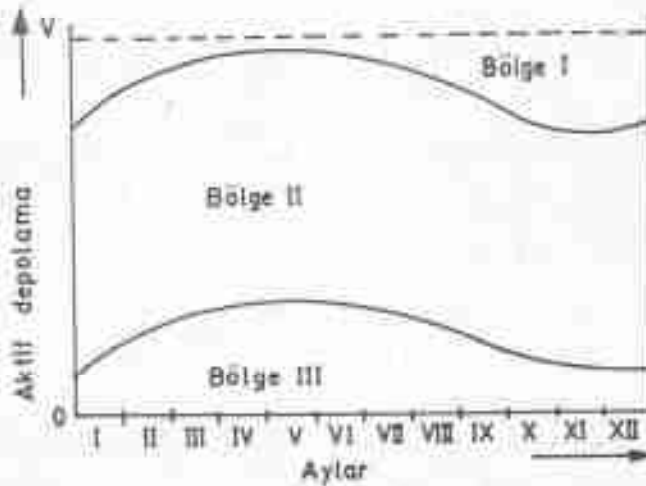
Günümüzde işletme programlarının analizi, demirbaş teorisi, kuyruk teorisi ve dinamik programlama vb. uygulamalı matematik yöntemleri ile yapılmaktadır.

Esneklikten sözmeden işletme problemlerini tartışmak mümkün değildir. Bir işletme kuralı tesbit edilip benimsendikten sonra, bu konuda belirli bir esnekliğe izin verilmelidir. Uygulanan politikanın bir kararlar dizisi olduğu ve bu kararların da hidrolojik belirsizlik, ekonomik belirsizlik ya da her ikisinin mevcudiyeti koşulunda verildiği hiçbir zaman unutulmamalıdır.

4.3.2. İşletme Kuralları

Depolama tesislerinin işletilmesine ilişkin yönlendirici kuralların koyulması su kaynakları mühendisliğinin çözümlenmesi gereken en önemli problemlerinden biridir. İlke, zaman boyutunda herhangi bir noktada istenen su miktarı ile doğal olarak mevcut olan arasındaki farkı elden geldiğince azaltmaktır. Bundan çıkan sonuç, işletme kurallarının suyu depoda tutmak ya da bırakmakla ilgili kararları için bir gösterge olduğudur.

Bu kararların bir belirsizlik ortamında verildiği açıktır. Depolama tesislerinin işletilmesi için güven sınırları sağlamak için çalışmalar yapılmıştır. Rezervuarın aktif depolaması Şekil 3.1 de görüldüğü gibi üç bölgeye ayrılmıştır.



Şekil 3.1. Rezervuar kontrol yeması.

Üst bölgede (Bölge I) bulunan su, suyun dolu savaaktan akarak kaybolmalarını en aza indirmek için su alma tesislerinin tam kapasitesinde çekilmelidir. Orta bölgeden (Bölge II) su, varolan isteğin karşılanması için ekonomik biçimde pompalanabilir. Alt bölgede ise (Bölge III) su darlığına karşı bir önlem olarak pompaj durdurulmalıdır. Üç bölgeyi ayıran çizgiler su darlığı ya da taşan suyun verilen olasılığını temsil etmektedir.

Yukarıda verilen örnekte, işletme kuralı tesbit kriterleri, taşma ya da su darlığı olasılığının en aza indirilmesi amacıyla yönelik olmak üzere basit biçimde konmuştur. Buna karşılık yoğun endüstri bölgelerindeki çok amaçlı rezervuarların işletme kuralları daha kompleks bir durum alır.

4.3.3. Optimizasyon Teknikleri

Bir su kaynakları sisteminin işletilmesi için optimum işletim bulunmasında genellikle şu üç yol söz konusudur: 1) Analitik tekniklerin uygulanması, 2) Benzetme teknikleri, 3) ve bu iki tekniğin kombinasyonudur.

Analitik teknikler birçok şekilde sınıflanabilir. Kolaylık için genellikle doğrusal programlama algoritmeleri ve dinamik programlama algoritmeleri biçiminde bir sınıflama yapılabılır. Burada büyük ve kompleks sistemlerin analizlerinde doğrusal ve dinamik programlamanın kombine edilebileceğine değinmekte yarar vardır.

Analizin olasılık teorisine dayandığı rezervuar işletme problemlerinin incelenmesinde nisbeten kompleks doğrusal programlama algoritmeleri kullanılır. Problemin daha basit formülasyonları yalnız giren akımlar arasındaki seri korelasyonunda gözönüne alınır. Buna karşılık, daha ileri yaklaşımlar, birbirini izleyen iki zaman periyodu esnasında rezervuarlardan bırakılan ve depolanan su miktarlarını bağlayan Markovian işlemi de dikkate alınır. Doğrusal programlama, hernekadar optimal işletme politikalarının geliştirilmesine önemli katkılarda bulunmuşsa da su kaynağı sistemlerinin temel işletme problemini çözmemiştir.

Su kaynakları geliştirilmesinde kullanılan dinamik programlama algoritmeleri deterministik ve stokastik olabilir. Dinamik programlama işletme problemlerinin analiz ve çözümünde daha umut vericidir. Kompleks su sistemleri için optimal işletme kurallarının geliştirilme-

sinde doğrusal ve dinamik programlama yöntemlerini kombine eden girişimlerde vardır.

Su kaynakları problemlerinin analizinde yaygın kullanım alanı bulan tekniklerden biri de benzetme tekniğidir. Benzetme (simulasyon), tekniği kendisi optimizasyon olmamakla birlikte verilen bir koşulda yöresel optimumun bulunmasında etkin biçimde kullanılabilir.

5. SU KAYNAKLARI EKONOMİSİ TEMEL KAVRAMLARI

Su kaynakları geliştirmesinin planlanmasında çeşitli alternatif projelerin ekonomik yönden birbirleriyle karşılaştırılmaları esastır.

Mühendis önerdiği projenin teknik yönden tutarlı olduğu kadar, ekonomik yönden de mevcut çözümler arasında en iyisi olduğunu göstermek durumundadır. Böyle bir çözüme optimum çözüm denir. Mühendislik çözümleri arasında, ekonomik kriterleri uygulamak suretiyle optimum çözümün bulunması, mühendislik ekonomisi disiplininin uygulanması ile olur.

5.1. Temel İlkeler

Planlama çalışmalarında alternatiflerin karşılaştırılmasında masraf ya da yatırımlarla fayda ya da gelirlerin aynı baza indirgenmesi zorunludur. Alternatifler içinden doğru bir seçimin yapılabilmesi için hesaplanan her ekonomik miktarın değeri kadar, zaman boyutundaki yerinin de önemi büyüktür. Örneğin, bu yıl üretilen 1 ton buğdayın değeri, bundan 10 yıl sonra üretilecek 1 ton buğdayın değerinden fazladır. O bakımdan geleceğe ilişkin ekonomik değerlerin hesaplarda yıllara göre küçülen bir katsayı ile çarpılarak dikkate alınması gerekir. Bu katsayıya indirgeme (iskonto) oranı denir. İndirgeme (iskonto) oranının seçimi bunun proje masraf ve faydalarına uygulanması proje ekonomisi açısından büyük önem taşır. İskonto oranının yüksek seçilmesi yatırım masraflarının yıllık masraflarla ikame edilmesini uygun süreli projelerin kademeli inşaatın tercih edilmesini rasyonel kılar.

Su kaynaklarının geliştirilmesinde projenin geliştirilmesi sonucunda elde edilecek ürünlerin üreticiye sağladığı doğrudan (direk) gelir yanında bu ürünleri yeniden işleyen, taşıyan ve pazarlayanların da dolaylı yoldan sağlayacağı faydalarda gözönüne alınmalıdır. O bakımdan, alternatiflerin değerlendirilmesinde ülke ekonomisinin esas alınması ekonomiye katılacak mal ve hizmetlerin karşılaştırılması-

nun yapılması gerekir. Alternatifler karşılaştırılırken geleceğe ilişkin masraf ve faydaların karşılaştırılması esas olmalıdır. Bugüne kadar yapılmış olan bütün yatırımlar tamamlanmış işlemleri ifade eder ve geleceğe ait alternatiflerin seçiminde etkili olmazlar. Geçmişte yapılmış bütün masraflar sarfolunmuş maliyetlerdir ve gelecekte bir değişikliğe neden olmadıkları takdirde karşılaştırmalarda gözönüne alınmamaları gerekir.

Su kaynaklarının geliştirilmesinde *karşılaştırma (mukayese) periyodu*, projeye ilişkin fayda ve masrafların karşılaştırılmasında kullanılan periyottur. Bu periyot genellikle ekonomik ömürden kısa seçilir. Bilindiği gibi *ekonomik ömür* tesisin işletilmesi sırasında elde edilecek marjinal faydanın işletme için gerekli marjinal masrafları karşılamadığı anda sona erer. Öteyandan *fiziksel ömür*, ancak tesisin kendinden beklenen hizmeti karşılayamaması durumunda sona erer. Genellikle ekonomik ömür fiziksel ömürden kısadır. Ülkemizde su kaynaklarının geliştirilmesinde karşılaştırma periyodu 50 yıl olarak alınmaktadır.

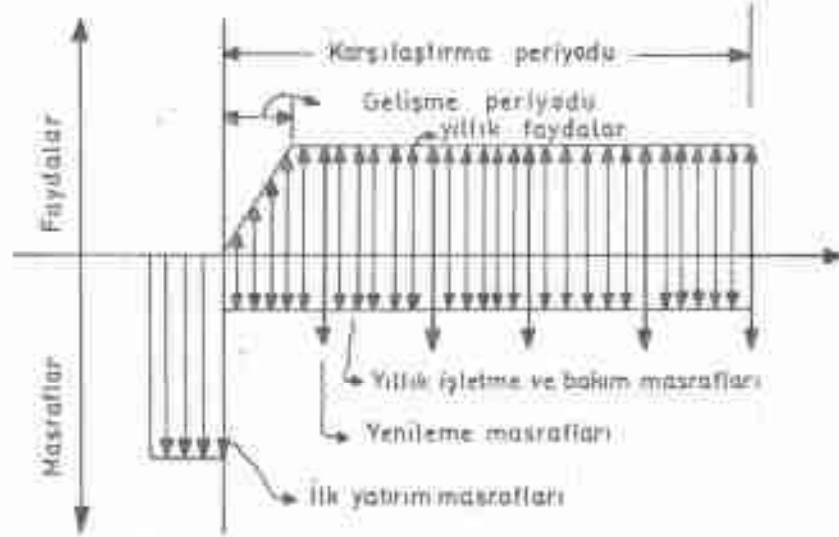
Alternatiflerin karşılaştırılmasında, *karşılaştırma periyodu* içinde yapılacak *tüm masraflarla*, elde edilecek *tüm faydalar*, *indirgeme oranı* yardımıyla bir tek sayıya çevrilmeye çalışılır. Böylece alternatiflerin karşılaştırılması mümkün olur.

Alternatiflerin seçiminde, düşünülen amacı sağlayacak teknik bakımdan mümkün tüm çözümler gözönüne alınmış olmalıdır. Fayda masraf farkı fonksiyonları projeli ve projersiz durumların karşılaştırılması yolu ile elde edilir.

5.1.1. Fayda Masraf Akış Diyagramı

Ele alınan her alternatifin, projersiz durum dahil, ekonomik yönden fayda ve masrafları ya da gelir ve giderleri olmak üzere iki yönü vardır. Bir koordinat sisteminde, zaman (yıl) boyutunun apsiste, projenin karşılaştırma periyodu içindeki tüm faydalarının (+) ordinatta tüm masraflarının ise (-) ordinatta gösterilmesi ile elde edilen şemaya Fayda-Masraf Akış Diyagramı denir. Şekil 1.1 in incelenmesinden görüleceği gibi, başlangıçta bir yatırım yapılarak proje gerçekleştirilmekte, bundan sonra amacın gerçekleştirilmesi için yıllık işletme ve bakım masrafları yapılmakta, belirli aralıklarla yenileme giderleri öngörülmektedir. Buna karşılık faydalar geliştirme periyodu boyunca doğrusal olarak artarak bir maksimum değere ulaşmakta ve daha

sonra sabit kalmaktadır. Ele alınan her alternatif için böyle bir diyagramın hazırlanması zorunludur.



Şekil 1.1. Fayda-Masraf Akış Diyagramı.

5.1.2. Faiz

Bilindiği gibi faiz, bir müteşebbisin başkasının sermayesini kullanmasına karşılık ödediği bedeldir. Faiz oranı büyük ölçüde ekonominin mevcut durumuna, sözkonusu olabilecek risk ve enflasyona bağlıdır.

Yıllık faiz oranı (f), paranın bugünkü değeri ya da ilk kapital (P), yıl sayısı (n) ile gösterilirse, bir yıl sonraki faiz miktarı (FP) dir. Eğer borç verilen paraya karşılık olan faiz her yılın sonunda çekilecek olursa, (n) yıl yılda alınacak faiz miktarı (I_n), $I_n = Pfn$ olacaktır.

Uygulamada özellikle inşaat süresindeki faizin hesaplanmasında bazen aylık faiz esas alınabilir. Bu durumda

$$I_t = \frac{Pfn}{12} \text{ olacaktır.}$$

$I_t = t$ ay süresince gerçekleşen faiz

$t = Ay$ sayıdır.

Buna karşılık ,borç voren gerçekleşen faiz gelirini çekmez, aynı faiz oranı ile yatırırsa, başlangıçtaki (P) liranın bileşik faizle (n) yıl sonra ulaşacağı miktar (F) şöyle ifade edilir:

$$\begin{aligned} F &= P (1 + f)^n \text{ veya } (1 + f) \text{ değeri } q \text{ ile gösterilirse} \\ F &= P q^n \text{ dir.} \end{aligned} \quad (5.1)$$

5.1.3. Bugünkü Değer

Su kaynaklarının geliştirilmesi projelerinde gelecekte gerçekleşecek ya da ödenecek fayda ya da masrafların bu günkü değerlerinin (P) bilinmesine ihtiyaç vardır. Finans dilinde (n) yıl sonraki (F) değerinin, yıllık (f) indirgeme (iskonto) oranında bugünkü değeri (P), eşitlik (5.1) in P için çözülmesi ile bulunabilir.

$$P = \frac{F}{(1 + f)^n} = \frac{F}{q^n} \quad (5.2)$$

Mühendislik projelerinin ekonomik analizinde zaman boyutunun değişik anlarında ortaya çıkacak fayda ve masrafların karşılaştırılmasında, bugünkü değer kavramı yaygın biçimde kullanılır. Örneğin, yıldan yıla değişik yıllık masrafları olan alternatif projelerin karşılaştırılmasında, karşılaştırma periyodundaki tüm yıllık masrafların ortak bir başlangıç yılına indirgenmesi zorunludur. Bu tür hesapların yapılmasında Ek (1) de verilen tablolar büyük kolaylık sağlar. Bu tabloların kullanılmasına ilişkin örnekler bölümün sonunda çözülecektir.

5.1.4. Yıllık Eşit Ödemeler

Yıllık A miktarı, her yılın sonunda bileşik faizle yatırılır. Her yıl yapılan bu yatırımın (n) yıl sonra erişeceği (F) miktarı şöyle ifade edilir:

$$F = \frac{A (1+f)^n - 1}{f} = \frac{A (q^n - 1)}{f} \quad (5.3)$$

Örneğin gelecekteki bir harcamayı gerçekleştirmek için her yıl 1000 lira % 5 bileşik faizle yatırılmaktadır. Bu fonun 20 yıl sonraki değeri

$$F = \frac{1000 (1+0.05)^{20} - 1}{0.05} = 33\ 100 \text{ liradır.}$$

Aynı şekilde n yıl süren yıllık eşit ödemelerin bugünkü değeri, Denklem (5.3) ün, Denklem (5.2) de yerine konması ile bulunabilir.

$$P = \frac{F}{(1+f)^n} = \frac{A(1+f)^n - 1}{f(1+f)^n} = \frac{A(1+f)^n - 1}{f(1+f)^n} = \frac{A(q^n - 1)}{fq^n} \quad (5.4)$$

dir.

Örneğin, 20 yıl boyunca % 5 faizle her yıl yatırılan 1000 liranın bugünkü değeri 12 460 liradır. Bir başka deyişle bugün bankaya % 5 faizle 12 460 lira yatırılırsa fon tükenmeden 20 yıl boyunca her yılın sonunda 1000 lira çekilebilir.

Yukarıdaki örnekte, % 5 bileşik faizle her yıl yatırılan 1000 liranın 20 yıl sonra 33 100 liraya eriştiği daha önce görülmüştü.

Mühendislik problemlerinde çoğu kez belirli bir periyod sonunda belirli bir fonun yaratılması zorunlu olur. Böyle durumlarda gelecekte belirli bir yılda gerekli fon bilinir. Bu fonu biriktirmek için gerekli yıllık ödemelerin (biriktirme taksitlerinin) bilinmesi istenir. Yıllık ödemeler Denklem (5.3) in (A) için çözülmesi ile bulunabilir:

$$A = \frac{Ff}{(1+f)^n - 1} = \frac{Ff}{q^n - 1} \quad (5.5)$$

Bugünkü bir yatırımı (P), amorti etmek için n yıl boyunca, her yıl ödenmesi gereken faiz amortisman (sermaye kurtarma) taksidi denklem (5.4) ün A için çözülmesi ile elde edilir.

$$A = \frac{Pf(1+f)^n}{(1+f)^n - 1} = \frac{Pfq^n}{q^n - 1} \quad (5.6)$$

Örneğin bugün yapılan 100 000 liralık bir yatırımın, % 7 bileşik faizle 20 yılda amorti edilmesi için her yılın sonunda ödenmesi gereken faiz-amortisman taksidi:

$$A = \frac{100\,000 \times 0.07 (1+0.07)^{20}}{(1+0.07)^{20} - 1} = 9440 \text{ liradır.}$$

5.2 Ekonomik Analiz Çevrim Tablolarının Kullanılışı

Ekonomik analizde kullanılan bileşik faiz, biriktirme, amortisman, bugünkü değere indirgeme (iskonto) hesaplarının yapımında kullanılan ve 5.1 de verilen formüllerde, içinde faiz (f) ve yıl sayısının (n) bulunduğu üslû terimler olduğundan, işlem yapmak zahmetli ve

güçtür. O nedenle anılan formüllerdeki bu üs'lü terimler uygulamada kullanılan belirli faiz (f) ve (n) değerleri için çözümlenerek bulunan faktörler (katsayılar) Tablo'lar halinde düzenlenerek Ek (1) de verilmiştir.

Aşağıda verilen örnek hesaplamalarda kullanılan formüllerde yıllık faiz oranı (f), yıl sayısı (n), sözkonusu paranın bugünkü değeri (P), sözkonusu paranın gelecekteki değeri (F) ve yıllık ödenen para taksidi (A) ve $(1+f)$ değeri q ile gösterilmiştir.

5.2.1. Tek Ödemelerin Bileşik Faiz Faktörü (Kolon 1)

Faktör $q^n = (1+f)^n$ dir. Elden mevcut paranın bugünkü (P) değerinin (f) bileşik faizinde n yılda erişeceği (F) değerini hesaplamak için

kullanılır. $F = Pq^n$ veya $\frac{F}{P} = q^n$ dir.

Örnek: 20 450 lira % 5 bileşik faizle, 8 yıl için yatırılmıştır, 8 yıl sonundaki değeri ne olacaktır.

$$P \quad \times \text{ faktör } \left(\frac{F}{P}, f = \% 5, n = 8 \right) = F$$

$$20.450 \text{ TL} \times 1.477455 = 30.210 \text{ TL}$$

↑
(Kolon 1)

5.2.2. Yıllık Eşit Ödemelerin Bileşik Faiz Faktörü: (Kolon 2)

$$\text{Faktör } \frac{q^n - 1}{f} = \frac{(1+f)^n - 1}{f} \text{ dir.}$$

Her yıl yapılan (A) miktarında ödemenin, (f) bileşik faiz oranında (n) yıl sonunda erişeceği (F) değerinin hesaplanmasında kullanılır.

$$F = A \cdot \frac{q^n - 1}{f} \text{ veya } \frac{F}{A} = \frac{q^n - 1}{f} \text{ dir.}$$

Örnek: 78 200 lira her yılın 31 aralıkta % 5 faizle, 9 yıl boyunca yatırılmıştır. 9 yıl sonundaki değeri ne olacaktır.

$$A \quad \times \quad \text{faktör} \left(\frac{F}{A}, f = \% 5, n = 9 \right) = F$$

$$78.200 \quad \times \quad 11.026.564 \quad = 862.300 \text{ TL.}$$

↑
(Kolon 2)

5.2.3. *Yıllık Eşit Ödemelerle Biriktirme (İifa Fonu Batan Sermaye) Faktörü: (Kolon 3)*

$$\text{Faktör} \quad \frac{f}{q^n - 1} = \frac{f}{(1+f)^n - 1} \quad \text{dir.}$$

Gelecekteki (F) miktarını biriktirmek için n yıllık sürede, (f) faiz oranında her yıl sonunda ödenmesi gereken (A) miktarının hesaplanmasında kullanılır.

$$A = F \frac{f}{q^n - 1} \quad \text{veya} \quad \frac{A}{F} = \frac{f}{q^n - 1} \quad \text{dir.}$$

Örnek: Bir sulama pompaj ünitesinin 15 yıl olan ekonomik ömrü tamamlandığında, yenilenmesi 8.750.000 liraya mal olacaktır. Çiftçiden toplanan para % 10 faizli devlet bonosuna yatırılmaktadır. Anılan paranın biriktirilmesi için çiftçiden her yıl toplanması gereken miktar (A) ne kadar olmalıdır.

$$F \quad \times \quad \text{faktör} \left(\frac{A}{F}, f = \% 10, n = 15 \right)$$

$$8.750.000 \quad \times \quad 0.031474 \quad = 275.398 \text{ TL.}$$

↑
(Kolon 3)

5.2.4. *Tek Ödemelerde bugünkü değer Faktörü: (Kolon 4)*

$$\text{Faktör} \quad \frac{1}{q^n} = \frac{1}{(1+f)^n} \quad \text{dir.}$$

Bu faktör, gelecekte n yıl sonraki değeri (F) olan bir miktarın, (f) indirgeme (faiz) oranında bugünkü değerinin (P) hesaplanmasında kullanılır.

$$P = F \frac{1}{q^n} \quad \text{veya} \quad \frac{P}{F} = \frac{1}{q^n} \quad \text{dir.}$$

Örnek 1: Bir sulama projesinin işletmeye açılışının 14 üncü yılında gerçekleşen net fayda 173 831 000 liradır. Net faydanın % 10 indirgeme (faiz) oranında projenin başlangıcındaki (t_0) bugünkü değeri (P) nedir.

$$P \times \text{faktör} \left(\frac{P}{F}, f = \% 10, n = 14 \right) = P$$

$$173\,831\,000 \times 0,263\,331 = 45\,775\,091 \text{ TL.}$$

(Kolon 4)

5.2.5. *Yıllık Eşit Ödemelerin (Uniform Ödemelerin) Bugünkü Değer Faktörü (Kolon 5)*

$$\text{Faktör} = \frac{q^n - 1}{fq^n} = \frac{(1+f)^n - 1}{f(1+f)^n}$$

Bu faktör, (f) faiz (indirgeme) oranında n yıl süren yıllık (A) miktarındaki eşit ödemelerin bugünkü değerinin hesaplanmasında kullanılır.

Bu faktör, su kaynakları projelerinin değerlendirilmesinde karşılaştırma periyodu (t_n) boyunca eşit, gerçekleşen sabit yıllık fayda ve masrafların, projenin ilk yılının başlangıcındaki (t_0) toplam bugünkü değerinin hesaplanmasında büyük kolaylık sağlar.

$$P = A \frac{q^n - 1}{fq^n} \text{ veya } \frac{P}{A} = \frac{q^n - 1}{fq^n}$$

Örnek 1: Bir sulama projesinde 9 yıl süre ile ($t_1 \rightarrow t_9$) gerçekleşen yıllık fayda 150×10^6 TL dir. İndirgeme oranı % 15 olduğuna göre toplam faydanın 1. yıl (t_1) başlangıcındaki değerini bulunuz.

$$A \times \text{faktör} \left(\frac{P}{F}, f = \% 15, n = 9 \right) = P$$

$$150 \times 10^6 \times 4,772 = 715,8 \times 10^6 \text{ liradır.}$$

(Kolon 5)

Bilindiği gibi yatırım projelerinin büyük bölümünde yıllık faydaların kapasitesine ulaşması ancak belirli bir gelişme süresinin sonunda gerçekleşir ve bundan sonra ekonomik ömrün sonuna kadar eşit devam eden bu faydaların ekonomik analizde karşılaştırma peri-

yodunun başlangıcına getirilmesi (indirgenmesi) gerekir. Böyle bir problemin çözümlenmesinde en kestirme yol aşağıdaki örnekte gösterilmiştir:

Örnek: Bir sulama projesinde gerçekleştirilen yıllık faydalar gelişme periyodunda her yıl artarak (t_{10}) yılında maksimum değeri olan 460×10^6 değerine ulaşmış ve 50 yıl olan ekonomik ömrün sonuna kadar bu düzeyde kalmıştır. Toplam sabit faydanın indirgeme oranı % 15 olduğuna göre projenin işletmeye açıldığı yılın başındaki (t_0) değerini bulunuz.

Bir süre sonra (örneğin gelişme periyodu sonu) başlayarak gerçekleşen yıllık eşit faydaların, karşılaştırma periyodunun başlangıcına (t_0) getirilmesinde en kestirme yol, önce yıllık eşit faydalar için bugünkü değer faktörü (kolon 5); verilen faiz oranında (f), karşılaştırma periyodu sonu (t_n) ve sonra da faydanın sabitleştiği yıldan önceki (örnekte t_0) yıl için bulunarak, hesapta bu iki faktör farkının kullanılmasıdır.

Karşılaştırma periyodu için B.D.faktörü (t_{30})	6.661
Gelişme süresi sonu için B.D.faktörü (t_0)	4.772
Hesapta kullanılacak faktör	1.889

$P = A \cdot \text{faktör}$

$$P = 460 \times 10^6 \times 1.889 = 868.9 \times 10^6 \text{ liradır.}$$

Örnek: Bir çiftçi tesis ettiği sulama pompaj ünitesinin 15 yıllık hizmet ömrü boyunca her yıl sağladığı yıllık fayda 441 500 liradır. İndirgeme oranı % 22 ise, yaratılan faydaların, tesisin işletmeye açıldığı yıldaki (t_0) bugünkü değeri (P) nedir?

$$A \quad \times \quad \text{faktör} \left(\frac{P}{A}, f = \% 22, n=15 \right) = P$$

$$441\,500 \quad \times \quad 4.315\,215 \quad = \quad 1\,905\,167 \text{ TL}$$

↑
(Kolon 5)

5.2.6. Yıllık Eşit Ödemelerde Faiz-Amortisman (Sermaye Kuruma) Faktörü (Kolon 6)

$$\text{Faktör: } \frac{f \cdot q^n}{q^n - 1} = \frac{f(1+f)^n}{(1+f)^n - 1}$$

Bu faktör, (f) faiz oranı ile borç alınan bir miktarı (P), n yılda geri ödemek için yıllık eş ödeme (faiz-amortisman) taksitlerinin (A) miktarını bulmakta kullanılır.

$$A = P \frac{f \cdot q^n}{q^n - 1} \text{ veya } \frac{A}{P} = \frac{f \cdot q^n}{q^n - 1} \text{ dir.}$$

Örnek: Bir çiftçi kuyu açmak için bankadan % 5 faizle ve 10 yılda ödemek üzere 879 000 TL borç alıyor. Her yıl ödeyeceği (ana para + faiz) taksit (A) ne olacaktır.

$$P \times \text{faktör} \left(\frac{A}{P}, f = \% 5, n = 10 \right) = A$$

$$879.000 \times 0.129505 = 1.138.835 \text{ TL dir.}$$

↑
(Kolon 6)

Problemler

- 5.1. Bir sulama tesisinin ilk tesis masrafı 50×10^6 TL dir. Programda belirtilen inşaat süresi 3 yıldır. Yıllık faiz % 22 olduğuna göre yatırımın inşaat süresindeki faizini hesaplayınız.
- 5.2. Her yılın 31 aralığında 2×10^6 TL, % 10 faizle 16 yıl boyunca yatırılmıştır. Bu yıllık eşit ödemelerin 16 yıl sonraki değerini hesaplayınız.
- 5.3. Bir sulama pompaj tesisinin 15 yıl olan ekonomik ömrü tamamlandığında, yenilenmesi 8.6×10^6 TL ya malolacaktır. Çiftçiden toplanan para % 22 faizli Devlet tahviline yatırılmaktadır. Anılan paranın biriktirilmesi için her yıl kaç lira toplanması gerekir.
- 5.4. Bir sulama projesinin işletmeye açılışının 15 inci (t_{12}) yılının sonunda gerçekleşen net fayda 416×10^6 liradır. Bu net faydanın (indirgeme ya da iskonto oranı % 10 ise) projenin başlangıcındaki (t_0) bugünkü değeri kaç liradır.
- 5.5. Bir sulama pompaj tesisinin 15 yıllık hizmet ömrü boyunca her yıl sağladığı yıllık net fayda 4.6×10^6 liradır. İndirgeme oranı % 5 ise toplam net faydanın bugünkü değerini hesaplayınız.
- 5.6. Bir çiftçi kuyu açmak için bankadan % 22 faizle ve 10 yılda ödemek üzere 1.6×10^6 lira kredi almıştır. Her yıl ödeyeceği taksit (Anapara + faiz ya da faiz-Amortisman) kaç liradır.

6. SU KAYNAKLARI PROJELERİNİN MASRAFLARI

Su kaynakları geliştirilmesinde iki alternatif proje aynı fonksiyonu gördüğü zaman, bunlardan daha uygun olanın seçiminde genellikle masraflar karşılaştırılır. Bu masraf karşılaştırması genellikle projenin yatırım masrafından çok yıllık masrafları esas alarak yapılır.

Masraflar genel bir sınıflama ile primer ve sekonder olmak üzere iki bölüme toplanabilir. Bunlardan primer masraflar, yatırım masrafları (giderleri) ile tesisin işletme, bakım ve yenileme giderlerinden oluşur. Sekonder masraflar, yalnız sekonder faydaların hesaba katıldığı durumlarda gözönüne alınır. Toplam masrafların hesabında ise yatırım giderlerine, yıllık işletme, bakım ve yenileme giderleri eklenir.

6.1. Yatırım Masrafları

Bir projenin yatırım masrafı, tesisin işletmeye açıldığı tarihteki toplam yatırım miktarını gösterir.

Yatırım masrafları doğrudan (keşif bedeli) ve dolaylı masraflar olmak üzere iki bölüme toplanabilir (Tablo 6.1). Doğrudan masraflar projenin, alt yapı işleri, inşaat işleri, makina donatım vb. bedellerinin toplamından oluşur. Doğrudan masrafların (keşif bedeli) hesabında ayrıntılı maliyet analizleri yapılır. Bu analizlerde, proje elemanlarının maliyetinin hesaplanmasında öngörülen fiziksel tesislerin boyutları ve birim fiyatları esas alınır.

Tablo 6.1. Yatırım Masraflarının Yapısı

1. Doğrudan Masraflar (Keşif Bedeli)
1.1 Alt yapı giderleri
1.2 İnşaat giderleri
1.3 Makina ve donatım giderleri
2. Dolaylı Masraflar
2.1 Beklenmeyen (bilinmeyen) masraflar
2.2 Etüd, proje ve mühendislik
2.3 İnşaat sürecindeki fazl

Dolaylı masraflar (Tablo 6.1) den de görüldüğü gibi yatırım masrafları içinde önemli bir paya sahiptir. O bakımdan bu masrafların değerlendirilmesinde yeterli özen gösterilmelidir. Beklenmeyen masraflar olarak genellikle doğrudan masraflar toplamının % 15 i esas alınır. Etüd proje ve mühendislik, projenin ilk etüdlerinden, işletmeye açılmaya kadarki tüm mühendislik hizmetlerini kapsar. İnşaat süresince faiz, geçerli faiz oranı kullanılarak inşaat programında gösterilen sürenin yarısı üzerinden hesaplanır.

Doğrudan masraflara (keşif bedeline), % 15 oranında beklenmeyen (bilinmeyen) masrafların eklenmesi ile *TESİS MALİYETİ*, buna % 15 oranında etüd, proje ve mühendislik masrafı ile kamulaştırma bedelinin eklenmesi ile *PROJE BEDELİ* elde edilir. Proje bedeli, projede önerilen tesislerin inşaatı süresince yapılan tüm harcamaları gösterir. Proje bedeline inşaat süresindeki faizin eklenmesi ile ise *YATIRIM MASRAFI* bulunur.

6.2. Yıllık İşletme Bakım ve Yenileme Masrafları

Yıllık işletme ve bakım giderleri, tesisin kendisinden beklenen fonksiyonları görebilmesi için her yıl harcanması gerekli paradır. Yenileme giderleri ise tesisin çeşitli kısımlarının zaman zaman yenilenmesi ihtiyacından doğar ve uygulamada hesapları kolaylaştırmak için yenileme giderlerinin de yıllık eşdeğeri hesaplanarak, işletme ve bakım giderlerine eklenir ve bütün bu giderler işletme, bakım ve yenileme masrafı adı altında birleştirilir. Gerek işletme ve bakım, ve gerekse yenileme giderleri tesisin çeşitli kısımları için ayrı ayrı hesaplanmalıdır. Genellikle işletme ve bakım giderleri tesis maliyeti, işletme ve bakım faktörü adı verilen bir katsayı (Tablo 6.2) ile çarpılarak bulunur. Yıllık yenileme giderlerinin hesabı için de aynı yol izlenir ve ilk tesis maliyeti yenileme faktörü ile çarpılarak bulunur.

İşletme, bakım ve yenileme (onarım) masrafları karşılığı küçük su tesisi, drenaj ve çorak ıslah, toprak koruma ve sulama geliştirme projelerinde tesis masrafları toplamı genellikle 0.02 faktörü ile çarpılarak bulunur. Büyük ve önemli projelerde, katsayı kullanılmaması yerine işletme-bakım ve yenileme masrafları ayrı ayrı gerekli personel giderleri ve makina alet ve ekipman giderleri gözönünde tutularak hesaplanmalıdır.

6.3. Yıllık Masraflar

Ekonomik karşılaştırma hesaplarında bugünkü değer yerine yıllık masraflar (giderler) yöntemi kullanılırsa, yatırımların ekonomik karşılaştırma periyodu için yıllık faiz ve amortisman giderlerinin hesabına ihtiyaç vardır.

Amortisman zamanla değerini kaybeden sermaye unsurlarının yerine aynı işi yapabilecek yenilerini koyabilmek için o mal veya tesisin ömrü boyunca her yıl ayrılması gerekli para karşılığıdır. Bu durumda yıllık gider: İşletme ve bakım, yenileme (onarım) ve fazi-amortisman giderlerinin toplamına eşittir.

Su kaynaklarının geliştirilmesine ilişkin yatırımların amortisman hesaplarında geçerli faiz ve tesisin ekonomik ömrü (mukayese periyodu) esas alınır. Ek (1) deki çizelgelerde belirtildiği gibi faiz ve amortisman katsayısı (capital recovery factor) geri ödeme katsayısı ile eşanlamlıdır.

Tablo 6.2. Yıllık İşletme ve Bakım Masraflarının Hesabında Kullanılan Katsayılar.

Baraj ve Kuvvetlendirme	0.031
Su alma ve verme yapıları	0.01
Kaplamasız kanallar	0.02
Kaplamalı kanallar	0.01
Çelik boru hatları	0.015
Beton boru hatları	0.01
Sulama dağıtım sistemi	0.03
Kapaklar vb. metal işleri	0.015

Yıllık masraf unsurlarından faiz ve amortisman karşılığı, yatırım masrafları toplamının faiz ve amortisman katsayısı (capital recovery factor, CRF) ile çarpımı sonucu bulunur.

6.4. Çok Kullanımlı (amçlı) Projelerde Masraf Ayrımı

Çok kullanımlı projeler çeşitli amaçlara hizmet ettiğinden, su ya da enerji fiyatlarının ya da taşkın koruma faydasının değerlendirilmesinde, masrafların kullanım alanlarına göre ayrılması (dağıtılması) zorunludur.

Her yönde istenilen düzeyde sonuç veren bir masraf dağıtım yöntemi henüz bulunamamıştır. Hangi yöntem kullanılırsa kullanılsa,

Önce tek proje fonksiyonuna açık bir biçimde yüklenebilen, enerji santrali masrafları, ulaşım masrafları, balık geçitleri vb. masraf kalemleri ayrılır. Tek bir kullanımın, ayrılabilen masrafları genellikle, o fonksiyonun elimine edilmesiyle bulunan proje maliyetinden hesaplanır. Masraf ayırımında (tahsisinde) önemli sorun, ortak masrafların (toplam masraflar-ayrılabilen masraflar) fonksiyonlara göre dağıtılmasıdır. Çok kullanımlı projelerin masraf ayırımında (1) kalan fayda ve (2) alternatif masraf olmak üzere belli başlı iki yöntem vardır. Bu yöntemlerin uygulanması tablo (6.3) da gösterilmiştir.

Tablo 6.3. Çok kullanımlı projelerde masraf ayırımı
(Milyon TL.)

Sıra Ögeleri	Taşınır Kümüle	Enerji Üretimi	Sulama	Ulaşım	Toplam
1 Ayrılabilen masraflar	300	600	150	30	1180
2 Proje faydaları	500	1500	330	100	2450
3 Alternatif tek kullanımlı proje maliyeti	400	1000	600	85	2085
Kalan-Fayda Yöntemi					
4 Alternatif maliyetle sonuç faydaları	400	1000	350	80	1830
5 Kalan faydalar	-20	400	200	30	650
6 Ayrılmış ortak masraflar	18	360	180	27	585
7 Toplam ayırım					
Lira	398	860	330	77	1765
%	22.6	54.6	18.7	4.4	100
Alternatif Masraf Yöntemi					
8 Alternatif maliyet - ayrı- labilen masraf farkı	-20	400	450	30	900
9 Ayrılmış ortak masraflar	13	260	292	20	585
10 Toplam ayırım					
Lira	393	860	442	70	1765
%	22.2	48.7	25.0	4.0	100

Tablo (6.3) de birinci sıra ayrılabilen masrafları göstermektedir. Bunların toplamı 1180 milyon liradır. Projenin toplam masrafı 1765 milyon lira olduğuna göre ortak masraflar (1765—1180=585) 585 milyon liradır.

Kalan Fayda, Yöntemi: Bu yöntemde ortak masrafların her fonksiyonun ayrılabilen masrafları (sıra 1) ile beklenen faydaları (sıra 2) farkına göre dağıtıldığı kabul edilir. Ancak, hiç bir koşulda, faydaların, aynı faydayı sağlayan tek kullanımlı bir projenin maliyetinden büyük olamayacağı varsayılır. Böylece, kalan faydalar, (sıra 5) faydaların en küçüğü (sıra 2 ya da 3) ile ayrılabilen masrafların (sıra

1) farkına eşit olmaktadır. Artık, toplam ortak masraf bu kalan faydalarla orantılı olarak her bir kullanıma dağıtılır ve o fonksiyonun toplam masraf payını (sıra 7) bulmak için ayrılabilen masrafa eklenir.

Alternatif Masraf Yöntemi: Bu yöntemde, ortak masrafların, alternatif tek kullanımlı (çözümler hizmeti veren ve ekonomik yapılabiliği olan tek kullanımlı proje) projenin masrafları (sıra 3) ile ayrılabilen masraflar (sıra 1) farkına dağıtıldığı varsayılır. Elde edilen masraf farkları (sıra 8) de gösterilmiştir. Bundan sonraki aşamada toplam ortak masraf, elde edilen bu masraf farklarına göre her bir kullanıma dağıtılır (sıra 9). Toplam dağıtılmış masrafları bulmak için, dağıtılmış ortak masraflar (sıra 9), ayrılabilen masraflara eklenir (sıra 10).

6.5. Proje Keşif Bedelinin Bulunması

Bir projenin keşif bedeli (doğrudan masrafları) birinci keşif ve ikinci keşif olmak üzere iki aşamada hesaplanır.

Birinci keşif: İnşaata başlanmadan önce, ön ve uygulama projeleri üzerinde yapılan keşiftir. Projenin, alt yapı, inşaat ve donatımına ilişkin doğrudan masraflarını bulmak için yapılır. Kamu yatırımlarının keşif bedelinin bulunmasında ilgili kamu kuruluşlarınca o yıl için hazırlanan birim fiyatlar esas alınır. Proje eksiltmeye birinci keşif bedeli üzerinde çıkarılır.

İkinci keşif: İnşaatı tamamlanmış projenin gerçek doğrudan masraflarının ne kadar olduğunu hesaplamak üzere yapılır. İkinci keşifin hazırlanmasında inşaatın uygulanmış kesin projeleri ile inşaat sırasında şantiyede tutulmuş atayman defterleri esas alınır. İkinci keşife kesin keşif de denir. Proje keşif bedelinin bulunmasındaki işlemler: Proje metrajı, birim fiyatların saptanarak proje üzerinde belirtilmesi ve keşif özetlerinin hazırlanması olmak üzere üç bölüme toplanır.

6.5.1 Metraj

Projeyi oluşturan tüm fiziksel birimler ölçülerek uzunlukların (m), alanların (m²), hacimlerin (m³) ve demir işlerinin (kg) olarak miktarlarının bulunmasına metraj (ölçüm) denir. Projenin metraj

işleri tamamlandığında, projedeki fiziksel tesisleri gerçekleştirmek için gerekli işlerin, birimlerin miktarları hesaplanmış olur. Metraj yapılırken genellikle kaba inşaat işleri m³, ince inşaat bölümleri ile ahşap işleri m² olarak ölçülürler. Bazı inşaat işlerinin ölçü birimleri Tablo (6.4) da gösterilmiştir. Yapı metrajları yapılırken genellikle metraj cetvellerinden yararlanılır Tablo (6.5).

Tablo 6.4. Bazı İnşaat İşlerinde Ölçü Birimleri.

Yapılan İş	Ölçü Birimi	Yapılan İş	Ölçü Birimi
Kazı İşleri	m ³	Yatırı taçla duvar	m ⁴
Toprak işleri	m ³	Kalıp duvarlar	m ⁴
Bloka	m ³	Bordürler	m ⁴
Büx düzenmesi	m	İsve, boyu	m ²
Beton işleri	m ³	Bağınca	m ²
B.A. Demirleri	kg	Sap, Muzayık	m ²
Isalar	m ²	Yalıtım işleri	m ²
Kalıp işleri	m ²	Ahşap Doğrama	m ²
İskele işleri	m ²	Çam işleri	m ²
Moloz tay duvar	m ³	Demir İşleri	kg
Çub örtüsü	m ²		

Yapı bölümlerinin ayrı ayrı olarak yapılmış metrajında aynı özellikteki işler kendi aralarında toplanmış olarak metraj özeti cetveline Tablo (6.6) yazılır.

6.5.2 Birim Fiyatlar

Metraj özeti hazırlanması ile fiziksel tesisler için gerekli elemanların iş miktarları belirlenmiş olur. İlgili kamu kuruluşlarınınca hazırlanmış birim fiyat tarifleri ve birim fiyat cetvelleri gözönüne alınarak; bulunan iş miktarlarının, o işler için istenen özelliğe göre seçilen birim fiyat numarası ve birim fiyatlarını yazarak suretiyle keşif bedelinin bulunması için gerekli bilgi sağlanmış olur.

6.5.3 Keşif Özeti

Metraj özeti cetvelinde yer alan iş miktarları bunlara ilişkin birim fiyatları Tablo (6.7) da gösterilen inşaat keşif özeti tablosuna geçirilir. İş miktarları, birim fiyatları ile çarpılarak bulunan değerlerin toplamının alınması ile proje keşif bedeli bulunmuş olur.

Tablo 6.5 Yapı Metraj Cetveli

Yüklenici :				B.P. No. :		Sayfa :				
Yapı :				İlgili olanlar İnş. :						
No/Sıra	İşin Adı	Birimleri	BOYUTLAR			M İ K T A R			Ölçü	
			Boy	En	Yükseklik	Höyük	Arı	Çeşit		
NAKLİ TOPLAM										
Açıklama :				TOPLAM						
				Yüklenici			Kontrol			

Tablo 6.7 İrsaat Kapı Özet Tablosu

Sıra No.	Yapılan İşler	Birim Çift No.	Miktar	Birim fiyatı	Tutarı
				Lira	Lira
Toplam					

6.6 Proje Masraflarının Hesaplanmasına İlişkin Örnek Problemler

ÖRNEK PROBLEM 6.1

Verilen: Bir drenaj projesinde aşağıdaki veriler verilmiştir:

Birim	Keşif bedeli (10 ⁶ TL)
Yüzeyel kanallar	29
Toplam kanalları	641
Böğütler kanalları	124
Servis yolu	41
Toplam	844

Drenaj alanı = 45 395 ha.

Kamulaştırma bedeli toplamı = 583 × 10⁶ TL

Faiz oranı = % 10

Bölgede bir müteahhidin aylık ortalama iş yapma kapasitesi 40 × 10⁶ TL ve iklim koşullarına bağlı olarak arazide çalışabilecek süre yılda 5,5 aydır. Sistemde, drenaj hendeğinde toplanan sular pompa ile depoya aktarılacak ve sulama amacıyla kullanılacaktır.

İstenen:

1. Tesis masrafı
2. Yatırım masrafı
3. Yıllık gider

Çözüm:

1. Tesis masrafı

Toplam keşif bedeli	844 × 10 ⁶ TL
Beklenmeyen masraflar (% 15)	127 × 10 ⁶ TL
Tesis masrafı	971 × 10 ⁶ TL

2. Yatırım masrafı

Tesis masrafı	971 × 10 ⁶ TL
Etüd, proje ve mühendislik (% 15)	146 × 10 ⁶ TL
Kamulaştırma bedeli	583 × 10 ⁶ TL
Proje Bedeli	1 700 × 10 ⁶ TL

$$\text{İnşaat süresi: } \frac{1700 \times 10^6}{40 \times 10^6 \times 5,5} = 7,7 \approx 8 \text{ yıl}$$

$$\text{İnşaat süresinin yarısı} = \frac{8}{2} = 4 \text{ yıl}$$

$n = 4$ yıl ve $f = \% 10$ için bileşik faiz faktörü = $q^n = 1,464 100$ (Cetveiden)

İnşaat süresindeki faiz faktörü:

$$q^n - 1 = 1,464 100 - 1 = 0,464 100$$

İnşaat süresindeki faiz:

$$1 700 \times 10^6 \times 0,464 100$$

$$\frac{789 \times 10^6 \text{ TL}}{2 489 \times 10^6 \text{ TL}}$$

Yatırım masrafı

$$2 489 \times 10^6 \text{ TL}$$

3. Yıllık gider

Proje ömrü = 50 yıl ve $f = \% 10$ için:

Faiz ve amortisman faktörü = 0,100 859 (Cetveiden)

Faiz ve amortisman:

$$2 489 \times 10^6 \times 0,100 859$$

$$251 \times 10^6 \text{ TL}$$

İşletme, bakım ve yenileme (tesis masrafının $\% 2$ 'si):

$$971 \times 10^6 \times 0,02$$

$$\frac{19 \times 10^6 \text{ TL}}{270 \times 10^6 \text{ TL}}$$

Yıllık gider

$$270 \times 10^6 \text{ TL}$$

ÖRNEK PROBLEM 6.2

Verilen: Bir pompaj sulama projesinde aşağıdaki veriler verilmiştir:

Birim	Kapit bedeli (10 ⁶ TL)
Motopompu grubu (2 adet) (37 kw)	3,70
Motorevi	2,00
Enerji Nakil Hattı	5,00
Trafo	0,30
Emme borusu	0,06
Basma borusu	0,97
Tesfi borusu	0,67
Kanal şebekesi	
Kanaflar	13,23
Sifonlar (2 adet)	16,88
Sifon giriş çıkış rögarları	0,10
Basın yapıları	1,28
Toplam	46,19

Proje için çiftçi katılımı aranmayacaktır.
Proje alanında kamulaştırma yapılmayacaktır.
Faiz oranı % 22 dir.
İnşaat süresi = 1,5 yıl
Motor gücü: hBG = 26.78 BG
Yıllık çalışma süresi: T = 1285 saat
Randımanları: $\eta_p = 0.70$
 $\eta_{em} = 0.85$
Elektrik enerjisi bedeli = 12.10 TL/kw
Yağ bedeli = r = 600 TL/t
Ortalama yağ sarfiyatı $\rightarrow S = 0.002$ lt/h
Asgari ücret = 24 540 TL/ay
Sulama alanı = 200 ha.

İstenen:

1. Fiziki tesisler için
 - a) Tesis masrafı
 - b) Yatırım masrafı
 - c) Yıllık gider
2. Motopomp ünitesi için yıllık gider
3. Tesisin tamamı için yıllık gider

Çözüm:

1. Fiziki Tesisler için:

a) Tesis masrafı:	
Toplam keşif bedeli	46.19×10^6 TL
Çiftçi katılımı	—
Beklenmeyen masraflar (% 15)	6.93×10^6 TL
Tesis masrafı	53.12×10^6 TL
b) Yatırım masrafı:	
Tesis masrafı	53.12×10^6 TL
Etüd, proje ve mühendislik (% 15)	7.97×10^6 TL
Kamulaştırma bedeli	—
Proje bedeli	61.09×10^6 TL

$$\text{İnşaat süresinin yarısı} = \frac{1,5}{2} = 0,75 \text{ yıl}$$

$n = 0,75$ yıl ve $f = \% 22$ için bileşik

$$\text{faiz faktörü} = q^n = (1+f)^n = (1+0,22)^{0,75} = 1,160\ 833$$

İnşaat süresindeki faiz faktörü =

$$q^n - 1 = 1,160\ 833 - 1 = 0,160\ 833$$

İnşaat süresindeki faiz:

$$61,09 \times 10^6 \times 0,160\ 833$$

Yatırım masrafı

$$\frac{9,83 \times 10^6 \text{ TL}}{70,92 \times 10^6 \text{ TL}}$$

c) Yıllık gider:

Proje ömrü = 50 yıl ve $f = \% 22$ için faiz ve amortisman faktörü = 0,220 011

Faiz ve amortisman:

$$70,92 \times 10^6 \times 0,220011 = 15,60 \times 10^6 \text{ TL/yıl}$$

İşletme, bakım ve yenileme (Tesis masraflarının $\% 2$ 'si):

$$53,12 \times 10^6 \times 0,02$$

$$\frac{1,06 \times 10^6 \text{ TL/yıl}}{16,66 \times 10^6 \text{ TL/yıl}}$$

Yıllık gider

2. Motopomp ünitesi için yıllık gider

A) Yıllık sabit giderler:

a) Elektromotor için (2 adet)

$$\text{Satılma bedeli: } 295\ 875,00 \text{ TL} \times 2 = 591,750 \text{ TL}$$

$$\text{Ömrü} = 25 \text{ yıl ve } \% 22 \text{ faiz için katsayı} = 0,2215$$

$$\text{Yıllık sabit gider} = 591,750 \times 0,2215 = 131\ 072,00 \text{ TL}$$

b) Pompa için (2 adet)

$$\text{Satılma bedeli} = 657\ 451 \times 2 = 1\ 314\ 902 \text{ TL}$$

$$\text{Ömrü} = 16 \text{ yıl ve } \% 22 \text{ faiz için katsayı} = 0,23$$

$$\text{Yıllık sabit gider} = 1\ 314\ 902 \times 0,23 =$$

$$302\ 428,00 \text{ TL}$$

Yıllık sabit gider toplamı

$$\frac{433\ 500,00 \text{ TL}}$$

B) Yıllık işletme giderleri

a) Yıllık enerji gideri =

$$YEG = \frac{hBG}{\rho \cdot \eta_{em}} \times 0.736 \times T \times P = \frac{26.78}{0.70 \times 0.85} \times 0.736 \times 1285 \times 12.10$$

$$YEG = 515\,063 \text{ TL/yıl}$$

2 motopomp için, $515\,063 \times 2 = 1\,030\,126.00 \text{ TL/yıl}$

b) Yıllık yağ gideri:

$$YYG = hGB \times S \times T \times r = 26.78 \times 0.002 \times 1285 \times 600 \\ = 41\,295.00 \text{ TL/yıl}$$

2 motor için = $41\,295 \times 2 = 82\,590.00 \text{ TL/yıl}$

c) Yıllık tamir bakım gideri =

YTBG = C × satınalma bedeli

Elektromotor için:

C = 0.015 (katsayı)

$$YTBG_{em} = 0.015 \times 591\,750 = 8\,876.00 \text{ TL/yıl}$$

Pompa için =

C = 0.04

$$YTBG_p = 0.04 \times 1\,314\,902 = 52\,596.00 \text{ TL/yıl}$$

Yıllık tamir bakım gideri toplamı = $61\,472.00 \text{ TL/yıl}$

d) Yıllık makinist gideri =

YMG = 12 ay × Aylık asgari ücret

$$YMG = 12 \times 24\,540 = 294\,480.00 \text{ TL/yıl}$$

İki kişi için (biri elektrik grubunda, biri kanallarda)

$$= 294\,480 \times 2 = 588\,960.00 \text{ TL/yıl}$$

Yıllık işletme giderleri toplamı =

$$1\,030\,126 + 82\,590 + 61\,472 + 588\,960 = 1\,763\,148 \\ \text{TL/yıl}$$

C) Yıllık toplam giderler:

YTG = YSG + YİG

$$YTG = 433\,500 + 1\,763\,148 = 2\,196\,648 \text{ TL/yıl}$$

$$= 2.20 \times 10^6 \text{ TL/yıl}$$

3. Tesisin tamamı için yıllık gider:

Fiziki tesisler için:	$15.13 \times 10^6 \text{ TL/yl}$
Motopomp ünitesi için:	$2.20 \times 10^6 \text{ TL/yl}$
Toplam yıllık gider	$17.33 \times 10^6 \text{ TL/yl}$

ÖRNEK PROBLEM 6.3

Verilen: Bir sulama projesinde aşağıdaki veriler verilmiştir:

Birim	Keşif bedeli (10^6 TL)
Eşik tipi beıt	1.36
Dik beton kanal	0.77
Trapez beton kanal	2.96
Sel geçidi	0.97
Yol geçidi	0.24
Tarla prizi kapağı	0.12
Toplam	6.42

Mahalli iştirak aranmayacaktır

İnşaat süresi = 4 aydır

Faiz oranı: % 22 dir.

İstenen:

1. Tesis masrafı
2. Yatırım masrafı
3. Yıllık gider

Çözüm:

1. Tesis masrafı

Toplam keşif bedeli	$6.42 \times 10^6 \text{ TL}$
Beklenmeyen masraflar (% 15)	$0.96 \times 10^6 \text{ TL}$
Tesis masrafı	$7.38 \times 10^6 \text{ TL}$

2. Yatırım masrafı

Tesis masrafı	$7.38 \times 10^6 \text{ TL}$
Etüd, proje ve mühendislik (% 15)	$1.11 \times 10^6 \text{ TL}$
Proje bedeli	$8.49 \times 10^6 \text{ TL}$

$$\text{İnşaat süresinin yarısı} = \frac{4}{2} = 2 \text{ ay}$$

İnşaat süresindeki faiz:

(İnşaat süresi 1 yıldan az olduğundan,
bileşik faiz değil, aylık faiz uygulanmıştır)

$$F = \frac{Kft}{12} = \frac{8.49 \times 10^6 \times 0.22 \times 2}{12} = \frac{0.31 \times 10^6 \text{ TL}}{12}$$

$$\text{Yatırım masrafı} = 8.80 \times 10^6 \text{ TL}$$

3. Yıllık gider

Proje ömrü = 50 yıl ve $f = \% 22$ için

faiz ve amortisman katsayısı = 0.220011 (Cetvelden)

Faiz ve amortisman =

$$8.80 \times 10^6 \times 0.220011 = 1.94 \times 10^6 \text{ TL/yıl}$$

İşletme, bakım ve yenileme

$$\text{(Tesis masrafının \% 2'si)} = 7.38 \times 10^6 \times 0.02 = \frac{0.15 \times 10^6 \text{ TL/yıl}}{12}$$

$$\text{Yıllık gider} = 2.09 \times 10^6 \text{ TL/yıl}$$

6.7. Proje Masraflarının Hesaplanmasına İlişkin Problemler

PROBLEM 1

Verilen: Bir drenaj projesinde aşağıdaki veriler verilmiştir:

Birim	Keşif bedeli (10 ⁶ TL)
Toplam kanal hatfıyatı	246
Servis yolu	26
Drenaj alanı = 22 790 ha	
Kuruluşlarına bedel toplamı =	
211 × 10 ⁶ TL	
Bölgede bir mültehhâlin aylık	
ortalama iş yapma kapasite-	
si = 35 × 10 ⁶ TL	

İşlem koşullarına göre arazide çalışabilecek süre yılda 8 aydır.

İstenen:

1. Tesis masrafı,
2. Yatırım masrafı,
3. Yıllık gider

PROBLEM 2

Verilen: Bir drenaj projesinde aşağıdaki veriler verilmiştir:

Toplam keşif bedeli = 20×10^6 TL

Kamulaştırma bedeli = 30×10^6 TL

Bölgede bir müteahhidin aylık ortalama iş yapma kapasitesi = 30×10^6 TL

İklim koşullarına göre arazide çalışabilecek süre yılda 7 aydır.

Proje alanı = 8 112 ha.

İstenen:

1. Tesis masrafı,
2. Yatırım masrafı,
3. Yıllık gider

PROBLEM 3

Verilen: Bir drenaj projesinde aşağıdaki veriler verilmiştir:

1984 yılı birim fiyatlarına göre:

Birim	Keşif bedeli (10^6 TL)
Yöneyici kanalları	10
Toplama kanalları	8
Bosaltım ve taşıma kanalları	22
Servis yolu	9
Kamulaştırma bedeli = 62×10^6 TL	
Proje alanı = 4 140 ha	
Bölgede yıllık çalışma süresi 8 ay, bir müteahhidin aylık kapasitesi 15×10^6 TL dir.	
Sistemde pompa kullanılmaktadır	

İstenen:

1. Tesis masrafı,
2. Yatırım masrafı
3. Yıllık gider

PROBLEM 4

Verilen: Bir sulama projesinde aşağıdaki veriler verilmiştir:

Birim	Kağıt bedeli (10 ⁶ TL)
Eşik tipi bent	632
Borulu güzergah	4695
Ana trapez kanal	4648
Yedek kanallar	3054
Sel geçitleri	227
Priz kapakları	362
Kanal güzergahı açılması	497
Sekülero çalışmalar	8450
Projede çiftli katılımı aranmayacaktır ve kamulaştırma yapılmayacaktır.	
İnşaat süresi 10 yıldır	
Faiz oranı = % 22	

İstenen:

1. Temin masrafı,
2. Yatırım masrafı,
3. Yıllık gider

PROBLEM 5

Verilen: Baraj, hidroelektrik enerji santrali, enerji yapıları ve sulama yapılarından oluşan bir projenin baraj ve tesislerine ilişkin olarak elde edilen veriler aşağıda verilmiştir:

Birim	Kağıt bedeli (10 ⁶ TL)
Ulaşım yolu	62
Sosyal tesisler	56
Yol röleasyonu	1171
Baraj	6200
Kamulaştırma = 900 × 10 ⁶ TL.	

Yatırım programı:

Toplam inşaat süresi 5 yıldır.

Ulaşım yolu = İlk yıl içerisinde,

Sosyal tesisler = İlk iki yıl içerisinde,

Yol röleasyonu = Son iki yıl içerisinde,

Baraj gövdesi = Son 4 yıl içerisinde yapılacaktır.

(Yatırımların yıllar içerisinde eşit olarak yapıldığı kabul edilmiştir).

İstenen: Baraj ve tesislerine ilişkin:

1. Tesis masrafı,
2. Yatırım masrafı,
3. Yıllık gider.

7. SU KAYNAKLARI GELİŞTİRME PROJELERİNİN FAYDALARI

Su kaynakları projesine ilişkin, tüm tesislerin inşaatının tamamlanmasından sonra, projenin işletmeye açılmasından başlayarak ihtiyaç ve taleplerin karşılanmasına yönelik üretilen mal ve hizmetler projenin faydalarını oluşturur.

Bir su kaynakları projesinin faydaları iki farklı kritere göre sınıflanabilir. Birinci sınıflamada faydalar doğrudan (primer) ve dolaylı (sekonder) faydalar olmak üzere ikiye ayrılır. Doğrudan (direkt) faydalar, projenin elektrik üretimi, taşkın zararlarının önlenmesi, tarımsal üretimin artırılması v.b. somut sonuçlardır. Dolaylı (sekonder) faydalar ise projenin, endüstrinin stimülasyonu, vergi gelirlerindeki artış, çeşitli ekonomik faaliyetlerdeki karlılık artışı v.b. sonuçlarıdır.

İkinci sınıflamada ise faydalar ölçülebilen ve ölçülemeyen olmak üzere ikiye ayrılır. Ölçülebilen faydalar para ile değerlendirilir. Buna karşılık ölçülemeyen faydalar, yaşam güvenliğinin artması, çevre güzelliği ve sağlığının geliştirilmesi ve rekreasyon olanaklarının sağlanması v.b. sonuçlardır.

Burada daha çok doğrudan, ölçülebilen faydalar üzerinde durulacaktır. Bunlar proje girdileri ile birlikte fayda-masraf analizinin esasını oluşturur. Dolaylı (sekonder) faydaların değerlendirilmesi tartışma konusudur. O bakımdan alternatif projelerin değerlendirilmesinde yardımcı olamamaktadır.

Su kaynakları geliştirme projelerinin gerçekleştirilmesi ile sağlanan belli başlı faydalar genelde taşkın kontrolü, arazi ıslahı, hidroelektrik enerji üretimi, ulaşım, sulama, içme ve kullanma suyu sağlama, gelir dağılımının düzeltilmesi olarak belirlenebilir. Projenin kapsamı ve amacına göre bu faydaların bir bölümü ya da tamamı gerçekleştirilir. Bunlar dışında su kalitesinin kontrolü, mesire yeri yaratma, balıkçılık ve avcılık v.b. faydalarda gerçekleştirilir.

7.1. Taşkın Kontrol Faydaları

Taşkın tekerrürünün (frekansının) azaltılması ya da taşkınların ortadan kaldırılmasının, taşkın zararlarının tamamen ortadan kaldırılması ve korunmuş alanlarda üretimin artırılması olmak üzere iki çeşit faydası vardır. Projeye ait tesislerin inşasından önce meydana gelmiş zararlar, tesislerin inşasından sonra kısmen veya tamamen kalkmaktadır. Bu nedenle taşkın zararlarının yıllık eşdeğeri taşkın kontrolü faydası olarak alınmaktadır.

7.2. Arazi Islah Faydaları

Kurutma, drenaj, v.b. arazi islah önlemleri sonucunda toprağın bünye ve yapısında meydana gelen olumlu gelişmeler nedeni ile toprak verimliliği dolayısıyla üretim artar. Drenaj ve islah tesislerinin yapım ve işletilmesi sonucunda, projeye koşullara göre net tarımsal gelirden ortaya çıkan artış toprak islah faydası olarak tanımlanır. Arazi islahı faydası birim alan için hesaplanarak bulunur. Drenaj şebekesi ve diğer tesisler birim alanın % 3 ünü oluşturur. Buna göre net alan faktörü $0.97 \times 0.90 = 0.873$ olmaktadır.

7.3. Hidroelektrik Enerji Faydaları

Hidroelektrik enerjisi faydalarını hesaplamak için en ucuz ikinci alternatif prensibinden yararlanılır ve genellikle aynı miktar güç ve enerjiyi üretecek termik santrallerle karşılaştırma yapılır. En ucuz termik santralin maliyeti, hidroelektrik santral için enerji faydası değeri olarak elde edilir.

7.4. Ulaşım Faydaları

Bir su kaynakları geliştirme planında su yolları ve ulaşım tesisleri dahil edilmişse anılan tesislerin faydaları hesaplarda gözönüne alınmalıdır. Burada yine doğrudan ya da dolaylı faydalar söz konusudur. Doğrudan (direkt) faydalar muhtemel en uygun alternatif ulaşımın maliyeti cinsinde ifade edilebilir. Dolaylı faydalar ise projenin ekonominin öbür kesimlerine olan etkisi ile belirlenebilir.

7.5. İçme ve Kullanma Suyu Sağlama Faydaları

İçme ve kullanma suyu sağlama projelerinin faydalarının değerlendirilmesi, buraya kadar belirtilen faydalardan farklıdır. İhtiyacın

giderilmesinde içme ve kullanma suyunun alternatifi olmadığı gibi, değerinin, belirlenmesinde çok güçtür. Bilindiği gibi içme ve kullanma suyu isteği nispeten az, sanayi suyu talebi daha çok, buna karşılık atıkların taşınması için gerekli su talebi ise en fazla olanıdır. Uygulamada su temini faydalarının hesabında, maliyeti en az olan alternatif su kaynağından su sağlama esas alınır. Tek kullanımlı, (amaçlı) projelerde, yıllık toplam masrafların yıllık ortalama regülasyona bölünmesi ile TL/m³ cinsinden projenin faydası bulunabilir.

7.6. Sulama Faydaları

Bilindiği gibi su kaynakları geliştirme projelerinin önemli amaçlarından biride tarım alanlarında doğal yağışlarla karşılanamayan su ihtiyacını karşılamak üzere sulama suyu sağlamaktır. Bu amaçla yapılan yatırımlar sulama masrafları, projeli ve projersiz koşullar arasındaki verimdeki artış ise sulama faydaları olarak dikkate alınır.

Sulama faydaları para ile değerlendirilebilen doğrudan (primer) sulama faydaları ile çok zaman bunun bir yüzdesi olarak ifade edilen dolaylı (sekonder) faydaların toplamı olarak hesaplanır. Doğrudan (direkt) sulama faydaları, sulamadan yararlananların gelirlerinde olan net artışlar olarak tanımlanır. Kuru koşullardan, sulu tarım koşullarına geçişte geride olan artışla birlikte işletme masraflarında da artış görülür. O nedenle hesaplar birim alan yerine işletme birimi için yapılır ve daha sonra işletmenin arazi varlığı dikkate alınarak sulama faydası birim alan için hesaplanır.

Sulama faydalarının hesabında, toprak sınıfları da dikkate alınarak evvela brüt, buna dayanarak net sulama alanı bulunur.

Brüt Sulama Alanı: Bir sulama şebekesinde sulama suyunun götürülebildiği toplam tarım araziüne brüt sulama alanı denir.

Net Sulama Alanı: Klasik sulama şebekelerinde kanal, yol v.b. tesislerin kapladığı alan için brüt sulama alanının % 4 ü, mezarlık harman yeri v.b. alanlar için % 2 si oranında olmak üzere % 6 lık bir alan sulanmaz. Öte yandan uygulamada, sulamanın teknik nedenlerle ancak % 90 oranında gerçekleştirilebileceği kabul edilir. Bu nedenle, Net sulama alanı, brüt sulama alanının aşağıda belirtilen net alan faktörleri ile çarpımına eşittir.

$$\text{Klasik şebekelerde} : 0.94 \times 0.90 = 0.846$$

$$\text{Kanaletli şebeke} : 0.97 \times 0.90 = 0.873$$

$$\text{Horolu şebeke} : 1.00 \times 0.90 = 0.900$$

Tablo 2. Gelecekteki (Projeli Durumda) Bitki Dizeni ve Net Gelir

Örüntür	Ekiliş oranı %	Verim kg / da	Fiyatı TL/kg	Brüt gelir TL / da	Masraf TL / da	Net gelir TL / da	Ortalama Net gelir TL / da
1	2	3	4	5	6	7	8
Buğday Dane Saman	30	180 190	4.25 1.00	980.00	690.50	289.50	86.85
Arpa Dane Saman	10	208 200	3.85 1.00	1000.80	647.20	353.60	33.36
Fiğ Dane Saman	10	160 200	3.50 1.50	860.00	627.00	233.00	25.30
Şeker Pancarı	25	3000	1.30	4300.00	2668.12	1631.88	457.90
Fasulye	13	160	20.00	3200.00	1884.20	1315.80	197.05
Soğan	5	1500	3.00	4500.00	2900.00	1600.00	80.00
Ekili alan TOPLAMI	93	—	—	—	—	—	—
Nadas Alanı	5	—	—	—	—	—	—
Bey Bırakılan Alan	2	—	—	—	—	—	—
TOPLAM	100 (12000 da)	—	—	—	—	—	882.32

Proje uygulandığında fiziksel tesislerin 500 da (% 4) alan kaplayacağı kabul edilmiş ve projeli durumda toplam alan 12.000 da olarak alınmıştır. Ayrıca projeli koşullarda tarım alanlarının tamamının bazı nedenlerle (ölüm, hastalık, vb.) ekilmesi mümkün olmadığından, % 5 oranında nadas alan bırakılmıştır.

Projeden sonraki net gelir:

$$882.50 \text{ TL / da} \times 12.000 \text{ da} = 10.590.240.00 \text{ TL}$$

Projeden önceki net gelir:

$$446.32 \text{ TL / da} \times 12.500 \text{ da} = 5.579.000.00 \text{ TL}$$

Proje ile sağlanan yıllık net gelir artışı 5.011.240.00 TL.
(proje faydası)

ÖRNEK PROBLEM 7.2

Verilen: Sulamaya açılacak olan bir alana ilişkin halihazır bitki dizeni, verim, fiyat ve masrafları Tablo 1'de, gelecekteki bitki de-

seni, verim, fiyat ve masraflar ise cetvel 2 de verilmiştir. Toplam alan 2000 dekadır.

İstenen: Proje alanına ilişkin faydanın hesaplanması,

Çözüm: Verilen değerlerden yararlanılarak projersiz ve projeli durumdaki ortalama net gelir Cetvel 1 ve Cetvel 2 üzerinde hesaplanmıştır.

Tablo 1. Halihazır (Projersiz Durumda) Biriki Deseni ve Net Gelir.

Ürünler	Ekili alanı %	Verim kg/da	Fiyatı TL/kg	Brüt gelir TL/da	Masraf TL/da	Net gelir TL/da	Ortalama Net gelir TL/da
1	2	3	4	5	6	7	8
Arpa (Kuru) Dane Saman	97,5	180 250	40.00 10.00	9700	7650	2050	1998,75
Şeker Pancarı Kök K. Kılıp Y. Kılıp Yaprak	2,5	4000 45 675 1500	8.000 31.25 1.25 1.25	36125	17625	18500	462,50
Ekili Alan Toplamı	100	—	—				
Nadas Alanı	—	—	—				
Boş bırakılan Alan	—	—	—	—	—	—	
TOPLAM	100 (2000 da)	—	—				2461,25

Projeden sonraki net gelir:

$$23\ 660\ \text{TL/da} \times 2000\ \text{da} = 47\ 320\ 000\ \text{TL}$$

Projeden önceki net gelir:

$$2\ 461,25\ \text{TL/da} \times 2000\ \text{da} = 4\ 922\ 500\ \text{TL}$$

Proje ile sağlanan yıllık net gelir artışı: 42 397 500 TL

(Proje faydası)

Tablo 2. Gelecekteki (Projeli Durumda) Bitki Deseni ve Net Gelir

Ürünler	Ekili oranı %	Verim kg / da	Fiyatı TL / kg	Brüt gelir TL / da	Masraf TL / da	Net gelir TL / da	Ortalama Net gelir TL / da
1	2	3	4	5	6	7	8
Şeker Papatya Kök K. Künpe Y. Künpe Yaprak	20	4000 45 675 1500	8,00 31,25 1,25 1,25	36125	17625	18500	3700
Pırasa	30	1500	60,00	90000	41700	48300	14490
Soğan	30	1200	30,00	36000	20900	15100	4530
Arpa (Solo) Dane Saman	20	400 350	40,00 10,00	19500	14800	4700	940
Ekili Alan Toplamı	100	—	—	—	—	—	—
Naşas Alanı	—	—	—	—	—	—	—
Boş Bırakılan Alan	—	—	—	—	—	—	—
TOPLAM	100 (2000 da)	—	—	—	—	—	25660

ÖRNEK PROBLEM 7.3

Verilen: Bir sulama projesinde aşağıdaki cetveldeki veriler elde edilmiştir.

Projesiz koşulda bir işletmeye düşen zirai sermaye 34 377 TL, bitki üretim değeri 11 544 TL / da, ortalama aile nüfusu 7,9 dur. Projeli durumda zirai sermaye miktarı 2 379 200 TL dir.

İstenen: Proje alanında bugünkü koşulda bir çiftçi ailesinin yıllık geliri ve su ücretini ödeme gücü.

Çözüm: Çiftçi ailesinin yıllık geliri Tablo 1 de, su ücretini ödeme gücü cetvel 2 de görüldüğü gibi hesaplanmıştır.

Tablo 1 deki net gelir, projersiz koşulda elde edilen net gelirdir. Ortalama aile işçiliği, yine projersiz koşul için proje alanında tam örnekleme yöntemiyle yapılan anket sonucu elde edilen verilerden yararlanılarak hesaplanır. İdarecilik payı bitki üretim değerinin % 2 si olarak alınır. Zirai sermaye faizi, toplam sermayenin % 5 i dir. Toplam sermaye yine anket sonuçlarına göre belirlenir. Proje alanında bir aileye düşen ortalama nüfus ta anket sonuçlarına göre belirlenir.

Tablo 1. Proje Alanında Projelis Koşullarda bir Çiftçi Ailesinin Yıllık Gelir.

Gelir Çeşidi	Miktar (TL)
1. Net gelir (TL / da)	185
2. Ortalama aile içiği (TL / da)	512
3. İdaracılık payı (TL / da)	231
4. Zirai sermaye faizi (TL / da)	1719
5. Aile geliri toplamı (TL / da)	2647
6. İşletme arazi genişliği (da)	55
7. Yıllık aile geliri (TL)	145585
8. Nüfusa döşen yıllık aile geliri (TL)	10428

Tablo 2. Projeli Koşulda Çiftçi Ailesinin Su Ücretini Ödeme Gücü.

Gelir-Gider Çeşidi	Yaşama standardı Bugünkü seviyede (TL)	Yaşama standardı %50 yükseltilmiş (TL)	Yaşama standardı %100 yükseltilmiş (TL)
1. Projeli koşulda çiftçi ailesinin geliri (TL)	694 197	694 197	694 197
2. Çiftçi ailesinin zorunlu geçim gideri (TL)	145 585	218 378	291 170
3. Tasarruf hakkı (Zirai sermayenin % 2 si) (TL)	47 584	47 584	47 584
4. Gider toplamı (TL)	193 169	265 962	338 754
5. Çiftçi ailesinin su ücretini ödeme gücü (TL)	501 028	428 235	355 443
6. İşletme arazi genişliği (da)	55	55	55
7. Dekont edilecek en yüksek su ücreti (TL / da)	9 110	7 786	6 517

Tablo 2 de projeli koşulda çiftçi ailesinin geliri, projenin developman periyodu sonunda elde edilecek net gelirden yararlanılarak cetvel 1 de verildiği gibi hesaplanır. Çiftçi ailesinin zorunlu geçim gideri olarak, cetvel 1 de bulunan aile geliri toplamı alınır. Yaşama standardının % 50 ve % 100 yükselmesi durumu için, bu değerler % 50 ve % 100 fazlası alınır. Tasarruf hakkı olarak, projeli durum için öngörülen zirai sermayenin % 2 si alınır.

ÖRNEK PROBLEM 7.4

Verilen: Bir sulama projesinde gelişme dönemi süresince elde edilecek yıllık fayda değerleri aşağıda verilmiştir. Faiz oranı % 10'dur.

Gelişme Dönemi	Yıllık fayda (10 ⁶ TL)
1	5
2	47
3	102
4	180
5	210
6	230
7	242
8-50	245

Istenen: Projenin ortalama yıllık faydası.

Çözüm: Proje faydalarının 1. yıl başlangıcındaki toplam değeri aşağıda hesaplanmıştır.

Gelişme Dönemi	Yıllık fayda (10 ⁶ TL)	Bugünkü değer Faktörü (f = % 10)	Faydaların bugünkü değeri (10 ⁶ TL)
1	5	0.909091	4.55
2	47	0.825446	38.84
3	102	0.751315	76.63
4	180	0.683013	122.94
5	210	0.620921	130.39
6	230	0.564474	129.83
7	242	0.513158	124.18
8-50	245	5.046395	1236.37
Toplam			1863.73

Tabloda 8-50 yılların bugünkü değer faktörü, $f = \% 10$ tablosunda 50. ve 7. yılların yıllık eşit ödemelerde bugünkü değer faktörlerinin farkı alınarak bulunmuştur;

$$9.914814 - 4.868419 = 5.046395$$

$f = \% 10$ ve $n = 50$ yıl için, yıllık eşit ödemelerde faiz-amortisman faktörü = 0.100859.

Projenin ortalama yıllık faydası: $1863.73 \times 10^6 \times 0.100859 = 187.97$ TL.

7.9. Proje Faydalarının Hesaplanmasına İlişkin Problemler

PROBLEM. 1

Verilen: Bir sulama projesi alanında mevcut koşulda yetiştirilen ve projeli koşulda yetiştirilecek olan bitkilere ilişkin ekiliş oranı, verim, fiyat ve masraflar aşağıda verülmüştür. Brüt proje alanı 10 000 dekadır.

Tablo 1. Projelisiz ve Projeli Keşulda Yetiştirilen Bitkiler.

Ürünler	Projelisiz Keşulda			Projeli Keşulda			Fiyatı TL/kg
	Ekiliş oranı %	Verim kg/da	Masraf TL/da	Ekiliş oranı %	Verim kg/da	Masraf TL/da	
Buğday (Kuru) Dane Saman	31	160 200	6193	—	—	—	35.50 7.00
Yonca	9	1200	14979	24	1200	14979	30.00
Papatus	5	1800	33893	13	1800	33893	31.00
Fasulye Dane Saman	5	170 220	13608	13	170 220	13608	182.00 7.00
Domates	3	3500	35777	7	3500	35777	15.00
Meyve	1	1500	29566	7	1500	29566	37.00
Buğday (Sulu) Dane Saman	14	275 230	10015	36	275 230	10015	35.50 7.00
Nadas	30			—			
TOPLAM	100			100			

İstenen: Proje faydası.

PROBLEM. 2

Verilen: Bir sulama projesinde gelişme dönemi süresince elde edilecek yıllık fayda değerleri aşağıda verilmiştir. Faiz oranı % 5 tir.

Gelişme dönemi	Yıllık fayda (10 ⁶ TL)
1	26
2	42
3	54
4	62
5	70
6	77
7	82
8	86
9	89
10	91

İstenen: Projenin ortalama yıllık faydası.

8. SU KAYNAKLARI PROJELERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Su kaynaklarını geliştirme projelerinin ekonomik problemleri iki ana grupta toplanabilir; Birinci grupta, alternatif projelerin faydaları eşdeğerdir. Bu durumda en ekonomik çözüme bulunmasında yalnız masraflar karşılaştırılır. İkinci grupta ise alternatif projelerin hem faydaları hem de masrafları farklıdır. Böyle durumlarda, en uygun alternatifin seçimi için hem fayda ve hem de masrafların analiz edilmesi zorunludur.

Bu bölümde su kaynaklarının geliştirilmesinde fayda-masraf analizlerinde yaygın bir biçimde kullanılan: 1) Fayda-masraf oranı, 2) Net bugünkü değer, 3) İç karlılık (verim) yöntemleri incelenecektir. Bu yöntemlerin her birinde karşılaştırma periyodunda gerçekleşen fayda ve masrafların bugünkü değere indirgenmesinde genellikle projenin ilk yılının başlangıcı (t_0) esas alınır.

8.1. Fayda-Masraf Oranı Yöntemi

Su kaynaklarının geliştirilmesinde ekonomik elverişliliğin göstergesi olarak kullanılan parametrelerden biri olup, projenin karşılaştırma periyodu boyunca elde edilecek faydaların bugünkü değeri, aynı periyod boyunca yapılan toplam masrafların (yatırım masrafları + işletme ve bakım onarım masrafları) bugünkü değerine bölünerek fayda-masraf oranı bulunur. Bugünkü değere indirgemedi genellikle karşılaştırma periyodunun başlangıcı olarak; projenin ilk yılının başlangıcı (t_0) esas alınır. Ülkemizde bu değere rantabilite katsayısı da denir.

$$R = \frac{F}{M}$$

R = Fayda-Masraf oranı (Rantabilite)

F = Karşılaştırma periyodunda proje faydalarının bugünkü değeri

M = Karşılaştırma periyodunda proje masraflarının bugünkü değeri.

Bu parametre projenin ekonomik elverişliliğini gösterdiği için çok popülerdir. Fayda-masraf oranı < 1 ise, proje ekonomik bakımdan elverişsiz, $R = 1$ ise marjinal $R > 1$ ise uygulanabilir, $R = 5-10$ ise çok elverişlidir. Fayda-masraf oranı, büyük ölçüde kullanılan faiz oranına bağlıdır. Uygulanan faiz oranı düştükçe fayda-masraf oranı yükselir, yükseldikçe düşer.

8.1.1 Yıllık Fayda Masrafı Oranı

Fayda-masraf oranının su kaynakları projelerinin değerlendirilmesinde kullanılan bir başka biçimi, yıllık fayda / masraf oranının bulunmasıdır. Burada esas, karşılaştırma periyodu süresince elde edilecek yıllık eşdeğer faydaların, aynı süre içinde yapılacak yıllık eşdeğer masraflara bölünmesidir. Değerlendirmede izlenecek işlemler şöyle sıralanabilir.

1. Karşılaştırma periyodunun başı (t_0) olarak, yatırımların bitirilerek işletmeye açıldığı yılın başlangıcı seçilir.

2. Projenin, yıllık faiz-amortismanı, yıllık işletme, bakım ve yenileme giderleri toplanarak yıllık toplam masrafı hesaplanır.

3. Gelişme süresinin her yılına ait faydalar (projeli durumdaki net gelir artışları) seçilen indirgeme (sosyal iskonto) oranında tek ödemelerle bugünkü değer faktörleri $\left(\frac{1}{q^n}\right)$ ile indirgenerek karşılaştırma periyodunun başlangıcına (t_0) getirilir.

4. Gelişme süresinin sonu ile karşılaştırma periyodu sonu arasında düzgün olarak devam eden yıllık faydalar, önce yıllık eşit ödemelerde bugünkü değer faktörü $(q^n - 1 / (q^n))$ ile indirgenerek gelişme süresinin sonuna, daha sonra da karşılaştırma periyodunun başlangıcına (t_0) getirilir.

5. Karşılaştırma periyodunun başlangıcına (t_0) getirilen toplam proje faydası, öngörülen faiz oranında analiz süresine ilişkin faiz-amortisman faktörü ile çarpılarak ekonomik analiz (karşılaştırma periyodu) süresine eşit yayılı (üniform) yıllık eşdeğer fayda'ya dönüştürülür.

türülür. Bulunan bu yıllık eşdeğer fayda, yıllık masrafa bölünerek, yıllık fayda/masraf oranı bulunur.

Genellikle küçük ölçekli sulama, drenaj ve toprak koruma projelerinin ekonomik değerlendirilmesinde proje ömrü boyunca yıllık fayda ve masrafların sabit olacağı varsayımı yapılabilir. Bu durumda fayda-masraf oranı (rantabilite katsayısı) yıllık ortalama faydaların, yıllık ortalama masraflara (faiz-amortisman + işletme, bakım ve yenileme masrafları) bölünmesi ile bulunmaktadır.

8.2. Net Bugünkü Değer (Net Fayda) Yöntemi

Bir su kaynakları projesinin ekonomik değerlendirilmesinde kullanılan ikinci parametre, projenin "net bugünkü değeri" ya da "net faydası"dır. Net bugünkü değer, projenin karşılaştırma periyodunun başlangıcına (t_0) indirgenmiş (bugünkü) toplam faydasından, indirgenmiş (bugünkü) toplam masrafların çıkarılması ile bulunur.

$$F_N = F - M$$

F_N = Projenin net bugünkü değeri ya da net faydası

F = Karşılaştırma periyodunda proje faydalarının bugünkü değeri

M = Karşılaştırma periyodunda proje masraflarının bugünkü değeri

Özellikle küçük su kaynaklarını geliştirme projelerinde, yıllık fayda ve masrafların karşılaştırma periyodu boyunca sabit olduğu durumlarda, yıllık net fayda yıllık fayda ve masraf farkı olarak da hesaplanabilir.

Uygulamada, bugünkü değer olarak en büyük net faydayı sağlayan alternatif, en uygun proje olarak seçilir. Uygulanan faiz oranının düzeyi bu parametreye de etkilidir.

Bu yöntemin uygulanmasında her alternatif için fayda-masraf akış diyagramı hazırlandıktan sonra, net faydaların bugünkü değeri hesaplanmalı, negatif değer veren seçenekler atılmalıdır.

8.3. Verim (İç Karlılık) Yöntemi

Bu parametre, karşılaştırma periyodunda net faydaların bugünkü değerini sıfır yapan indirgeme (iskonto) ya da faiz oranı olarak ta-

nitelenabilir. Karşılaştırma periyodunda projenin yıllık faydaları ve masrafları sabit ise, hesaplar yıllık baz üzerinden yapılabilir. Eğer yıllık fayda ve masraflar sabit değil ise, tüm masraflar ve faydalar toplamının bugünkü değerini sıfır yapan indirgeme (iskonto) oranı tatonmanla bulunur.

Tablo (2) de görüldüğü gibi karşılaştırma periyodunun her yılında gerçekleşen yıllık yatırım masrafları, yıllık işletme masrafları, projeli ve projersiz durumdaki yıllık gelir (fayda) gözüne alınarak her yıl için hesaplanan yıllık nakit akımları (cash flows), seçilen iki indirgeme oranında, indirgenerek bugünkü değere (t_0) indirgenmiş nakit akımına dönüştürülür. İndirgeme oranlarının seçiminde tatonman yöntemi uygulanır. Oranlardan düşük olanı (örnekte $f = \% 15$) toplam indirgenmiş nakit akımını pozitif (+), yüksek olanı ise toplam indirgenmiş nakit akımını negatif (-) yapacak biçimde seçilir. Projenin gerçek iç karlılık oranı bu sınır değerleri arasında olup, interpolasyonla aşağıdaki biçimde bulunur:

$$I_A = f_D + (f_T - f_D) \frac{N_D}{N_H - N_T}$$

I_A = Projenin iç karlılık oranı

f_D = Seçilen indirgeme oranından düşük olanı

f_T = Seçilen indirgeme oranından yüksek olanı

N_D = Düşük indirgeme oranının, toplam nakit akımı

N_T = Yüksek indirgeme oranının, toplam nakit akımı.

Bu parametrenin uygulanan faiz oranından etkilenmediğini burada belirtmekte yarar var. Gerçekte, hesaplanan sözkonusu projenin "iç faiz oranı" olduğundan, parametre dış faiz oranından bağımsızdır. Hesaplanan verim (iç karlılık) değerinin, kabul edilebilecek bir sosyal indirgeme (iskonto) oranından büyük olması gerekir.

İç karlılık oranı, sermayenin başka yatırım alanlarında kullanılması halinde sağlayacağı gelir olan "sermayenin fırsat maliyeti"nden küçük olduğu zaman söz konusu proje, ekonomik yönden olumsuz, en az onun kadar ya da daha fazla olduğu zaman olumlu bulunur.

8.4. Proje Seçimi

Su kaynakları alternatif projeleri arasından en uygununun seçilmesinde göz önüne alınan noktalar: teknik, proje ekonomisi, ulusal ekonomi ve sosyal faktörler olmak üzere dört grupta toplanabilir.

Proje değerlendirmede teknik ya da mühendislik açısından gözönünde bulundurulması gereken belli başlı faktörler, projenin amaçlanan fonksiyonları teknik bakımdan yerine getirebilme durumu ve proje maliyetidir. Bu iki yönden elverişli olan projeler teknik olarak yapılabilir kabul edilir.

Projenin ulusal ekonomi yönünden değerlendirilmesi, zorunlu olarak önce proje ekonomisinin gözönüne alınmasını gerektirir. Bilindiği gibi proje ekonomisi başlığı altında su kaynakları projesinin etkisi analiz edilir, fayda ve masrafları tayin edilir en büyük ekonomik avantajı olan proje seçilmeye çalışılır. Buna karşılık proje ulusal ekonomi açısından değerlendirilirken söz konusu su kaynakları geliştirme projelerinin ülkenin genel ekonomisi ile olan ilişkileri bu arada öbür ekonomik kesimlere olan itici gücü, genel istihdam sorunlarının czmne vergi gelirlerine, ulusal gelir ve demeler dengesine katkıları analiz edilir.

Daha önce de değinildiği gibi su kaynakları geliştirme projelerinin sosyal ynde önemli olup, bu arada projenin toplum yaşamının geliştirilmesi ile toplumun can ve mal güvenliğine olan katkıları değerlendirilmeye çalışılır.

Bilindiği gibi projelerin ekonomik elverişliliğini gösteren, fayda / masraf oranı, net-fayda ve iç karlılık olmak üzere belli başlı üç parametre vardır. Elde mevcut alternatif projeler için bu üç parametre hesaplandığında, genelde bu parametrelerin i birden aynı alternatif projeyi en uygun olarak göstermezler. Üstelik, sosyal indirgeme (faiz) oran düzeylerinin değişmesi ile parametrelerin bazılarının tercihleri de değişmektedir.

Projelerin fayda-masraf oranı ve net fayda (net bugünkü değer) değerleri uygulanan faiz oranı düştükçe artar, arttıkça düşer. O bakımdan, belirli bir koşul altında uygulanacak uygun faiz (indirgeme) oranının belirlenmesi fevkalade önemlidir. Yüksek faiz oranında ekonomik gözükmeyen projeler faiz oranının düşürülmesi ile ekonomik duruma geçebilirler. Buna karşılık üçüncü parametre, ikarlılık oranı kabul edilen faiz ya da indirgeme oranından etkilenmez. Burada, projenin iç faiz oranı hesaplandığından, parametre dış faiz oranlarından etkilenmez. Burada şu hususa da değinmekte yarar vardır: Hesap işlemlerinde, yıllık işletme ve bakım masrafının, yıllık nakit akımından çıkarılması iç karlılık oranını etkilemez. Bunun ise, nedeni, iç karlılık oranının, fayda-masraf oranını 1.0'e eşit kılmasıdır. Fayda

ve masraflardan eşit miktarların çıkarılması, her hangi bir parametreyi etkilemez.

Yukarıda belirtilen nedenlerle alternatif projeler demeti içinden proje seçimi yapılırken fayda-masraf parametrelerine ek olarak, projelerin finansmanı için ülkede mevcut yatırım fonlarının sınırlılık durumu, elde mevcut hazır projelerin sayısı ve durumu, uygun faiz oranı v.b. faktörlerde gözönüne alınır:

1. Ülkede su kaynaklarının geliştirilmesi için belirli bir faiz oranında bir yatırım fonu sınırlanması yok ve elde mevcut tüm kesin projeler kaynak mevcut olduğu takdirde birbirinden bağımsız olarak geliştirilebilecek durumda ise; projeler iç karlılık oranlarına göre azalan yönde olmak üzere sıraya dizilir. En üstten başlayarak, iç karlılık oranı, uygulanmakta olan faiz oranı (indirgeme) düzeyine kadar düşen tüm projeler yatırım programına alınabilir.

2. Belirli bir faiz oranında yatırım fonu sınırlanması yok, ancak alternatif projelerden yalnız biri seçilebilecek ise; uygulanmakta olan faiz oranı esas alınarak yapılan hesaplamada en büyük net faydayı veren proje tercih edilir.

3. Ülkede su kaynaklarının geliştirilmesi için ayrılabilen yatırım fonları sınırlı ve elde mevcut tüm projeler kaynak mevcut olduğu takdirde bağımsız olarak geliştirilebilecek durumda ise, projeler iç karlılık oranlarına göre azalan yönde sıraya dizilir. En üstten başlanarak projeler, sınırlı yatırım fonu tükeninceye kadar geliştirme için ayrılır. Bu durumda, marjinal iç karlılık oranına* göre hesaplanmış net faydaların en üst düzeyde olduğu gösterilmelidir.

4. Yatırım fonları sınırlı ve alternatif projelerden yalnız biri seçilebilecek durumda ise, indirgeme (faiz) oranı yerine marjinal iç karlılık oranına göre hesaplanan net faydası en yüksek olan proje seçilir.

Buraya kadar verilen bilgilerden anlaşılabacağı gibi, su kaynaklarının planlanmasında iki önemli aşama vardır. Bunlardan birincisi, belirli bir su kaynağının geliştirilebilmesi için mümkün olduğu kadar fazla sayıda alternatif plan üretilmesi ve bu planların incelenmesidir. İkincisi ise alternatif planlar içinden marjinal iç karlılık oranına denk indirgeme (faiz) oranında hesaplanan net faydaları maksimize eden ekonomik seçimin yapılmasıdır.

* Marjinal iç karlılık oranı: Yatırım fonunun sınırlı olduğu durumda, alternatif projeler iç karlılık oranlarına göre azalan yönde sıralandığında, yatırım için seçilen en son projenin hemen altında kalan projenin iç karlılık oranıdır.

8.5. Mali Analiz

Ekonomik ve teknik yönden uygulanabilir olduğu gösterilen bir proje ile ilgili yatırımlara geçmeden önce, ele alınan projenin mali yönden de yapılabılır olduğunun gösterilmesi gerekir. Mali analiz ile yatırımlar için gerekli olacak finansmanın kimler tarafından ve hangi koşullarla sağlanacağı konusu ile bu finansmanın kimler tarafından geri ödeneceği ve geri ödemenin mümkün olup olmayacağı hususu araştırılır ve bir sonucu bağlanır.

Mali analiz çalışmaları sırasında, üretilecek mal ve hizmetlere uygulanacak fiyat politikası ile tüketicinin ödeme gücü gibi hususlar da dolaylı olarak belirlenmiş olur.

Ekonomik analiz projenin ne zaman ne şekilde ve ne büyüklükte yapılması v.b. noktalara cevap verirken, mali analiz; yatırım, işletme, bakım ve yenileme masraflarının kimin tarafından geri ödeneceği ve bu kimselerin ödeme güçlerinin yeterli olup olmayacağı sorularına cevap arar.

Proje giderlerinin geri ödetilmesinde ilk kural, bu giderlerin projeden yararlananlarca geri ödenmesidir. Ancak bölgede gelir dağılımının düzenlenmesi vb. nedenlerle, geri ödeme yükü, bazı gruplardan diğerlerine aktararak kısmen azaltılabilir ya da tamamen ortadan kaldırılabilir.

Ekonomik analizde, enflasyonun fayda ve masraflara eşit miktarda etki yapacağı gerçeğinden hareket edilerek, enflasyon etkisi gözönüne alınmayabilir. Buna karşılık mali analizde genel fiyat artışlarının tam olarak hesaba katılması zorunludur. Aksi takdirde, finansman sağlanmışken ve yatırımlar devam ederken finansman zorlukları ile karşılaşılabilir ya da geri ödeme için toplanacak miktarlar artan giderleri karşılamayabilir.

Ekonomik analizde kullanılan faiz fiyatı sosyal indirgeme (iskonto) oranı olup, genellikle uzun dönem yatırım ya da kredilerinde kullanılan nisbeten düşük oranlı faizdir. Halbuki mali analizde kullanılacak faiz fiyatı sağlanacak finansman kaynaklarına bağlıdır.

Proje yıllara göre beklenen gelirleri ile finansman borçlarını (yani faizleri ile birlikte ana para miktarını) zamamında ödeyebiliyorsa ayrıca işletme, bakım ve yenileme giderlerini karşılayabiliyorsa mali yönden yapılabilir (fizibl) demektir.

8.6. Fayda-Masraf Analizlerine İlişkin Örnek Problemler

ÖRNEK PROBLEM 8.1

Verilen: Bir küçük sulama projesinde yıllık ortalama masraf 4.19×10^6 TL, yıllık net gelir artışı (yılılık ortalama fayda) ise 5.01×10^6 TL olarak hesaplanmıştır.

İstenen: Projenin ekonomik açıdan değerlendirilmesi.

Çözüm: Yıllık ortalama faydanın yıllık ortalama masrafa oranı:

$$R = \frac{F}{M} = \frac{5.01 \times 10^6}{4.19 \times 10^6} = 1.2$$

$R = 1.2 > 1$ olduğundan proje ekonomiktir, uygulanabilir.

ÖRNEK PROBLEM 8.2

Verilen: Bir sulama projesinin yıllara göre değişen toplam yatırım masrafları, işletme ve bakım masrafları ve fayda değerleri aşağıdaki cetvelde verilmiştir. Hesaplar % 10 faiz oranı üzerinden yapılmıştır. Proje ömrü 50 yıl, inşaat süresi 3 yıl, developman süresi 4 yıldır.

İstenen:

- Fayda-masraf oranı
- Net bugünkü değer (net fayda)
- İç karlılık oranı

Çözüm:

- Fayda-masraf oranı: İndirgenmiş bugünkü değerler üzerinden fayda-masraf oranının hesaplanmasında cetvel 1'den yararlanılmıştır.

İşlemleri basitleştirmek için 1982-2027 yıllarına ilişkin indirgeme katsayılarının (% 10 faiz oranı için) toplamı alınmıştır. İndirgenmiş bugünkü değerler üzerinden fayda-masraf oranı

$$R = \frac{75.86 \times 10^6}{51.07 \times 10^6} = 1.5 > 1 \text{ proje ekonomiktir uygulanabilir.}$$

Tablo 1. İndirgenmiş, Bugünkü Değerler Üzerinden Masraflar ve Faydalar

Yıllar	Yıllık yatırım masrafları (10 ⁶ TL.)	Yıllık işletme ve bakım masrafları (10 ⁶ TL.)	Yıllık toplam masraflar (10 ⁶ TL.)	Yıllık toplam yararlar (10 ⁶ TL.)	Bugünkü değerli masraflar (T= %10)	İndirgenmiş masraflar (10 ⁶ TL.)	Faydalar (10 ⁶ TL.)	Bugünkü değerli yararlar (T= %10)	İndirgenmiş yararlar (10 ⁶ TL.)
1978	9,83	0,27	10,10	0,909	9,18	3,31	0,826	2,73	
1979	19,19	0,70	19,89	0,828	16,43	5,67	0,721	4,21	
1980	16,97	1,12	17,19	0,731	12,91	9,28	0,683	6,34	
1981	—	1,69	1,69	—	1,15	—	—	—	
1982	—	—	—	—	—	—	—	—	
46 1983	—	1,69	1,69	6,744	11,40	9,38	6,744	62,58	
2027	—	—	—	—	—	—	—	—	
Toplam					51,67				75,86

b) Net bugünkü değer (net fayda):

$$F_N = F - M = 75.86 \times 10^6 - 51.07 \times 10^6 = 24.79 \times 10^6 \text{ TL}$$

Net fayda pozitif olduğundan proje uygulanabilir.

c) İç karlılık oranı: İç karlılık oranının hesaplanmasında tablo 2 den yararlanılmıştır.

Tablodaki yıllık nakit akım değerleri, yıllık net gelir değerinden yıllık yatırım ile işletme ve bakım masrafları çıkarılarak elde edilmiştir. Sonra bu değerler çeşitli faiz oranları için bugünkü değere indirgenmiş ve toplanmıştır (Son 46 yıl için, faiz cetvelindeki katsayıların toplamı alınır. Veya yıllık ödemelerde bugünkü değer faktörlerinden 4. yıla karşılık gelen ile 50. yıla karşılık gelen değerlerin farkı alınır). Önce $f = \% 16$ için indirgenmiş nakit akımı toplamı 1.93 olarak elde edilmiştir. Bu değer pozitif olduğundan, faiz oranı artırılarak, $f = \% 17$ için indirgenmiş nakit toplamı -0.12 olarak elde edilmiştir. (Eğer ilk faiz oranı için hesaplanan değer negatif olsaydı, ikinci faiz oranının ilk faiz oranına göre daha küçük alınması gerekirdi).

İndirgenmiş nakit akım toplamını sıfır yapan faiz oranı iç karlılık oranını verecektir. Sıfıra karşılık gelen faiz oranı Cetvel 2 de görüldüğü gibi $\% 16.94$ olarak hesaplanmıştır.

Projenin ekonomik hesaplarında $\% 10$ faiz oranı kullanıldığından ve ekonomik hesapların yapıldığı yıl devlet tahvillerinin taşıdığı faiz oranı $\% 10$ olduğundan $\% 16.94$ lük iç karlılık oranı, oldukça yüksek bir karlılık oranıdır. Yatırım yapılabilir.

ÖRNEK PROBLEM 8.3

Verilen: Çok kullanımlı bir projenin tamamına ve farklı tesislerine ilişkin olarak aşağıdaki fayda ve masraf değerleri elde edilmiştir.

İstenen: Projenin tamamı ve farklı tesisleri için yıllık net fayda ve fayda-masraf oranı.

Çözüm: Proje için yıllık net faydalar ve yıllık ortalama faydanın yıllık ortalama masrafa oranları aşağıdaki gibi hesaplanabilir.

Pompaj sulamasının yıllık net faydası negatiftir. Yani pompaj sulama alanına ait yıllık gelirler, pompaj tesislerinin yıllık giderlerini karşılayamamaktadır. Fayda-masraf oranı 1 den küçük olduğundan pompaj tesisleri ekonomik değildir.

Tablo 2. İç Karılık Ortamın Hesaplaması.

Yıllar	Yıllık yatırım masrafları (10 ⁹ TL)	Yıllık işletme ve bakım masrafları (10 ⁹ TL)	Projeleli ömründe yıllık gelir (10 ⁹ TL)	Projeleli ömründe yıllık gider (10 ⁹ TL)	Yıllık net gelir (10 ⁹ TL)	Yıllık nakit akımı (10 ⁹ TL)	f = % 16 içto		F = % 17 içto	
							Bugünkü değere indirilmiş karlıyım	İndirilmiş nakit akım	Bugünkü değere indirilmiş karlıyım	İndirilmiş nakit akım
1978	9.03	0.37	11.92	11.92	0.00	-10.10	0.862	0.853	-8.64	-8.64
1979	19.19	0.70	15.23	11.92	3.31	-16.28	0.743	0.731	-12.12	-12.12
1980	16.07	1.12	17.54	11.92	5.62	-11.37	0.649	0.624	-7.22	-7.22
1981	—	1.49	21.20	11.92	9.28	7.59	0.552	0.514	4.05	4.05
1982	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
40 31	—	1.66	21.20	11.92	9.28	7.59	3.446	3.137	23.81	23.81
2027	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Toplam									1.93	-0.12

$$\text{İç karlılık oranı} = 0.16 + \frac{(0.17 - 0.16) \cdot 1.93}{1.93 - (-0.12)} = 0.1694 = \% 16.94$$

Tesisler	Yıllık ortalama fayda (10 ⁶ TL)	Yıllık ortalama masraf (10 ⁶ TL)
Projenin tamamı	8691	5560
Baraj ve HES	8246	5293
Curibe sulaması	398	207
Pompaj sulaması	47	60

Tesisler	Yıllık fayda (10 ⁶ TL)	Yıllık masraf (10 ⁶ TL)	Yıllık net fayda (10 ⁶ TL)	Fayda masraf oranı
Projenin tamamı	8691	5560	3131	1.56
Baraj ve HES	8246	5293	2953	1.56
Curibe sulaması	398	207	191	1.92
Pompaj sulaması	47	60	-13	0.78

Baraj ve hidroelektrik tesisleri ile enerji tesislerinin fayda-masraf oranı 1'den büyük olduğundan ekonomiktir.

ÖRNEK PROBLEM 8.4

Sulama ve hidroelektrik enerji üretimi amacıyla planlanan bir projeye ilişkin verilerin bir bölümü aşağıda özetlenmiştir:

- Baraj tipi = Zonlu toprak dolgu
- Barajın talvekten yüksekliği = 67 m
- Kret uzunluğu = 490 m
- Faydalı depolama hacmi = $161.11 \times 10^6 \text{ m}^3$
- Santral ünite sayısı = 4
- Santral ünite kapasitesi = 45 MW
- Yılda üretilecek toplam enerji = 473.4 kwh
- Yerçekimi sulama alanı (brüt) = 4821 ha
- Pompaj sulama alanı (brüt) = 717 ha
- Toplam inşaat süresi = 6 yıl
- Baraj inşaatı = 6 yıl
- HES inşaatı = 4 yıl (son 4 yıl)
- Sulama tesisleri inşaatı = 3 yıl (son 3 yıl)
- Projenin developman süresi = 10 yıl
- İşletme süresi = 50 yıl

Bu projeye ilişkin masraf ve faydaların hesaplanması ve projenin değerlendirilmesi aşağıda açıklanmıştır:

1. Barajın tesis masrafının, yatırım masrafının ve yıllık masrafın Hesaplanması:

Baraja ilişkin tesis masrafı, yatırım masrafı ve yıllık masraf Tablo 1'de verildiği gibi hesaplanmıştır. Keşif bedeline % 15 beklenmeyen masraflar eklenerek tesis masrafı, buna % 15 Etüd, proje ve mübendilik giderleri eklenerek proje bedeli hesaplanmıştır. Projenin yatırım (proje bedeli) ve uygulama programı Tablo 2'de verilmiştir. Yapılacak yatırımın, yatırım süresi içerisinde üniform olarak dağıldığı kabul edilmiştir. Tablo 2'den yararlanılarak her bir birim için inşaat süresindeki faiz tatbik süresi hesaplanmış ve Tablo 1'deki 6. sütüne yazılmıştır. Bu süre, inşaat süresinin ortasından, yatırımın tamamlandığı yılın sonuna kadar geçen süredir. İnşaat süresindeki faiz faktörü $q^n - 1 = (1 + f)^n - 1$ eşitliği ile hesaplanır. $f = \% 10 = 0.10$ alınarak, inşaat süresindeki faiz faktörü aşağıdaki gibi hesaplanmıştır:

$$n = 5,5 \text{ yıl için:}$$

$$(1 + 0.10)^{5,5} - 1 = 0.689$$

$$n = 2 \text{ yıl için:}$$

$$q^n = 1.210 \text{ (tablodan)}$$

$$q^n - 1 = 1.210 - 1 = 0.210$$

Proje bedeli ile inşaat süresindeki faiz faktörü çarpılarak inşaat süresindeki faiz miktarı elde edilmiş, bu değer proje bedeline eklenerek yatırım masrafı bulunmuştur.

Baraj birimlerinden sosyal tesislerin yenileme süresi 20 yıl, diğer birimlerin yenileme süresi ise 45 yıldır. Sosyal tesislerin ($f = \% 10$ ve $n = 20$ yıl) faiz - amortisman faktörü = 0.117 (tablodan), diğer birimlerin ($f = \% 10$ ve $n = 45$ yıl) faiz-amortisman faktörü = 0.101 dir (Tablodan). Yatırım masrafı ile faiz-amortisman faktörü çarpılarak yıllık faiz-amortisman masrafı elde edilmiştir.

Sosyal tesisler 20 yılda ve % 10 oranında, diğer birimler 45 yılda ve % 2 oranında yenilenecektir. Yenileme faktörü yenileme oranı ile yıllık eşit ödemelerde biriktirme faktörünün çarpımına eşittir. Yıllık eşit ödemelerde biriktirme faktörü:

Tablo 1. Barınır Tesi Masrafı, Yatırım Masrafı ve Yıllık Masrafı 10 TL

BİRLİKLER	Kesif Bedeli	Beklenen mülkiyet masrafları (%)13	Tesis Masrafı	EKİD, Proje ve Müh. (%)13	Proje Bedeli	İnşaat Sürelindeki Faiz Tutarık Basesi	İnşaat Sürelindeki Faiz	İnşaat Sürelindeki Faiz	Yatırım Masrafı	Faiz Amortismanı	Yeni-İnşaat (10 ⁹)	Yeni-İnşaat Masrafı	İşletme Bakımı	İşletme Bakım Masrafı	Toplam
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
—	1x(0.15)	1+2	3x(0.15)	3+4	—	5x7	5+8	—	9x10	—	3x12	—	3x14	11+13+15	
Servis yolları	156	23	179	27	206	5.5	0.689	142	348	0.101	28	0.005	0.040	7	42
Sosyal tesisler	109	16	125	19	144	5.25	0.640	93	237	0.117	28	0.218	0.010	1	29
Diğer tesisler	1455	218	1673	251	1924	5.25	0.649	1249	3173	0.101	329	0.005	0.005	8	328
Batırıcılar	313	47	360	54	414	4.25	0.490	207	621	0.101	63	0.010	0.005	2	65
Gözetim	5193	779	5972	896	6868	2	0.210	1442	8310	0.101	839	0.167	0.005	20	860
Düzenleme	3826	574	4400	660	5060	2.25	0.239	1208	6260	0.101	633	0.123	0.010	44	677
Kil. Manket	525	79	604	91	695	2	0.210	146	841	0.101	85	0.017	0.005	3	88
Ara dolgu	217	33	250	38	288	2	0.210	60	348	0.101	35	0.007	0.005	1	36
Zıplı suo turviz	37	8	65	10	75	3.5	0.396	30	105	0.101	11	0.102	0.005	0.3	11
Yol röleleayını	174	26	200	30	230	1	0.100	23	253	0.101	26	—	—	—	26
Ara TOPLAM	12023	1803	13826	2076	15904	—	—	4401	20505	—	2073	0.554	—	96	2171
Karvulasırma	—	—	—	—	4017	2	0.210	844	4863	0.101	491	—	—	—	491
Genel TOPLAM	13023	1803	13828	2076	19921	—	—	3445	25366	—	2568	0.554	—	96	2662

VİLLİK MASRAFLAR

Tablo 2. Baraj Birimlerinin Yatırım ve Uygulama Programı.

Birimler	Yatırım (10 ⁶ TL)	Yatırım yılları					
		1	2	3	4	5	6
Servis yolları	206	←		5.5			→
Sosyal tesisler	144	←		3.25			→
Derivasyon tüneli	1924		←				
Batardolar	414		←				
Gövde	6868			←			
Dolunusak	5060				←		
Kil blanket	693					←2	→
Ara dolgu	288				←		
Jipeli zoo temizliği	75						
Yol rölektasyonu	230						
Kamulaştırma	4017						

Sosyal tesislerde ($f = \%10$ ve $n = 20$ yıl) = 0.017460

Diğer birimlerde ($f = \%10$ ve $n = 45$ yıl) = 0.001391 (tablodan)

Sosyal tesislerin yenileme faktörü:

$$0.10 \times 0.017460 = 0.001746 = 1746 \times 10^{-6}$$

Diğer birimlerin yenileme faktörü:

$$0.02 \times 0.001391 = 0.000028 = 28 \times 10^{-6}$$

Yıllık yenileme masrafı, tesis masrafı ile yenileme faktörünün çarpılmasıyla bulunmuştur (Yenileme bedelleri çok küçük olduğundan bu örnekte yıllık masrafın hesabında ihmal edilmiştir).

Yıllık işletme-bakım masrafı, tesis masrafının işletme-bakım faktörüyle çarpılmasıyla bulunmuştur. Faiz-amortisman masrafı yenileme masrafı ve işletme-bakım masrafı toplanarak, yıllık toplam masraf hesaplanmıştır.

Enerji yapıları ve HES, yerçekimi sulaması ve pompaj sulaması için yıllık masraf aynı yolla hesaplanmış ve sonuçlar aşağıda topluca verilmiştir:

Birimler	Tesis masrafı (10 ⁶ TL)	Yatırım masrafı (10 ⁶ TL)	Yıllık masraf (10 ⁶ TL)
Bazaj	13 828	25 366	2662
Emerji yapıları ve HES	17 704	25 610	2840
Yerçekimi sulama	2 618	3 310	217
Pompaj sulama	515	685	51
Toplam	34 665	54 951	5770

Projede tüm birimlerin yatırımların (proje bedelinin) yıllara göre dağılımı aşağıda verilmiştir.

Yıllar	Yatırım gideri (10 ⁶ TL)
1	1751
2	2091
3	6031
4	10865
5	11120
6	8007

Projenin tüm birimlerinin yıllık işletme ve bakım masrafı ise 504×10^6 TL olarak hesaplanmıştır.

2. Yerçekimi sulama faydasının hesaplanması

Yerçekimi sulama alanında projesiz durumda yetiştirilen bitkiler, ekiliş oranları, verim, fiyat ve masrafları, Tablo 3'de verilmiş ve projesiz durumda ortalama üretim değeri (brüt gelir) hesaplanmıştır. Bitkinin üretim değeri verim ile fiyatın çarpılması ile bulunmuş, proje alanı için ortalama üretim değeri bitkilerin ekiliş oranlarından yararlanılarak 11 544 TL olarak hesaplanmıştır.

Cazibe sulama alanında ortalama masraf 11 359 TL olarak hesaplanmıştır.

Buna göre projesiz durumda net gelir:

$$11\ 544 - 11\ 359 = 185 \text{ TL olmaktadır.}$$

Cazibe sulama alanında projeli koşulda yetiştirilecek ürünlerin 10 yıllık gelişme periyodunda ekiliş oranındaki ve verimdeki gelişme süreci Tablo 4'te verilmiştir. Tablodan görüldüğü gibi yeni tesis edilecek meyve dışındaki ürünlerdeki gelişme süreci projenin ilk 3 yılı içerisinde tamamlanacaktır. Ancak projenin 1., 2. ve 3. yılında tesis edilecek meyvenin verime başlaması ile verimdeki gelişme projenin 10. yılında tamamlanmaktadır.

Tablo 4. Yarıçekirli Sulama Alanında Projele Koppida Ürün Düzeyindeki ve Verimdeki Gelişme Sırası.

Çiğneler	Projesiz koppida Bilgi-zişesi (%) ve verim (kg / da)	Projele koppida yıllara göre diğer deseni (%) ve verim (kg / da)																
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10-30							
Buğday	30.2 300	30 275	30 275	35 300	40 300	45 300	50 300	55 300	60 300	65 300	70 300	75 300	80 300	85 300	90 300	95 300	100 300	
Arpa	9.8 225	9 250	9 250	10 300	11 300	12 300	13 300	14 300	15 300	16 300	17 300	18 300	19 300	20 300	21 300	22 300	23 300	24 300
Çeltik	33.1 300	35 400	35 400	35 400	35 400	35 400	35 400	35 400	35 400	35 400	35 400	35 400	35 400	35 400	35 400	35 400	35 400	35 400
Pisınar	10.0 3000	12 4000	12 4000	20 5000	20 5000	20 5000	20 5000	20 5000	20 5000	20 5000	20 5000	20 5000	20 5000	20 5000	20 5000	20 5000	20 5000	20 5000
Fambye	—	1 125	1 125	2 150	2 150	2 150	2 150	2 150	2 150	2 150	2 150	2 150	2 150	2 150	2 150	2 150	2 150	2 150
Yosun	—	1 1500	1 1500	3 1200	3 1200	3 1200	3 1200	3 1200	3 1200	3 1200	3 1200	3 1200	3 1200	3 1200	3 1200	3 1200	3 1200	3 1200
Sibau	2.2 2000	3 2500	3 2500	5 3000	5 3000	5 3000	5 3000	5 3000	5 3000	5 3000	5 3000	5 3000	5 3000	5 3000	5 3000	5 3000	5 3000	5 3000
Meyve Eski	5.3 800	5.3 1000	5.3 1000	5.3 1200	5.3 1200	5.3 1400	5.3 1400	5.3 1400	5.3 1400	5.3 1400	5.3 1400	5.3 1400	5.3 1400	5.3 1400	5.3 1400	5.3 1400	5.3 1400	5.3 1400
Meyve (1. yıl)	—	0.7 —	0.7 —	0.7 —	0.7 —	0.7 —	0.7 —	0.7 —	0.7 —	0.7 —	0.7 —	0.7 —	0.7 —	0.7 —	0.7 —	0.7 —	0.7 —	0.7 —
Meyve (2. yıl)	—	—	—	2.0 —	2.0 —	2.0 —	2.0 —	2.0 —	2.0 —	2.0 —	2.0 —	2.0 —	2.0 —	2.0 —	2.0 —	2.0 —	2.0 —	2.0 —
Meyve (3. yıl)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Meyve (4. yıl)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Meyve (5. yıl)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Meyve (6. yıl)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Meyve (7. yıl)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Meyve (8. yıl)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Meyve (9. yıl)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Meyve (10. yıl)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Tablo 3. Yerçekimi Sulama Alanında Projelisiz Durumda Net Gelir

Ürünler	Ekiliş Oranı (%)	Verim Kg / da	Fiyat TL / kg	Üretim Değeri TL / kg	Ortalama Üretim değeri TL / da
Buğday	30.2	200	20.00	5 200	1 570
Arpa	9.8	220	19.00	4 180	410
Mercimek	2.4	125	50.00	6 250	150
Çeltik	33.1	300	55.00	16 500	5 461
Pancar	10.0	3 000	6.00	18 000	1 900
Meyve	5.3	800	20.00	16 000	848
Sebzeler	2.2	2 000	15.00	30 000	660
Buğday samanı	—	200	7.50	1 500	453
Arpa samanı	—	220	7.50	1 650	162
Mercimek samanı	—	125	10.00	1 250	30
Nadar	7.0	—	—	—	—
TOPLAM	100.0	—	—	—	11 544

Projelisiz durumda, ilk 10 yıl için üretim değeri (her yıl için ürünlerin ekiliş oranı, verim ve fiyattan yararlanılarak) hesaplanmış ve sonuçlar Tablo 5'te verilmiştir. Tabloda yine her yıl için hesaplanan masraf değerleri de verilmiş ve bunların farkı alınarak projelisiz durumda gelişme dönemindeki net gelir değerleri elde edilmiştir. Bu değerlerden projelisiz durumdaki net gelir (185 TL / da) çıkartılarak net gelir artışı (faydalar) hesaplanmıştır.

Yerçekimi sulama klasik şebeke ile gerçekleştirileceğinden, net alan faktörü = 0,846'dır. Bu durumda net alan:

$$4821 \times 0,846 = 4078,6 \text{ ha} = 40786 \text{ da} \text{ olmaktadır.}$$

Yerçekimi sulama alanında yıllık ortalama fayda değerinin hesaplanabilmesi için, gelişme dönemindeki ve gelişme dönemi sonundaki yıllık faydaların başlangıça (faydaların elde edilmeye başlandığı ilk yılın başına) taşınması ve işletme süresine eşit olarak yayılması gerekmektedir.

a) Gelişim dönemindeki faydaların başlangıça taşınması

İlk 9 yıl içerisindeki faydaların 1. yıl başındaki toplam değeri 2432×10^6 TL dir.

b) Gelişme süresi sonu (10. yıl) ile işletme süresi sonu (50 yıl) arasındaki faydaların başlangıça taşınması:

$$\text{Yıllık fayda} = 9676 \text{ TL / da} \times 40786 \text{ da} = 395 \times 10^6 \text{ TL}$$

$$\text{Süre: } 50 - 9 = 41 \text{ yıl}$$

Tablo 3. Yerecekleri Bölgenin Alanında Projeli Köpükler Yılına Göre Net Gelir ve Net Gelir Artışı.

	Y I L L A R									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10-50
Güvenim değeri (TL./da)	10881	22402	25652	23708	25924	26272	26540	26726	26618	26968
Ortalam gelirleri (TL./da)	12111	15456	16286	16334	16470	16694	16884	17011	17090	17107
Net gelir (TL./da)	4770	6951	9366	9374	9454	9578	9656	9717	9798	9861
Net gelir artışı (TL./da)	4585	6766	9181	9189	9269	9393	9471	9552	9613	9676

Gelişme süresi (yıl)	Yıllık fayda (TL / da)	Net sulama alanı (da)	Yıllık fayda (10 ⁶ TL)	Bugünkü değer faktörü (f = % 5)	Faydaların başlangıçta- ki değeri (10 ⁶ TL)
1	4585	40786	187	0,952381	178
2	6766	"	276	0,907029	250
3	9181	"	374	0,863838	323
4	9189	"	375	0,822702	308
5	9269	"	378	0,783526	296
6	9393	"	383	0,746215	286
7	9471	"	386	0,710681	273
8	9532	"	389	0,676819	263
9	9613	"	392	0,644609	253
TOPLAM					2432

$n = 41$ yıl ve $f = \% 5$ için yıllık eşit ödemelerde bugünkü değer faktörü = 17,294368

41 yıllık faydanın 10. yıl başındaki toplam değeri:

$$395 \times 10^6 \times 17,294368 = 6831 \times 10^6 \text{ TL}$$

$n = 9$ yıl ve $f = \% 5$ için tek ödemelerde bugünkü değer faktörü = 0,644609

41 yıllık faydanın 1. yıl başındaki toplam değeri

$$6831 \times 10^6 \times 0,644609 = 4403 \times 10^6 \text{ TL}$$

1. yıl başında faydaların toplam değeri =

$$2432 \times 10^6 + 4403 \times 10^6 = 6835 \times 10^6 \text{ TL}$$

Proje faydaları aşağıda olduğu gibi de başlangıca taşınabilir:

Yıllar	Yıllık fayda (10 ⁶ TL)	Bugünkü değer faktörü (f = % 5)	Faydaların baş- langıçtaki değeri (10 ⁶ TL)
1	187	0,952381	178
2	276	0,907029	250
3	374	0,863838	323
4	375	0,822702	308
5	378	0,783526	296
6	383	0,746215	286
7	386	0,710681	273
8	389	0,676819	263
9	392	0,644609	253
10-50	395	11,148103	4403
TOPLAM			6835

Faydaların bugünkü (1. yıl başındaki) toplam değeri = $6835 \times 10^6 \text{ TL}$

c) *Toplam faydanın işletme süresine eşit olarak yayılması:*

İşletme süresi = 50 yıl

Yıllık eşit ödemelerde faiz-amortisman faktörü (n = 50 yıl ve f = % 5 için) = 0.054777

Yerçekimi sulamasının yıllık ortalama faydası:

$$6835 \times 10^6 \times 0.054777 = 374 \times 10^6 \text{ TL}$$

Proje birimlerinin, faydaları ile projenin toplam faydası aşağıda verilmiştir.

Gelişme süresi (yıl)	Yerçekimi sulama faydası (10 ⁶ TL)	Pompaj sulama faydası (10 ⁶ TL)	Enerji faydası (10 ⁶ TL)	Toplam fayda (10 ⁶ TL)
1	187	26	8246	8459
2	276	35	8246	8557
3	374	42	8246	8662
4	375	43	8246	8664
5	378	44	8246	8668
6	383	46	8246	8675
7	386	47	8246	8679
8	389	48	8246	8683
9	392	49	8246	8687
10-50	395	50	8246	8691

3. Projenin değerlendirilmesi

a) *Yıllık fayda-masraf oranı:*

Proje ve birimlerinin yıllık fayda ve yıllık masraf değerlerinden yararlanılarak yıllık net fayda ve yıllık fayda-masraf oranı aşağıda hesaplanmıştır.

Birimler	Yıllık fayda (10 ⁶ TL)	Yıllık masraf (10 ⁶ TL)	Yıllık net fayda (10 ⁶ TL)	Yıllık fayda-masraf oranı
Projenin tamamı	8667	5779	2897	1.50
Baraj ve HES	8246	5502	2744	1.50
Yerçekimi sulama	374	217	157	1.72
Pompaj sulama	47	51	-4	0.92

Pompaj sulamasının yıllık fayda-masraf oranı 1'den küçük olduğundan bu birim ekonomik değildir. Diğer birimler ekonomiktir.

b) İndirgenmiş bugünkü değerlere göre net fayda ve fayda-masraf oranı :

Proje için hesaplanan yıllık yatırım (proje bedeli) işletme-bakım masrafı ve fayda değerlerinden yararlanılarak fayda ve masrafların bugünkü değeri Tablo 6 da hesaplanmıştır.

Tablo 6. Fayda ve Masrafların Bugünkü Değere İndirgenmesi.

Yıllar	Yatırım masrafı (10 ⁶ TL)	İşletme ve bakım masrafı (10 ⁶ TL)	Toplam masraf (10 ⁶ TL)	Fayda (10 ⁶ TL)	Bugünkü değer faktörü (f = %10)	Bugünkü masraf (10 ⁶ TL)	Bugünkü fayda (10 ⁶ TL)
1	1751	—	1751	—	0.909	1592	—
2	2091	—	2091	—	0.826	1737	—
3	6031	—	6031	—	0.731	4529	—
4	10865	—	10865	—	0.683	7421	—
5	11120	—	11120	—	0.621	6906	—
6	8007	—	8007	—	0.564	4516	—
7	—	504	504	8459	0.513	259	4339
8	—	504	504	8557	0.467	235	3996
9	—	504	504	8662	0.424	214	3673
10	—	504	504	8664	0.385	194	3336
11	—	504	504	8668	0.350	176	3034
12	—	504	504	8675	0.319	161	2767
13	—	504	504	8679	0.290	146	2517
14	—	504	504	8683	0.263	133	2284
15	—	504	504	8687	0.239	120	2076
16-56	—	504	504	8691	2.345	1162	20380
Toplam						29510	48342

16-56. yıllar için bugünkü değer faktörü hesaplanırken $f = \%10$ tablosunda $n = 50$ ve $n = 15$ için yıllık eşit ödemelerde bugünkü değer faktörlerinin farkı alınmış, buna $n = 51, 52, 53, 54, 55$ ve 56 yılları için ayrıca hesaplanan bugünkü değere indirgeme katsayıları eklenmiştir.

Bugünkü değere indirgenmiş faydaların toplamı 48342×10^6 TL masrafların toplamı ise 29510×10^6 TL dir. Bu durumda net fayda:

$F_N = F - M = 48342 \times 10^6 - 29510 \times 10^6 = 18832 \times 10^6$ TL.
Toplam faydanın toplam masrafa oranı:

$$R = \frac{F}{M} = \frac{48342 \times 10^6}{29510 \times 10^6} = 1.64$$

Projenin net faydası pozitif ya da fayda-masraf oranı 1'den büyük olduğundan proje ekonomiktir, uygulanabilir.

c) İç karlılık oranı:

Proje için elde edilen (yılık yatırım ve işletme ve bakım masraflarının toplamı olan) toplam masraf ve yıllık fayda değerlerinden yararlanılarak projenin iç karlılık oranı Tablo 7'de hesaplanmıştır.

Hesaplanan % 15.63'lük iç karlılık oranı, projenin ekonomik hesaplarının yapıldığı yılık faiz oranı olan % 10 dan daha fazla olduğundan proje olumluudur, uygulanabilir.

Tablo 7. İç Karlılık Oranının Hesaplanması.

Yıllar	Toplam masraf (10 ³ TL)	Fayda (10 ³ TL)	Yılık nakit akım (10 ³ TL)	i = % 15 için		i = % 16 için	
				İndirgenmiş nakit akım (10 ³ TL)	İndirgenmiş nakit akım (10 ³ TL)	İndirgenmiş nakit akım (10 ³ TL)	İndirgenmiş nakit akım (10 ³ TL)
1	1751	—	-1751	0.870	-1523	0.862	-1509
2	2091	—	-2091	0.756	-1581	0.743	-1554
3	6031	—	-6031	0.658	-3968	0.641	-3866
4	10865	—	-10865	0.572	-6215	0.552	-5997
5	11120	—	-11120	0.497	-5527	0.476	-5293
6	8007	—	-8007	0.432	-3459	0.410	-3283
7	504	8459	7955	0.376	2991	0.358	2816
8	504	8557	8053	0.327	2633	0.305	2456
9	504	8662	8158	0.284	2317	0.263	2148
10	504	8664	8160	0.247	2016	0.227	1852
11	504	8668	8164	0.215	1755	0.195	1592
12	504	8675	8171	0.187	1528	0.168	1373
13	504	8679	8175	0.163	1333	0.145	1185
14	504	8683	8179	0.141	1152	0.125	1021
15	504	8687	8183	0.123	1006	0.108	884
16-56	504	8691	8187	0.117	6689	0.073	5510
Toplam					1147		-667

$$i_k = i_D + (i_V - i_D) \frac{N_D}{N_D - N_V} = 0.15 + (0.16 - 0.15) \frac{1147}{1147 - (-667)} = 0.1563$$

$$i_k = \% 15.63$$

8.7. Fayda-Masraf Analizlerine İlişkin Problemler

PROBLEM. 1

Verilen: Bir sulama projesinde, projenin yıllık ortalama faydası

8 194 269 TL ve projenin yıllık ortalama masrafı

7 032 364 TL olarak hesaplanmıştır.

İstenen: Projenin ekonomik açıdan değerlendirilmesi.

PROBLEM. 2

Verilen: Bir projeye ve ilgili ünitelerine ilişkin olarak elde edilen yıllık ortalama fayda ve yıllık ortalama masraflar aşağıda verilmiştir.

Ünite	Yıllık fayda (10 ⁶ TL)	Yıllık masraf (10 ⁶ TL)
Projenin tamamı	3298	2160
Biraj ve HES	1900	1577
Sulama	992	237

İstenen: Projenin ekonomik açıdan değerlendirilmesi.

PROBLEM. 3

Verilen: Bir projeye ilişkin olarak elde edilen veriler aşağıya çıkartılmıştır:

İnşaat süresi toplamı = 6 yıl

Gelişme süresi = 10 yıl

Ekonomik ömrü = 50 yıl

Hesaplarda faiz oranı % 10 olarak alınmıştır.

Projenin yıllara göre yatırım, işletme ve bakım giderleri ve toplam yıllık net geliri (cazibe sulama, pompaj sulama ve enerji gelirleri toplamı):

Yıllar	Yatırım masrafı (10 ⁶ TL)	Yıllık işletme ve bakım masrafları (10 ⁶ TL)	Yıllık net gelir (10 ⁶ TL)
1	608	—	—
2	877	—	—
3	880	—	—
4	936	—	—
5	688	—	—
6	—	15	147
7	—	"	209
8	—	"	321
9	—	"	373
10	—	"	404
11	—	"	422
12	—	"	450
13	—	"	470
14	—	"	480
15	—	"	488
16-50	—	"	488

İstenen:

- Fayda-masraf oranı.
- Net fayda ve
- İç karlılık oranı.

9. SU KAYNAKLARININ GELİŞTİRİLMESİNDE OPTİMİZASYON TEKNİKLERİ

Birden çok değişkenli (ya da fonksiyonu) olan, bu değişkenleri (fonksiyonları) belirli kısıtlayıcı (sınırlayıcı) koşullara maruz bir nümerik fonksiyonun maksimize (minimize) edilmesine ilişkin problemler, optimizasyon problemlerini oluşturur. Optimizasyon problemlerinin nümerik fonksiyonun maksimize (minimize) edilmesine ilişkin probleminin bir bölümü *programlama problemleri* olarak tanımlanır. Bu tür problemler, belirli amaçları gerçekleştirmek için, elde mevcut kaynakların optimal bir biçimde tahsisinin (dağıtımının) belirlenmesini öngörür. Konu özelleştirilirse, elde mevcut insan gücü, malzeme, makina, su, toprak, sermaye v.b. kaynakların bir ya da birden çok çıktı elde etmek amacı ile kombine edilmesi söz konusudur. Genellikle kaynağın miktarı ve istenen kalitesi yönünden kısıtlayıcı koşulu bulunur. Bu kısıtlayıcılara karşın, kaynakların birçok uygun kombinasyonu ve tahsisi alternatifleri vardır. Genellikle istenen, bu alternatifler arasında kâr yada maliyet gibi bir nümerik miktarı en üst (maksimize) ya da en alt (minimize) düzeye getiren kombinasyonun bulunmasıdır.

9.1. Optimizasyon Problemleri

Bir optimizasyon probleminde temel ilke amaç denilen ve belirli sayıda değişken girdiye bağlı belirli bir miktarın maksimizasyon ya da minimizasyonudur. Bu değişkenler birbirlerinden bağımsız olabildikleri gibi, bir veya daha çok kısıtlayıcı ile ilişkilendirilebilirler.

Örneğin,

$$Z_{min} = x_1^2 + x_2^2 \quad (9.1)$$

Kısıtlayıcı koşul:

$$x_1 - x_2 = 3$$

$$x_2 \geq 2$$

Z amacı için bir optimizasyon problemidir. Görüldüğü gibi girdi değişkenleri (x_1 ve x_2) iki biçimde kısıtlanmıştır. Problemden, belirtilen kısıtlayıcı koşulda girdi değişkenlerinin, kareleri toplamını en az (minimum) yapan değerlerinin bulunması istenmektedir.

Amaç ve kısıtlayıcıların matematik fonksiyonlar ve fonksiyonel ilişkiler biçiminde verildiği bir optimizasyon problemine matematik program denir. Örneğin;

$$Z_{opt} = f(x_1, x_2, \dots, x_n)$$

Kısıtlayıcılar,

$$\left. \begin{array}{l} g_1(x_1, x_2, \dots, x_n) \\ g_2(x_1, x_2, \dots, x_n) \\ \dots \\ g_m(x_1, x_2, \dots, x_n) \end{array} \right\} \begin{array}{l} \leq \\ = \\ > \end{array} \left\{ \begin{array}{l} b_1 \\ b_2 \\ \dots \\ b_m \end{array} \right. \quad (9.2)$$

bir matematik programdır. Denklem (9.2)deki m kısıtlayıcı ilişkinin herbiri için \leq , $=$, $>$ işaretlerinden yalnız biri geçerlidir.

Doğrusal Programlar: Eşitlik (9.2)de verilen $f(x_1, x_2, \dots, x_n)$ ve $g_i(x_1, x_2, \dots, x_n)$ fonksiyonlarının her biri doğrusal

$$f(x_1, x_2, \dots, x_n) = C_1x_1 + C_2x_2 + \dots + C_nx_n \quad (9.3)$$

ve

$$g_i(x_1, x_2, \dots, x_n) = a_{i1}x_1 + a_{i2}x_2 + \dots + a_{in}x_n \quad (9.4)$$

b_i, C_j ve a_{ij} ($i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n$) bilinen sabitler ise matematik program doğrusaldır, x_j değişkenleri konveks bir küme oluştururlar ve tam sayı değillerse, bir doğrusal programlama probleminin sonsuz sayıda elverişli çözümü olacaktır. Amaç fonksiyonunu optimize eden çözümün bulunmasında grafik, simplex v.b. teknikler kullanılır. Bu tanıma göre eşitlik 9.1 de Z ile belirlenen amaç fonksiyonu, doğrusal değildir.

Tamsayı Programları: Ek bir kısıtlayıcı olarak girdi değişkenlerinin tamsayı olduğu doğrusal programlara, tam sayı programları denir. Eşitlik (9.2, 9.3 ve 9.4) de verilen katsayı ve sabitlerin tam sayı olması gerekli değilse de uygulamada çoğu kez tam sayı olarak verilir.

İkinci Dereceden (Küadratik) Programlar: Bir ikinci dereceden program, kısıtlayıcıların herbirinin eşitlik (9.4) de belirtildiği gibi doğrusal, buna karşılık amaç fonksiyonununun

$$f(x_1, x_2, \dots, x_n) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n C_{ij} x_i x_j - \sum_{i=1}^n d_i x_i \quad (9.5)$$

biçiminde (C_{ij} ve d_i bilinen katsayılar) olduğu bir matematiksel programdır. Örneğin eşitlik (9.1) de gösterilen program ikinci derecededir. Her iki kısılayıcı doğrusal, buna karşılık amaç (9.5) de verilen formda olup, $n = 2$ (iki değişken), $C_{11} = 1$, $C_{12} = C_{21} = 0$, $C_{22} = 1$ ve $d_1 = d_2 = 0$ dir.

Problem formülasyonu: Optimizasyon problemleri çoğu kez sözlü olarak belirtilir. Çözümün ilk aşaması, problemin bir matematik programlama modelinin kurulmasıdır. Modelin programı doğrusal ya da doğrusal olmayan tekniklerden yararlanılarak çözümlenebilir.

Sözle ifade edilen bir problemin matematik programa dönüştürülmesinde çoğunlukla şu üç aşamada özetlenen yaklaşım izlenir:

1. Optimize edilecek büyüklük belirlenir ve bir matematiksel fonksiyon olarak ifade edilir. Böylece girdi değişkenleri de tanımlanmış olur.
2. Probleme ilişkin koşul olarak belirtilen bütün istekler, kısılayıcılar, sınırlar belirlenir ve bunlar matematik olarak ifade edilir. Bu aşamada problemin kısılayıcıları ortaya konmuş olur.
3. Varsa saklı kalmış herhangi bir koşul açıklanır. Bu koşullar, problemde açık olarak belirtilmez ise de, modellenen fiziksel durumdan rahatlıkla görülür. Burada daha çok girdi değişkenlerinin tam sayı olması ve negatif olmayan durumlar söz konusudur.

Her matematik programında tek bir çözüm aranır. Eğer birden çok aynı düzeyde optimal çözüm var ise, kısılayıcılarla belirtilmiş özel bir tercih yok ise, bunlardan herhangi biri çözüm olarak seçilebilir.

9.2 Optimizasyon Yöntemleri

Su kaynaklarının geliştirilmesinde bir su kaynağı sisteminin optimum biçimde projelenmesi, formüle edilen amaçları en iyi biçimde gerçekleştiren sistem birimleri, çıktılar ve işletme programı kombinasyonunun bulunması biçiminde tanımlanabilir. Su kaynakları projelerinde optimum çözümün bulunması ile su kaynağının hangi kullanımlarla (amaçlarla) ve ne ölçüde kullanılacağı, bu sırada hangi tesislerin kurulmasının gerektiği ve bunların boyutları belirlenmiş olur. Su kaynaklarına ilişkin optimizasyon problemlerinin çözümlenme-

sinde, analitik teknikler, benzetme (simulasyon) teknikleri ve bu iki tekniğin kombinasyonu olmak üzere belli başlı üç yaklaşım vardır.

9.2.1 Analitik Teknikler

Analitik teknikler genellikle Doğrusal Programlama algoritmeleri ve Dinamik Programlama algoritmeleri olmak üzere belli başlı iki bölümde toplanabilir. Büyük ve kompleks sistemlerin analizinde doğrusal ve dinamik programlamanın kombine edilmesi de mümkündür.

9.2.1.1 Doğrusal Programlama

Doğrusal programlama, optimize edilmesi istenen fonksiyonda ve kısıtlayıcı koşullarında değişkenler arasındaki ilişkilerin doğrusal olduğu özel tipteki problemlere uygulanır. Genel problem şöyle tanımlanabilir: n sayıda doğrusal eşitsizlikten oluşan bir küme ya da r değişkenden oluşan denklemlerde, bu değişkenlerin kısıtlayıcı koşullarını sağlayan ve değişkenlerin doğrusal fonksiyonunu maksimize eden pozitif değerlerinin tayin edilmesidir.

Doğrusal programlama problemlerinin çözümünde genellikle grafik, simplex ve matris yaklaşımı olmak üzere belli başlı üç yöntem bulunmakla birlikte burada yalnız ilk ikisi üzerinde durulacaktır.

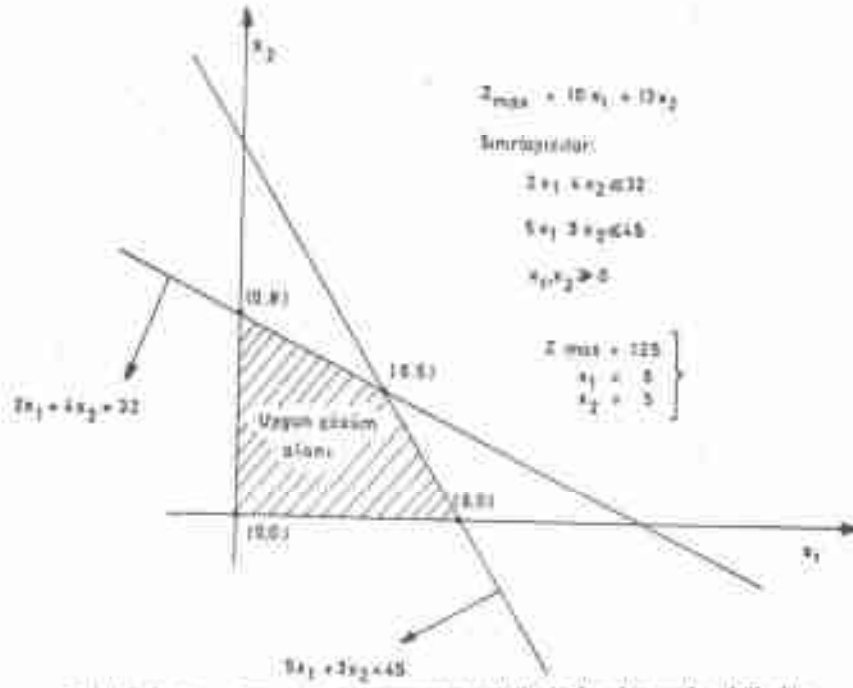
İki ya da üç değişkenli basit doğrusal programlama modelleri grafiksel yöntemle çözülebilir. Grafiksel yöntemin en önemli özelliği, en uygun (optimum) çözümün, analitik düzlemde, doğrusal eşitsizliklerin temsil ettiği doğrularla sınırlanan uygun çözüm alanının köşelerinden birinde bulunmasıdır. İki değişkenli doğrusal programlama problemleri için bu noktalar grafik üzerinde rahatlıkla görülebilir. Grafiksel çözümde, eşitsizlikler eşit olarak düşünülür. Fakat eşitsizliğin işareti (küçük veya büyük olma) gözönünde tutulur. a , b ve c sabit sayılar, fakat a ve b aynı anda sıfır olmamak üzere

$$ay + by + c \{ < 0, > 0, \leq 0, \geq 0 \} \text{ biçiminde yazılabilen}$$

iki değişkenli D.P. sınırlayıcı eşitsizlik denklemlerinin çözüm kümesi genellikle koordinat düzlemi üzerinde bir bölgedir. Denklemi $y = mx + n$ olan doğru analitik düzlemi üç farklı bölgeye ayırır. (Şekil 9.1).

(I) İnci bölge, koordinatları $y = mx + n$ denklemini sağlayan bütün (x,y) noktalarının oluşturduğu bölge yani doğrunun kendisi,

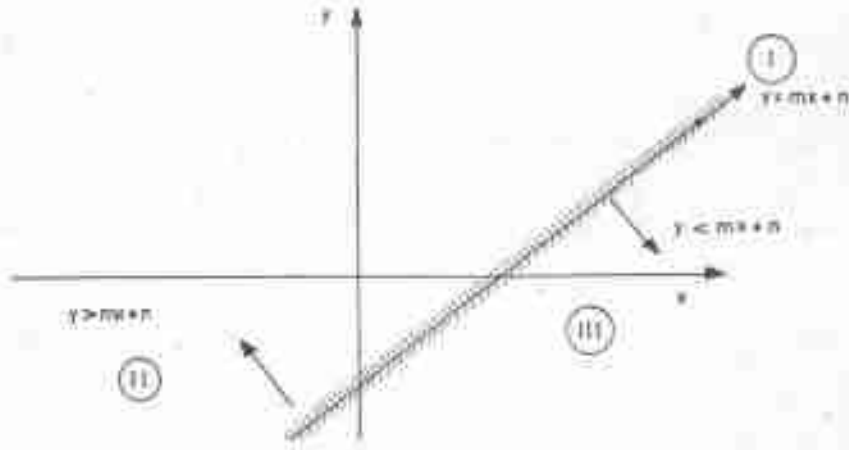
(II) İnci bölge, doğrunun üst tarafında kalan ve $y > mx + n$ eşitliğini sağlayan (x,y) noktalarının oluşturduğu bölge



Şekil 9.1. $y = mx + n$ doğrusunun analitik düzlemde sınırlı bölgeler.

(III) üçü bölge, doğrunun alt tarafında kalan ve $y < mx + n$ eşitliğini sağlayan (x,y) noktalarının oluşturduğu alan.

Grafiksel çözümde, önce sınırlayıcı koşul eşitsizlikleri eşitlik olarak düşünülür ve herbirinin doğrusu çizilir. Sonra, eşitsizliğin işaretine göre doğrunun alt ya da üst bölgeleri işaretlenir (Şekil 9.1). Şekilde içi taraf alan, uygun çözüm alanını gösterir. Alan içinde kalan bütün çözümler uygun çözümdür. Fakat, en iyi (optimum) çözüm amaç fonksiyonunu maksimum (en büyük) ya da minimum (en küçük) yapan çözümdür. Daha önce de belirtildiği gibi optimum çözüm uygun çözüm alanının köşelerinden birisinin koordinatlarıdır. Optimum çözümlü bulmak için, uygun çözüm alanının her köşesinin koordinatları, o köşede kesişen iki doğrunun birlikte çözülmesi ile hesaplanır. Köşelere ilişkin bulunan koordinatlar amaç fonksiyonunda yerine konarak, değerleri hesaplanır. Problemin biçimine göre maksimum ya da minimum değeri veren koordinatlar optimum çözümdür. Grafiksel yöntemle ilişkin bir çözüm örneği örnek problem (1) de gösterilmiştir.



Şekil 9.2. Doğrusal programlama grafik çözümü.

Simpleks yöntemi, standart formdaki,

$$Z_{opt} = C^T X$$

Kısıtlayıcı koşul:

$$AX = B$$

$$X \geq 0$$

$$B \geq 0$$

doğrusal programlama programlarının çözümünde uygulanan bir matris yaklaşımıdır. Simpleks yöntemi, amaç fonksiyonunu maksimum ya da minimum yapacak optimum (en iyi) çözüme adım-adım yaklaşan bir hesaplama yöntemidir. Bu nedenle, probleme bir uç noktadan başlayarak optimuma daha yakın bir ikincisine, oradan da bir üçüncüsüne atlayarak en iyi çözümü veren uç noktaya ulaşmayı sağlar.

Simpleks yöntemi, problemin matematiksel olarak belirlenmesini zorunlu kılar. Bu nedenle kısıtlayıcıların eşitsizlikler veya eşitlik, amaç fonksiyonun da doğrusal bir fonksiyon halinde matematiksel olarak ifade edilmesi gerekir.

Simpleks yöntemi, problemlerin çözümüne uygulanırken, eşitsizlik sistemi eşitlik haline dönüştürülür. Bunun için ek (aylak) değişkenlerin eklenmesi veya çıkarılması gerekir. Ek değişkenlerin kısıtlayıcılarda katsayıları birdir. Amaç fonksiyonunu etkilememeleri için

bu değişkenlerin amaç fonksiyonunda katsayıları sıfır olduğundan amaç fonksiyonunda gösterilmezler. Simpleks yöntemine ilişkin çözümü örnek problem de verilmiştir.

Doğrusal programlama su kaynakları mühendisliğinde nisbeten basit kaynak tahsisinden işleme ve yönetimin kompleks durumlarına kadar uzanan çeşitli problemlere uygulanabilir. Bu programlama yöntemi, kavramsal basitliği ve grafiksel temsilindeki kolaylığı nedeni ile su kaynakları sistemi analizcileri tarafından yaygın biçimde kullanılmaktadır.

Bazı basit problemler analiz edilip çözüldükten sonra, Doğrusal Programlama analizcilerinin çabası su kaynakları mühendisliğinin belli başlı üç cephesinde yoğunlaşmıştır. Bunlar (1) su kaynakları sistemlerinin projelenmesini etkileyen önemli stokastik elemanlar (2) sistemlerin işletilmesinde yeralan dinamikler ve (3) projelene ve işletme esnasında ortaya çıkan doğrusal olmayan durumlardır. Her üç cephede de önemli ilerlemeler gerçekleştirilmiştir.

Doğrusal programlama teknikleri; özellikle planlama problemleri tek aşamalı ve deterministik nitelikte kabul edildiği zaman pis suların arıtılması tesislerinin planlanmasında yaygın uygulama alanı bulmuştur. Doğal su sistemlerinin kalite yönetiminde ortaya çıkan problem tiplerinin doğrusal özellikler taşıdığı gösterilmiştir. Marjinal masraf fonksiyonları varolduğu takdirde bu tür problemlerin doğrusal programlama ile çözümünde herhangi bir sorun yoktur. Su tesislerinin doğrusal modelleri sınırlı başarı ile de olsa rezervuar kapasitesinin seçimi, geliştirme ölçeği ve işletme programlarına ilişkin problemlerin çözümünde de kullanılmıştır. Bu teknik, birçok değişkenin birlikte optimizasyona olanak verirse de, çok yıllık depolamalı, çok periyotlu birçok yapıdan oluşan problemler formüle edildiği zaman kullanışsız olmaktadır. Bu tip çok değişkenli problemlerdeki ek bir hesaplama güçlüğü, su kaynakları geliştirme projelerinin yapılabilirliğinin değerlendirilmesi amacıyla beklenen net faydaların bugünkü değerinin tayin edilmesinin gerektiği durumlarda indirgeme (iskonto) faktörlerinin probleme girmesinden kaynaklanmaktadır. Yeraltı suları akifer yönetiminin kompleks problemlerinin analizinde de doğrusal programlama yöntemleri başarı ile kullanılmışlardır.

9.2.1.1.1 Doğrusal Programlama Modellerinin Grafiksel Yöntemle Çözümü

İki ya da üç değişkenli basit doğrusal programlama modelleri grafiksel yöntemle çözülebilir.

ÖRNEK 1

Verilenler: Üç ayrı çiftliğe A ve B depolarından içme ve kullanma suyu sağlanmaktadır. Bu çiftliklerden birincisi günde 120 m^3 , ikincisi 80 m^3 ve üçüncüsü ise 240 m^3 suya gereksinim duymaktadır. A deposundan sağlanan suyun maliyeti 2000 TL/h , B deposundan sağlanan suyun maliyeti ise 1600 TL/h olmaktadır. Sorunun bu maliyetlerle A deposu;

1. çiftliğe $60 \text{ m}^3/\text{h}$
2. çiftliğe $20 \text{ m}^3/\text{h}$
3. çiftliğe $40 \text{ m}^3/\text{h}$

su sağlayabilmektedir.

B deposu ise;

1. çiftliğe $20 \text{ m}^3/\text{h}$
2. çiftliğe $20 \text{ m}^3/\text{h}$
3. çiftliğe $120 \text{ m}^3/\text{h}$

su sağlayabilmektedir.

İstenen: Çiftliklerin su gereksinimlerinin karşılanabilmesi için A ve B depoları günde kaçar saat çalıştırılmalıdır?

Çözüm:

Modelin kurulması:

1) Amaç fonksiyonu;

Amaç maliyeti minimum düzeyde tutularak gerekenen su ihtiyacını karşılamaktır. O halde;

$$Z_{\min} = 2000 x_1 + 1600 x_2$$

olur. Bu eşitlikte x_1 ve x_2 değişkenleri her deponun çalıştırılması gerekli süreyi (saat olarak) göstermektedir.

2) Kısıtlar

1. Çiftliğin ihtiyacı hem A ve hem de B çiftliğinden beraberce sağlandığına göre;

$$60 \text{ m}^3/\text{h} \times x_1 + 20 \text{ m}^3/\text{h} \times x_2 \geq 120 \text{ olur.}$$

Benzer koşullar 2. ve 3. çiftlikler için de geçerli olduğundan;

$$\begin{aligned}
20 x_1 + 20 x_2 &> 80 \\
40 x_1 + 120 x_2 &> 200000 \\
x_1, x_2 &> 0 \text{ yazılacaktır.}
\end{aligned}$$

Grafiksel çözüm

a) Kısıtlar birer eşitlik olarak düşünülür ve elde edilen doğru denklemleri, değişkenlere farklı değerler verilerek bir koordinat sistemi üzerinde analitik olarak gösterilir.

b) Kısıtların konumuna göre ($>$, $<$ veya $=$) bu doğruların sınırladığı çözüm alanları saptanır.

c) Aranılan optimum çözüm, bulunan çözüm alanının köşe noktalarından birisinde olacaktır.

d) Söz konusu köşe noktaları amaç fonksiyonunda yerine konur. Bulunan değerlerden hangisi amaç fonksiyonunu minimum kılıyorsa aranılan nokta optimum çözüm noktası ve bu noktanın koordinatları ise optimum değişken değerleri olacaktır. O halde;

$$Z(6,0) = 2000 \times 6 + 1600 \times 0 = 12\ 000 \text{ TL}$$

$$Z(3,1) = 2000 \times 3 + 1600 \times 1 = 7\ 600 \text{ TL}$$

$$Z(1,3) = 2000 \times 1 + 1600 \times 3 = 6\ 800 \text{ TL (Zmin)}$$

$$Z(0,6) = 2000 \times 0 + 1600 \times 6 = 9\ 600 \text{ TL}$$

$$Z_{min} = 6800 \text{ TL}$$

$$x_1 = 1 \text{ saat } \left. \begin{array}{l} \text{A deposu günde 1 saat} \\ \text{B deposu günde 3 saat çalıştırılmalıdır.} \end{array} \right\}$$

$$x_2 = 3 \text{ saat } \left. \begin{array}{l} \text{A deposu günde 1 saat} \\ \text{B deposu günde 3 saat çalıştırılmalıdır.} \end{array} \right\}$$

9.2.1.1.2. Doğrusal Programlama Modellerinin Çözümünde Simplex Yöntemi

Simplex yöntemi, bir doğrusal programlama modelinde optimum çözüme ulaşıncaya kadar bazı cebirsel işlemlerin tekrarından oluşmaktadır. Yöntem elle yapılacak çözümler için oldukça uygundur. Ancak zaman ve sabır gerektirir. Elle çözümü uzun zaman isteyen modeller bilgisayarla çözülebilir.

Simplex yönteminin uygulanması aşağıdaki sayısal örnekle açıklanmıştır.

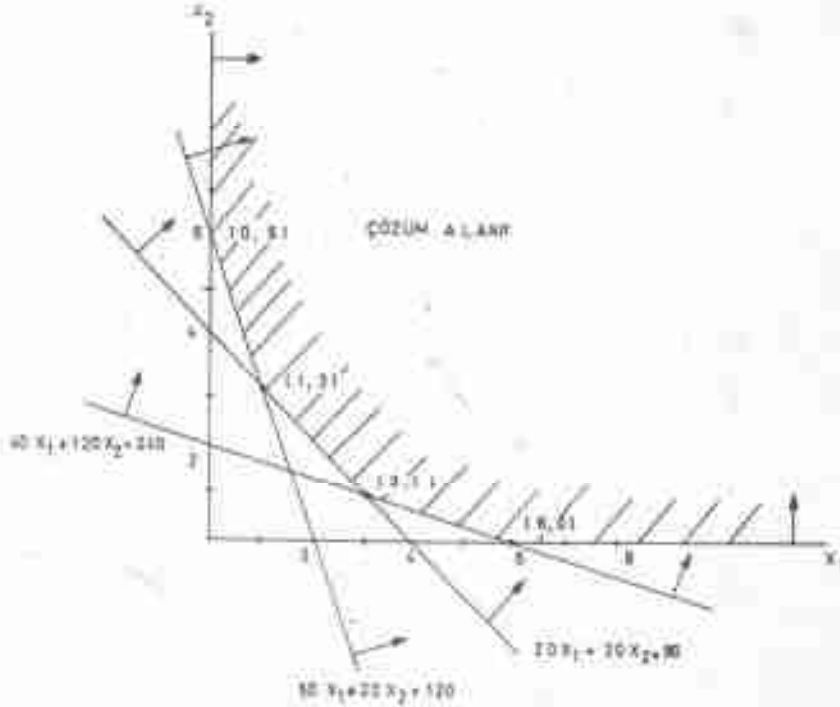
ÖRNEK 1

Verilenler : Bir tarımsal işletmede 40 ha arazi ve en çok 50 L/s sulama suyu bulunmaktadır. Alanda münavebeye girecek bitkiler ve bu bitkilerin net gelirleri, su gereksinimleri, tarım tekniği yönünden münavebeye girebilecek en fazla % alanı değerleri aşağıda verilmiştir. Maksimum gelirin sağlanması için mevcut 50 L/s suyla sulanabilecek alanda hangi bitkilerden ne kadar ekilmesi gerektiğini bulunuz.

Münavebeye girecek bitkiler	Net gelir (TL / ha)	Sulama suyu ihtiyacı (L / s / ha)	Bitkiler	En fazla Ekim yüzdesi
Buğday	20000	0.4	Ş. Pancarı	25
Ş. Pancarı	40000	1.2	Buğday	67
Potates	35000	0.8	Yonca + Fasulye	33
Yonca	32000	1.3	Selçuk + Patates	33
Selçuk	50000	0.9		
Fasulye	38000	1.0		

Modelin Kurulması :

Problemde bizim için bilinmeyen ve bulunması istenen değerler bitkilerin ekim alanlarıdır. O halde ekim alanları değişkenleri oluşturulmaktadır. Bu alanları x ile gösterirsek, farklı bitkiler için ekim alanları aşağıdaki gibi olacaktır;



Buğday Ekim alanı	: x_1	—————>	40 ha \times % 67 = 26.8 ha	
Ş.Pancarı "	"	: x_2	—————>	40 ha \times % 25 = 10.0 ha
Patates "	"	: x_3		
Yonca "	"	: x_4 (x_3+x_5)	= 40 ha \times % 33 = 13.2 ha	
Sebze "	"	: x_5 (x_4+x_6)	= 40 ha \times % 33 = 13.2 ha	
Fasulye "	"	: x_6		

Verilenler bölümünde buğday ekim alanlarının, toplam alan içinde en çok % 67 oranında yer alabileceği belirtilmektedir. O halde buğday en çok 26.8 ha'lık bir alana ekilebilecektir. Diğer ürünler için de benzer düşünce tarzı ile ekilebilecek en fazla alan genişlikleri bulunabilir. Bundan sonra doğrusal programlama modelini oluşturan üç ana öge (amaç fonksiyonu, kısıtlar ve değişkenlerin sifıra eşit ve daha büyük olması koşulları) yazılır:

a) *Amaç fonksiyonu:*

Amaç tarımsal ürünlerden sağlanacak gelirin maksimum alınması olduğuna göre;

$$Z_{max} = 20 \times 10^3 x_1 + 40 \times 10^3 x_2 + 35 \times 10^3 x_3 + 32 \times 10^3 x_4 + 50 \times 10^3 x_5 + 38 \times 10^3 x_6 \text{ olacaktır.}$$

b) *Kısıtlar:*

$$x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 \leq 40$$

$$0.4 x_1 + 1.2 x_2 + 0.8 x_3 + 1.3 x_4 + 0.9 x_5 + x_6 \leq 50$$

$$x_1 \leq 26.8$$

$$x_2 \leq 10.0$$

$$x_3 + x_5 \leq 13.2$$

$$x_4 + x_6 \leq 13.2$$

c) $x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6 \geq 0$

Modelin çözümü:

1. Aşama: Pozitiflik koşulu ($x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6 \geq 0$) dışında tüm kısıtlar ek değişkenler yardımıyla eşitlik biçimine dönüştürülür.

$x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 \leq 40$ eşitsizliğini ele alalım. Sol tarafın kesin olarak 40'a eşdeğer olmasını sağlamak için bir x_7 ek değişkeni eklenir.

$x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 + x_7 = 40$ eşitliği elde edilir. Burada $x_7 \geq 0$ dir. Aynı işlem diğer kısıtlar için yapılır ve kısıtlara konan ek değişkenler ayrıca katsayıları 0 olarak amaç fonksiyonuna da eklenir.

Böylece 1. aşama sonunda model;

Amaç:

$$Z_{\max} = 20 \times 10^3 x_1 + 40 \times 10^3 x_2 + 35 \times 10^3 x_3 + 32 \times 10^3 x_4 + 50 \times 10^3 x_5 + 38 \times 10^3 x_6 + 0 x_7 + 0 x_8 + 0 x_9 + 0 x_{10} + 0 x_{11} + 0 x_{12}$$

Kısıtlar:

$$x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 + x_7 + 0x_8 + 0x_9 + 0x_{10} + 0x_{11} + 0x_{12} = 40$$

$$0.4 x_1 + 1.2 x_2 + 0.8 x_3 + 1.3 x_4 + 0.9 x_5 + x_6 + 0 x_7 + x_8 + 0 x_9 + 0 x_{10} + 0 x_{11} + 0 x_{12} = 50$$

$$x_1 + 0 x_2 + 0 x_3 + 0 x_4 + 0 x_5 + 0 x_6 + 0 x_7 + 0 x_8 + x_9 + 0 x_{10} + 0 x_{11} + 0 x_{12} = 26.8$$

$$0 x_1 + x_2 + 0 x_3 + 0 x_4 + 0 x_5 + 0 x_6 + 0 x_7 + 0 x_8 + 0 x_9 + x_{10} + 0 x_{11} + 0 x_{12} = 10.0$$

$$0 x_1 + 0 x_2 + x_3 + 0 x_4 + x_5 + 0 x_6 + 0 x_7 + 0 x_8 + 0 x_9 + 0 x_{10} + 0 x_{11} + 0 x_{12} = 13.2$$

$$0 x_1 + 0 x_2 + 0 x_3 + x_4 + 0 x_5 + 0 x_6 + 0 x_7 + 0 x_8 + 0 x_9 + 0 x_{10} + 0 x_{11} + 0 x_{12} = 13.2$$

Pozitiflik koşulu:

$$x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7, x_8, x_9, x_{10}, x_{11}, x_{12} \geq 0$$

biçimini almıştır.

2. Aşama: Başlangıç simplex tablosu oluşturulur.

Tabloda görüleceği gibi;

a) İkinci satıra tüm değişkenler yazılır.

b) Birinci satıra değişkenlerin amaç fonksiyonundaki katsayıları (c_j değerleri) yazılır.

c) Değişkenlerin kısıtlardaki katsayıları ilgili değişkenin altına yazılır. Başlangıç simplex tablosu dikkatle incelenirse $x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6$ değişkenlerinin altındaki

C_B	Temel Değişkenler	C_j	$20x_1^2$	$30x_2^2$	$35x_3^2$	$45x_4^2$	$50x_5^2$	$28x_6^2$	0	0	0	0	0	0
		x_7	x_8	x_9	x_{10}	x_{11}	x_{12}	x_{13}	x_{14}	x_{15}	x_{16}	x_{17}	x_{18}	
0	x_7	20,0	1	1	0	1	0	1	1	0	0	0	-1	0
0	x_8	30,0	0,4	1,2	-0,3	1,3	0	1	1	1	0	0	-0,9	0
0	x_9	35,0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
0	x_{10}	45,0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
50,00	x_{11}	10,0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0
0	x_{12}	28,0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1
	b	440	1	0	50,00	0	50,00	0	0	0	0	0	50,00	0
	$\theta_j - C_j$	-	-20,00	-30,00	35,00	-45,00	0	-28,00	0	0	0	0	-50,00	0

$$\begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0,4 & 1,2 & 0,8 & 1,3 & 0,9 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 \end{bmatrix} \text{ matrisi}$$

$A_2 \leq b$ kısıtlar sisteminin A katsayıları matrisi; $x_7, x_8, x_9, x_{10}, x_{11}, x_{12}$ değişkenlerinin altındaki

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \text{ ek matrisi ise bir birim matrisidir.}$$

d) $x_7, x_8, x_9, x_{10}, x_{11}$ ve x_{12} temel değişkenleri ikinci kolona, temel değişkenlerin amaç fonksiyonundaki değerleri (C_B) birinci kolona yazılır.

1. temel çözüm, kısıtları oluşturan eşitliklerde

$$x_1 = x_2 = x_3 = x_4 = x_5 = x_6 = 0 \text{ konarak bulunur.}$$

$$x_7 + x_8 + x_9 + x_{10} + x_{11} + x_{12} + 0x_{13} + 0x_{14} + 0x_{15} + 0x_{16} + 0x_{17} + 0x_{18} = 40$$

$$0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + x_7 = 40 \rightarrow$$

$x_7 = 40$
$x_8 = 50$
$x_9 = 26.8$
$x_{10} = 10.0$
$x_{11} = 13.2$
$x_{12} = 13.2$

Bu değerler (X_B) üçüncü kolona yazılır.

e) Z_j satırındaki değerler bulunur. Bunun için C_B kolonundaki değerlerle, x_B, x_1, \dots, x_6 kolonundaki değerler ayrı ayrı çarpılarak toplanır.

x_B kolonu için Z_j değeri;

$$Z_B = 0 \times 40 + 0 \times 50 + 0 \times 26.8 + \\ + 0 \times 10 + 0 \times 13.2 + 0 \times 13.2 = 0$$

x_1 kolonu için Z_j değeri;

$$Z_1 = 0 \times 1 + 0 \times 0.4 + 0 \times 1 + \\ + 0 \times 0 + 0 \times 0 + 0 \times 0 = 0$$

x_{12} kolonu için Z_j değeri;

$$Z_{12} = 0 \times 0 + 0 \times 0 + 0 \times 0 + \\ + 0 \times 0 + 0 \times 0 + 0 \times 1 = 0$$

f) En alt satıra $Z_j - C_j$ değerleri yazılır. Böylece başlangıç simplex tablosunda $x_1 = x_2 = x_3 = x_4 = x_5 = x_6 = 0, x_7 = 40, x_8 = 50, x_9 = 26.8, x_{10} = 10, x_{11} = 13.2, x_{12} = 13.2$ ve $Z = 0$ olur. Bu bir başlangıç çözümdür.

Başlangıç simplex tablosunun oluşturulmasına 1. iterasyon adı verilir.

3. Aşama: Simplex tablosundan çıkacak ve yerine girecek değişkenler saptanır. Bu amaçla;

a) $Z_j - C_j$ değerlerinden mutlak değerce en büyük negatif sayıya sahip olan kolon anahtar kolon olarak seçilir (sıfır ve pozitif olanlar göz önüne alınmaz). Bu kolondaki değişken temel girecek değişkendir. Örneğimizde mutlak değerce en büyük negatif $Z_j - C_j$ değeri -50×10^3 dür. Öyleyse x_6 değişkeni temele girecektir ve bu kolon anahtar kolondur. Buna 1. simplex kuralı denir.

b) X_B değerlerinin herbiri anahtar kolonda karşılık gelen değerlere bölünür:

$$\begin{array}{ll} 40/1 = 40 & 10/0 = \infty \\ 50/0.9 = 55.5 & 13.2/1 = 13.2 \\ 26.8/0 = \infty & 13.2/0 = \infty \end{array}$$

Eldedilen değerlerden hangisi en küçük pozitif sayı ise o satır anahtar satır olarak alınır. (Sıfır ve negatif sayılar göz önüne alınmaz). Anahtar satırdaki değişken temelden çıkacak değişkendir. Örneğimizde en küçük pozitif sayı 13.2'dir. Öyleyse X_{11} değişkeni temelden çıkacaktır. Bu satır anahtar satırdır. Buna 2. simplex kuralı denir.

4. Aşama: İkinci simplex tablosu oluşturulur.

Bu tabloda;

a) İkinci kolonda temelden çıkan değişken yerine temele giren değişken yazılır. Örneğimizde temelden x_{11} çıkmakta ve yerine x_5 girmektedir.

b) Birinci kolona temel değişkenlerin amaç fonksiyonundaki katsayıları yazılır.

C_B	T. D.	C_j	$20x_1^2$	$40x_2^2$	$15x_3^2$	$30x_4^2$	$10x_5^2$	$25x_6^2$	0	0	0	0	0	0
		x_B	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7	x_8	x_9	x_{10}	x_{11}	x_{12}
0	x_7	10.8	1	0	0	1	0	1	1	1	1	-1	-1	0
0	x_8	13.2	0.9	0	-0.1	-1.1	0	1	0	1	0	-1.2	-0.8	-12
0	x_9	26.8	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
$40x_2^2$	x_2	40.0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
$50x_5^2$	x_5	50.0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0
0	x_{12}	13.2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
R_j		1080	0	$40x_1^2$	$10x_3^2$	0	$30x_4^2$	0	0	0	0	$40x_2^2$	$50x_5^2$	0
$R_j - C_j$		-	$-20x_1^2$	0	$-15x_3^2$	$-30x_4^2$	0	$-25x_6^2$	0	0	0	$40x_2^2$	$50x_5^2$	0

c) Bir önceki tabloda anahtar kolon ve anahtar satırın kesim noktasındaki sayı anahtar sayı olarak alınır. X_{23} değeri de dahil olmak üzere anahtar satır anahtar sayıya bölünerek ikinci simplex tabloya geçilir. Örneğimizde anahtar sayı 1 dir. Anahtar satır 1'e bölünerek ikinci simplex tabloya yazılmıştır:

d) Söz konusu bu satır seçilecek λ skalere ile çarpılarak bir önceki simplex tablodaki satırlara eklenir. Bulunan satırlar ikinci simplex tablosunun satırları olarak yazılır. Her satır için λ skalere anahtar kolonda anahtar sayı dışındaki sayıları sıfır yapacak şekilde seçilir. Örneğimizde 2. tablodaki x_5 satırı -1 ile çarpılıp 1. tablodaki x_7 satırına eklenerek 2. tablodaki x_7 satırı elde edilmiştir.

e) 2. aşama e ve f bölümlerinde açıklandığı gibi Z_j ve $Z_j - C_j$ değerleri bulunur. Eğer $Z_j - C_j$ değerlerinin hepsi sıfır ya da pozitif sayı ise işlem bitmiştir. Bu durumda X_{23} değerleri optimum çözümlü, Z_j değeri ise maksimum Z yi verecektir. Aksi durumda 3. aşamada anlatıldığı gibi anahtar kolon, anahtar satır bulunarak bir sonraki simplex tabloya geçilir. İşlemlere, benzer biçimde, optimum çözüm elde edilinceye yani $Z_j - C_j$ değerlerinin tümü sıfır ya da pozitif sayı olmaya kadar devam edilir.

İkinci simplex tablonun oluşturulmasına 2. iterasyon denir. Diğer bir deyişle, simplex tablonun başlangıçtan itibaren sayısı iterasyon sayısını verir.

C _B	Temel değişkenler	C _j	20x10 ³	40x10 ³	30x10 ³	25x10 ³	50x10 ³	30x10 ³	0	0	0	0	0	0
			x_0	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7	x_8	x_9	x_{10}	x_{11}
0	x_1	20	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
0	x_2	50	24	17	20	13	28	1	0	1	0	0	0	0
0	x_3	20x10 ³	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
0	x_{10}	10	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
0	x_{11}	10.2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0
0	x_{12}	17.2	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1
	x_4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	$Z_j - C_j$	-	20x10 ³	40x10 ³	30x10 ³	25x10 ³	50x10 ³	30x10 ³	0	0	0	0	0	0

Z_{max}	f. b.	C_j	20×10^3	40×10^3	25×10^3	33×10^3	50×10^3	38×10^3	0	0	0	0	0	0	
		x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7	x_8	x_9	x_{10}	x_{11}	x_{12}		
0	x_1	18	1	0	0	0	0	0	1	0	0	-1	-1	-1	
0	x_2	12.82	0.8	0	-0.1	0.2	0	0	0	1	0	-1.2	-0.8	-0.8	
0	x_3	26.8	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	
40×10^3	x_4	10.8	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	
50×10^3	x_5	11.1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	
28×10^3	x_6	11.2	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	
	F_1	1961.6	0	40×10^3	50×10^3	28×10^3	50×10^3	38×10^3	0	0	0	40×10^3	50×10^3	28×10^3	
	$F_2 - F_1$	-	-20×10^3	0	10×10^3	8×10^3	0	0	0	0	0	20×10^3	10×10^3	38×10^3	
10×10^3	x_7	18	1	0	0	0	0	0	1	0	0	-1	-1	-1	
0	x_8	15.48	0	0	-0.1	0.3	0	0	-0.1	1	0	-0.8	-0.8	-0.8	
0	x_9	33.1	0	0	0	0	0	0	-1	0	1	1	1	1	
40×10^3	x_{10}	10.8	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	
50×10^3	x_{11}	11.1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	
28×10^3	x_{12}	11.2	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	
	F_2	$\frac{1633.6}{10^3}$	20×10^3	40×10^3	25×10^3	33×10^3	50×10^3	38×10^3	50×10^3	38×10^3	0	0	40×10^3	50×10^3	28×10^3
	$F_2 - F_1$	-	0	0	10×10^3	8×10^3	0	0	20×10^3	0	0	20×10^3	10×10^3	38×10^3	

$$Z_{max} = 1633.6 \times 10^3 \text{ TL}$$

$$\text{(Buğday)} \quad x_4 = 3.6 \text{ ha}$$

$$\text{(\$.Pancar)} \quad x_2 = 10.0 \text{ ha}$$

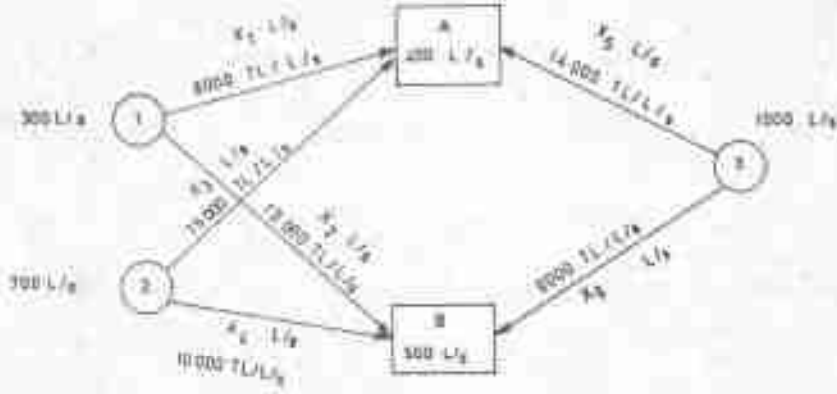
$$\text{(Sebze)} \quad x_5 = 13.2 \text{ ha}$$

$$\text{(Fasulye)} \quad x_6 = 13.2 \text{ ha}$$

ÖRNEK 2

Verilenler: Şekilde gösterildiği gibi iki ayrı sulama alanına üç değişik kaynaktan sulama suyu iletilabilmektedir. Alanlarda ihtiyaç duyulan sulama suyu miktarı, her kaynağın debisi ve kaynaklardan

alanlara olan iletim maliyetleri şekil üzerinde gösterildiğine göre; maliyetin en az olabilmesi için her kaynaktan her alana ne kadar su iletebileceğini bulunuz.



Modelin Kurulması:

Probleminde amaç maliyetin en aza indirilmesi olduğundan problem bir minimizasyon modelidir.

a) Amaç fonksiyonu:

$$Z_{min} = 6000 x_1 + 12000 x_2 + 15000 x_3 + 10000 x_4 + 14000 x_5 + 9000 x_6$$

b) Kısıtlar:

$$x_1 + x_2 \leq 300$$

$$x_3 + x_4 \leq 700$$

$$x_5 + x_6 \leq 1000$$

$$x_1 + x_3 + x_5 = 400$$

$$x_2 + x_4 + x_6 = 500$$

c) $x_1, x_2, \dots, x_6 \geq 0$

Modelin Çözümü:

Model bir minimizasyon problemidir. Minimizasyon modelin çözümü iki yolla olabilir;

1) Maksimizasyon çözümlü gibidir. Tek fark anahtar kolon seçimidir. Anahtar kolon seçilirken mutlak değerce en büyük negatif $(Z_j - C_j)$ değeri yerine en büyük pozitif $(Z_j - C_j)$ değeri gözönüne alınır. $Z_j - C_j$ değerlerinin tümü negatif veya sıfır olduğunda optimum çözüme ulaşılr.

2) Minimizasyon modeli maksimizasyon modeline çevrilir ve işlem bilinea biçimde sürdürülür. Bunun için amaç fonksiyonunda eşitliğin her iki tarafı (-1) ile çarpılır. Uygulamada genellikle bu ikinci yol izlenir.

Eşitlik biçimindeki kısıtların simplex'e uygun biçime dönüştürülmesi ise U gibi bir yapay değişkenin eklenmesi ile olur. Bu değişkenin amaç fonksiyonundaki katsayısı; maksimizasyonda $-M$, minimizasyonda ise $+M$ dir.

Kısıtlar :

$$x_1 + x_2 + x_3 = 300$$

$$x_3 + x_4 + 0x_7 + x_8 = 700$$

$$x_5 + x_6 + 0x_7 + 0x_8 + x_9 = 1000$$

$$x_1 + x_3 + x_7 + U_1 = 400$$

$$x_2 + x_4 + x_8 + U_2 = 500 \quad +$$

$$x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7, x_8, x_9, U_1, U_2 \geq 0 \quad \text{dir.}$$

Amaç fonksiyonu ise

$$Z_{min} = 6000 x_1 + 12000 x_2 + 15000 x_3 + 10000 x_4 + 14000 x_5 + 9000 x_6 + 0 x_7 + 0 x_8 + 0 x_9 + MU_1 + MU_2$$

Ya da

$$Z_{max} = -6000 x_1 - 12000 x_2 - 15000 x_3 - 10000 x_4 - 14000 x_5 - 9000 x_6 - 0 x_7 - 0 x_8 - 0 x_9 - MU_1 - MU_2$$

x_k	Y.A.	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
x_1	01	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
x_2	02	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
x_3	03	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
x_4	04	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
x_5	05	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
x_6	06	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
x_7	07	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
x_8	08	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
x_9	09	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
x_{10}	10	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
x_{11}	11	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
x_{12}	12	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00

Optimum çözüm; $x_1 = 300$ $Z_{max} = -7.700.000$ TL

$x_2 = 0$ $Z_{min} = -Z_{max}$

$x_3 = 0$ $Z_{min} = 7.700.000$ TL

$x_4 = 0$

$x_5 = 100$

$x_6 = 500$

9.2.1.2. Dinamik Programlama

Dinamik programlama, sırasal aşamalardan oluşan ve her aşamada bir eylem kararını gerektiren problemlerin analiz ve çözümlemesinde yararlı olan bir matematiksel tekniktir. Bu aşamalar, gerçek zaman ya da üç mekan boyutunda olabilir. İşte *Dinamik Programlama* belirli bir amaç fonksiyonunu optimum kılan, sırasal kararlar birleşiminin randımanlı olarak saptanmasını sağlar. Çok aşamalı bir karar süreci probleminin dinamik programlama tekniği ile çözümünde, ise problemin küçük bir bölümü ile başlanarak, önce bu küçük problem için optimal çözüm bulunur. Problem giderek genişletilir, her seferinde irdelenen aşamadaki optimal çözüm bir öncekinden bulunarak, işlemler problemin tümü çözümüneceye kadar sürdürülür.

Daha teknik bir tanımla, Dinamik Programlamada ele alınan problem, bir bütün olarak değil, daha az sayıda değişkenler içeren problemlere dönüştürülerek çözümlenir. Çok aşamalı bir karar süreci, tek aşamalı problemler dizisine çevrilir. Bir başka deyişle optimize edilmesi istenen bir problem, adım adım optimize edilecek daha küçük ve tek değişkenli problemlere ayrılır.

Yukarıda sözü edilen dönüşümlerin esasını *optimalite prensibi* belirler. Bu prensibe göre: "Bir optimum kararlar kümesinin özelliği, ilk verilen karar ne olursa olsun, geri kalan kararların ilk verilen kararın sonucuna göre optimum olması gereğidir".

n değişkenli bir fonksiyon, ayrılabilir bir fonksiyon ise bu;

$$f(x_1, x_2, \dots, x_n) = f(x_1) + f(x_2) + \dots + f(x_n)$$

şeklinde tek değişkenli n fonksiyon toplamı olarak yazılabilmektedir. Kaba bir yaklaşım olmakla beraber, bir problemin çözümü için gerekli işlemler sayısının değişken sayısı ile üstsel, alt problem sayısı ile de doğrusal olarak arttığı söylenir. Bu nedenle, n değişkenli ayrılabilir bir fonksiyon olarak ele alınması ile işlem sayısında önemli ölçüde azalma sağlanabilir. Yani böyle bir problemin dinamik programlama yaklaşımı ile ele alınması büyük ölçüde hesap kolaylığı getirecektir. Bu uygulama, özellikle, bilgisayarda işlemler için kullanılacak süre açısından büyük önem taşır.

Dinamik programlamada, doğrusallık koşulu aranmadığı gibi sistemin bir bütün olarak düşünülmesi de gerekmemektedir. Bunun yerine, sistem, birbirini izleyen işlemler olarak ele alınır ve ardışık iki işlem arasında fonksiyonel bir bağıntı kurma yoluna gidilir.

Doğrusal programlama güçlük arzeden idealleştirilmiş modelleri gerçekten ayıran engeller, (stokastik etki, zaman etkisi, doğrusal olmayan durumlar) dinamik programlama ile daha kolay yenilebilir. Ardışık işlemlerin analizine olanak veren bu teknik, su kaynakları geliştirilmesinin planlanmasında özellikle kullanışlıdır.

Dinamik programlama herhangi bir probleme bir bakış yoludur. Dinamik Programlamanın uygulanması ile en iyi analiz edilip çözülebilen örnekler, bir basamaklar dizisi olarak gözönüne alınabilen problemlerdir. Bu basamaklar gerçek zamanda, ya da üç boyutlu mekanda olabilir, sistemin davranışına ya da işlemin sonucuna etkili kararları gerektirir. Dinamik programlama, bu tür pek çok problemin çözümüne uygunsuz da ardışık karar verme gerektiren her problemin dinamik programlama ile çözülemeyeceğinin belirtilmesinde yarar vardır.

Ardışık karar vermeyi gerektiren problemlerin çözümlenmesinin bir yolu, her bir kararın etkisinin bağımsız olarak dikkate alınması ile olur. Diğer birçok alanda olduğu gibi su kaynakları mühendisliğinde de, kaynak geliştirmede her bireysel aşamayı optimize etme işleminin ya da suyun tahsis edilebileceği her bir kullanımının optimizasyonunun toplam etkisinin ulaşılabilecek en iyi olduğu açık değildir.

Dinamik programlama toplam "en iyi" nin hangi koşul altında gerçekleştirilebileceğinin araştırılmasını mümkün kılar.

Bu tür bir işlem daha yakından incelendiği takdirde, bir sistemin zaman boyutunda (ya da uzayda) değişikliğe uğrayabileceği görülür. Bu gözlem daha somut matematiksel ifadeye çevrilirse, sistemin bir transformasyonla karşı karşıya kaldığı söylenebilir. Eğer işlem ya da sistem, her hangi bir auda uygulanabilen transformasyonun (dönüşümü) seçimini mümkün kılıyor ise böyle bir transformasyon, bir *karar* olarak tanımlanır. Bu durumda her karar, belirgin bir transformasyona denktir. Verilecek karar tek yani kabul edilebilir alternatifler kümesinden tek bir alternatifin seçimi ile sınırlı ise, problem tek-basamaklı işlemidir. Buna karşılık bir dizi karar verilmek durumunda ise çok basamaklı işlemidir. Her seçimler dizisine bir eylem (politika) denir.

Dinamik programlamanın önemli özelliği, ardışık karar işlemini gerektiren problemlerin sayısal hesaplarını kolaylaştırması yanında, optimal politikanın yapısına ilişkin bir işaret de verir.

Su kaynaklarının geliştirilmesinde dinamik programlama herhangi bir sulama kanalının hizmet götürdüğü alanda net faydayı maksimize eden su tahsis politikasının saptanmasında olduğu gibi tek boyutlu; birçok rezervuardan oluşan bir sistemde suyun çeşitli talep noktalarına randımanlı bir biçimde iletilmesi vb. çok boyutlu tahsis problemlerinin çözümünde başarı ile uygulanmaktadır.

Daha önce de değinildiği gibi, su kaynağı sistemlerinin optimizasyonunun bir takım karakteristik özellikleri vardır. Bunlar: (1) Su girdilerinin stokastik özelliği, (2) Zaman etkisi (mevsimlik etkiler), kademeli gelişme, sınırlı planlama ufku ve hidrolojik trendler (3) ekonomik amaç fonksiyonları ve işletme kısıtlayıcılarının doğrusal olmayan özelliği (4) Çok yapılı çok kullanımlı kompleks sistemlerinin genel optimizasyonunda çok sayıda teknolojik, ekonomik ve öbür değişkenler söz konusudur. Bu faktörler, bir basitleştirmeye gitmeden ya da hesap yükünü arttırmadan probabilistik metodlar ya da doğrusal programlama ile değerlendirilemezler.

9.2.1.2.1 Dinamik Programlama Problemlerinin Özellikleri

Dinamik programlama problemlerini karakterize eden temel özellikler şöyle sıralanabilir:

1. Problem, her biri bir eylem kararını gerektiren bir dizi sıralı aşamalarla bölünebilir.

Aşamalar, mekan boyutunda farklı yer ve güzergahları, zaman boyutunda ise farklı noktaları gösterebilir.

2. Her aşama, kendisi ile bağımsız bir dizi durum ihtiva eder. Genelde *durumlar*, problemin belirtilen *aşamada* sistemin içinde bulunduğu çeşitli muhtemel koşullardır. Bir aşamadaki durumların problemin niteliğine göre sonlu (belirli sayıda) ya da sonsuz olabilir. Örneğin su depolama yapılarının işletilmesinde, belirli bir zaman boyutunda bir noktada (aşama'da) rezervuarda bulunan su miktarı sistemin durumunu gösterir.

3. Her bir aşamadaki eylem kararının etkisi, *iridelenen* (mevcut) *durumu*, bir sonraki aşama ile ilgili bir *duruma* dönüştürmek biçimindedir. Örneğin bir aşamada verilecek karar, bulunulan anda bir su depolama yapısından bırakılacak su miktarı olsun. Bu karar, yapıda bulunan su miktarını, bulunan miktardan bir sonraki aşama için yeni bir miktara dönüştürecektir.

4. Belirli bir *durumda*, sonraki aşamalarda alınacak kararlar, daha önceki aşamalarda alınan kararlardan bağımsızdır.

5. Bir dinamik programlama probleminin çözümlünde ilk adım, en son *aşamadaki her bir durum* için optimal eylemin (kararın) bulunmasıdır.

6. Bir dinamik programlama probleminde, $(n + 1)$ *aşamadaki, her bir durum* için optimal eylem (karar) mevcut ise; n *aşamadaki her bir durum* için optimal eylem (karar) bir *YINELEME EŞİTLİĞİ* ile bulunur. Yineleme Eşitliğinin kesin biçimi elde mevcut problemin niteliğine bağlı ise de genel formu şöyle ifade edilebilir,

$$m_j(u) = \text{Optimum}_{0 \leq x \leq u} \{f_j(x) + m_{j+1}(u-x)\}$$

Eşitlikte:

u = Durum değişkenidir. Bu değişkenin değerleri durumları belirler.

$m_j(u)$ = j aşamada, u durumunda başlatılan işlemin sonlanması (tamamlanması) ile gerçekleştirilen optimum getiri.

x = Karar değişkeni

7. Problem çözümünde, yinelenme ilişkisini kullanarak, çözüm işlemi sondan geriye doğru aşama aşama sürdürülür. Her aşamada, her bir durum için optimal eylem bulunarak, ilk aşamadaki optimal eylem (karar) elde edilinceye kadar işlemlere devam edilir.

Problem çözümünde aşamalarda geriye doğru ya da ileriye doğru gidilebilirse de, özellikle aşamaların zaman boyutundaki noktalara denk olduğu problemlerde, çözümde işlemler en son kademedeki geriye doğru yürütülmelidir.

9.2.1.2.2. Deterministik Dinamik Programlama

Dinamik programlama yaklaşımında, bir sonraki aşamadaki durum tamamen, irdelenmekte olan aşamadaki eylem kararı tarafından tayin edilirse, problem deterministik olarak tanımlanır. Bir sonraki durumun ne olacağına ilişkin bir olasılık dağılımı söz konusu ise problem probabilistik olarak nitelenir.

Çok amaçlı karar süreçlerinin çoğunda her karar masraf ya da faydalarla ilişkilidir. Anılan masraf ya da faydalar, sürecin aşama ve durumuna göre değişebilir. Bu tür süreçlerin analizindeki temel amaç en büyük toplam getiriyi sağlayan Optimal eylemin (politikama) tayin edilmesidir.

Dinamik programlama örnek problem 1'in çözümünde belirtilen toplam faydanın maksimize edilmesi için sözkonusu üç yöreden herbirine verilmesi gereken su miktarlarının tayin edilmesi, üç aşamalı bir karar sürecidir. Analizde i yöresinin irdelenmesi i (i = 1,2,3). aşamamı oluşturmaktadır. Öte yandan i aşamasındaki sürecin durumu ise i aşamasında tahsis için elde hala mevcut bulunan su miktarı birimleridir. Sürecin başlangıcı olan 1. aşamada, elde mevcut toplam 4 birim sudan henüz hiç bir tahsis yapılmadığına göre, bu aşamadaki durum 4 birimdir. Aşama 2 ve 3 için, durumlar, önceki aşamalardaki tahsislere (kararlara) bağlı olarak 0,1,2,3 veya 4 birim olabilir. Aşama i deki karar x_i değişkeni ile gösterilir. Değişken x_i nin olası değerleri 0 dan i aşamasındaki duruma (bu aşamadaki durum dahil) kadar değişen tamsayılardır.

Matematiksel Program:

$$\begin{aligned} Z &= f_1(x_1) + f_2(x_2) + \dots + f_n(x_n) \\ \text{amaç fonksiyonun,} & \\ x_1 + x_2 + \dots + x_n &\leq b \\ x_i &\in Z^+ \end{aligned} \quad (1)$$

sınırlayıcı koşulunda optimizasyonunu gösteren bu matematiksel program, çok aşamalı karar süreçlerinin bir sınıfını modellemektedir. Programda $f_1(x_1), f_2(x_2), \dots, f_n(x_n)$ tek bir değişkenin doğrusal olmayan fonksiyonları, b belirli bir pozitif tamsayı, n aşama sayısı, Z^+ de pozitif tam sayılar kümesidir. Aşama 1 de, karar değişkeni x_1 ve buna bağlı olarak toplam getirinin bir parçası olan $f_1(x_1)$ belirlenir. Tahsis amacı ile kullanılacak elde mevcut kaynak birimlerinin muhtemel değerlerini temsil eden *durumlar* ise $0, 1, 2, \dots, b$ dir. Birinci aşamadan sonraki tüm aşamalar, kendileri ile ilişkili olarak bu aynı durumları sahiptir. Yalnız aşama 1 de, daha henüz hiç bir tahsis yapılmadığı için tek bir durum yani b sözkonusu olacaktır. Örnek çözümde belirtilen problemde $n = 3$ ve $b = 4$ dir.

Problem çözümünde optimalite prensibini uygulamak için, n -aşamalı sürecin son aşamasından başlanır, ve her *durum için*, öncelikle tüm aşamaların tamamlandığı varsayılarak o durumu bırakmak ve işlemi sonlamak için en iyi eylem (politika) tayin edilir. Daha sonra, süreçte aşama aşama geriye gidilir. Her aşamada her durumu bırakmak ve işlemi sonlamak için en iyi eylem ya da politika tayin edilir. Yine aynı şekilde önceki tüm aşamaların sonlandığı ve elde edilen sonuçların izleyen (bir sonraki) aşamada kullanılacağı varsayılır. Bu yöntem uygulanarak tablo (9.1) nun değerleri hesaplanır. Tablo (9.1) da:

- u ≡ Durum değişkeni olup değerleri ilgili j aşamadaki durumları belirler.
- $m_j(u)$ ≡ j aşamasında u durumunda başlatılan işlemin sonlanmasından ortaya çıkan optimum fayda (getiri)
- $d_j(u)$ ≡ Aşama j de optimum getiri $m_j(u)$ 'ya gerçekleştiren karar (tahsis).

Tablo (9.1) de sürecin son aşamasındaki girişler yani $m_n(u)$ ve $d_n(u)$ değerleri kolayca hesaplanabilir.

Kalan aşamaların girişleri ise yineleme formülü ile hesaplanır. Örneğin j aşamasının ($j = 1, 2, \dots, n-1$) girişleri, $(j+1)$ aşamasının

girişlerinin fonksiyonları olarak tayinedilir. Yineleme formülü, elde mevcut problemin niteliğine göre değiştiğinden farklı tipteki çok aşamalı süreçler için farklı olacaktır. Kolaylık olsun diye tablo (9.1) her aşamada aynı durumlar kümesi söz konusuymuş gibi düzenlenmiştir.

Tablo 9.1. Yineleme Tablosu.

	U					
	0	1	2	3	---	
$m_n(u)$						} Son kademe
$d_n(u)$						
$m_{n-1}(u)$						} Sondaın önceki kademe.
$d_{n-1}(u)$						
---	---	---	---	---	---	
$m_1(u)$						} İlk kademe
$d_1(u)$						

Dinamik programlama yaklaşımı özellikle eşitlik (1) de belirtilen sistem tarafından modellenen işlemler için çok elverişlidir. Bu sistemle modellenen işlemlerde her karar, daha önceki kararlardan bağımsız olup kendi sonucunu belirler. Sistem (1) de $m_n(u)$ nun $u = 0, 1, \dots, b$ için aldığı değerleri şu formülle bulunur.

$$m_n(u) = \text{Optimum} \{f(x)\} \quad (2)$$

$$0 \leq x \leq u$$

Yineleme eşitliği ise

$$m_j(u) = \text{Optimum} \{f_j(x) + m_{j+1}(u-x)\} \text{ dir.} \quad (3)$$

$$0 \leq x \leq u$$

Yineleme eşitliği sürecin yalnız $j = n-1, n-2, \dots, 1$ kademeleri için geçerli olup sırsal ilişkili sorunların, son aşamaya kadar ilerleyerek çözümlemesine olanak sağlar.

Eşitlik (2) de, karar değişkeni x Eşitlik (1) de x_n olarak gösterilmiştir. Eşitlik (3) deki x ($= x_j$) gibi tam sayı değerleri alır. Eşitlik

(2) de optimumu veren x in değeri, $d_2(u)$ olarak alınır. Aynı şekilde Eşitlik (3) de optimumu veren x değeri de $d_3(u)$ olarak alınır. Eğer x in birden çok değeri optimum sonuç veriyorsa, bunlardan herhangi biri optimal karar olarak seçilebilir.

Eşitlik (1) de verilen programın optimum çözümü $Z^* = m_1(b)$ dir. Bu bir başka deyişle tahsis için mevcut olduğu aşama 1 de başlatılan elde b birim kaynağın işlemin sonlanmasından ortaya çıkan optimal getiri, ya da faydadır. Z^* tayin edildikten sonra, $x_1^*, x_2^*, \dots, x_n^*$ optimal kararları aşamalı olarak aşağıdaki eşitlikten bulunabilir.

$$\begin{aligned} x_1^* &= d_1(b) \\ x_2^* &= d_2(b-x_1^*) \\ x_3^* &= d_3(b-x_1^*-x_2^*) \\ x_n^* &= d_n(b-x_1^*-x_2^*-\dots-x_{n-1}^*) \end{aligned} \quad (4)$$

9.2.1.2.3. Dinamik Programlama Örnek Problem Çözümleri

ÖRNEK PROBLEM 1

Verilen: Bir rezervuarda bulunan $4 \times 10^6 \text{ m}^3$ su 1,2 ve 3 nolu yörelerde sulamada kullanılmak durumundadır. Her yöre için su dağıtım birimi $1 \times 10^6 \text{ m}^3$ olarak (yani $1 \times 10^6 \text{ m}^3$ veya bunun bir tam sayı ile çarpımı tahsis edilen su miktarı olacaktır) verilmiştir.

Yörelere tahsis edilen su miktarlarına karşılık gerçekleştirilecek faydalar Tablo (1) de gösterilmiştir. Toplam faydanın maksimizasyonu için, her bir yöreye ne kadar su verilmelidir.

Tablo 1. Yörelerde Verilen Su Miktarlarına Karşılık Gerçekleşen Faydalar (TL).

		Verilen su miktarı (10^6)				
		0	1×10^6	2×10^6	3×10^6	4×10^6
Yöre	1	0	2×10^6	3×10^6	6×10^6	7×10^6
Yöre	2	0	1×10^6	1×10^6	6×10^6	7×10^6
Yöre	3	0	1×10^6	4×10^6	5×10^6	8×10^6

Çözüm: Amaç, her bir yörede gerçekleştirilen faydalardan oluşan toplam fayda (Z) nin maksimizasyonudur. Su dağıtım birimleri ve fayda birimlerinin 10^6 m³ tam katları olduğu gözönüne alınırsa, veriler Tablo (2) da gösterildiği gibi yeniden düzenlenebilir.

$f_i(x)$ ($i = 1,2,3$) i yöresine x birim su verildiğinde gerçekleştirilen faydayı göstermektedir. x_i ($i = 1,2,3$) i yöresine verilen su miktarını gösterdiğine göre amaç şöyle formüle edilebilir;

Tablo 2. Değerlerin Yeniden Düzenlenmesi

f \ x	0	1	2	3	4
$f_1(x)$	0	2	5	6	7
$f_2(x)$	0	1	3	6	7
$f_3(x)$	0	1	4	5	8

$$Z_{max} = f_1(x_1) + f_2(x_2) + f_3(x_3)$$

Elde mevcut su 4 birim olduğuna göre: kısıtlayıcı koşul:

$$x_1 + x_2 + x_3 \leq 4$$

$$x_i \geq 0 \text{ ve tamsayı.}$$

Her yöre için x in çeşitli değerlerine denk olan $f_i(x)$ grafiklenirse, programa doğrusal olmadığı kolayca görülür. Problem bu nedenle dinamik programlama yöntemi ile çözülecektir. Problem de üç yöreye denk 1,2 ve 3 aşamaları vardır. Bu aşamalar su tahsis kararlarının verildiği mekansal noktalara karşılıktır, dağıtılacak olan su birimlerini gösteren 0,1,2,3 ve 4 durumları vardır.

Tablo (2) da gösterildiği gibi $f_3(x)$ in tanımından, işlemi sonlamak için en iyi yol elde mevcut su birimlerinin (0,1,2,3 ve 4) tümünü 3. yöreye tahsis etmektir. Aynı sonuç

$$m_3(u) = \text{Optimum } \{f_3(x)\} \text{ uygulanması ile de elde edilir.}$$

$$0 \leq x \leq u$$

Böylece;

$$m_3(4) = \max \{f_3(0), f_3(1), f_3(2), f_3(3), f_3(4)\}$$

$$= \max \{0,1,4,5,8\} = 8 \text{ ve } d_3(4) = 4$$

$$m_3(3) = \max \{f_3(0), f_3(1), f_3(2), f_3(3)\}$$

$$= \max \{0,1,4,5\} = 5 \text{ ve } d_3(3) = 3$$

$$m_3(2) = \max \{f_3(0), f_3(1), f_3(2)\}$$

$$= \max \{0,1,4\} = 4 \text{ ve } d_3(2) = 2$$

$$m_2(1) = \max \{f_2(0), f_2(1)\} = \max \{0,1\} \text{ ve } d_2(1) = 1$$

$$m_2(0) = \max \{f_2(0)\} = \max \{0\} = 0 \text{ ve } d_2(0) = 0$$

Bu sonuçlar Tablo (3) da gösterilen çözümün ilk iki satırını vermektedir.

Tablo 3. Optimum Fayda-Karar Tablosu.

	y				
	0	1	2	3	4
$m_2(u)$	0	1	4	5	8
$d_2(u)$	0	1	2	3	4
$m_1(u)$	0	1	4	6	8
$d_1(u)$	0	1	0	3	0
$m_3(u)$	--	--	--	--	9
$d_3(u)$	--	--	--	--	2

Aşama 3 böylece tamamlandıktan sonra Aşama 1 in tamamlandığı (gerçi bu aşamada nasıl olduğunu bilmiyoruz) varsayımı ile aşama 2 ye geçilecektir. Yöre 1'e ne kadar birim su tahsis edildiği bilinmediğinden, yöre 2 için tahsis edilebilecek elde mevcut su birimi de bilinmemektedir. O bakımdan yine bu aşamada da sulama suyuna ilişkin tüm olası tahsis alternatifleri (1,2,3 ve 4) gözönüne alınacaktır.

Bir olasılık aşama 2 de tahsis için elde 4 birim suyun mevcut olmasıdır. Bu durumda aşama 1'e hiç su verilmediği kabul edilir. Suyun tamamı ya da bir bölüm birimi aşama 2'ye tahsis edildiğinde, gerisi aşama 3'e kalacaktır. Elde mevcut 4 birim suyun x birimi yöre 2'ye verilirse gerçekleşecek fayda $f_2(x)$ ve artan $4-x$ birim aşama 3 için kalacaktır. Elde $4-x$ birim olduğu zaman aşama 3'den en iyi uzantı fayda $m_3(4-x)$ dir. O nedenle toplam fayda $f_2(x) + m_3(4-x)$ dir. Aşama 2 de, elde 4 birim su mevcut olduğu taktirde belirtilen toplam faydayı maksimize eden $x(x = 0,1,2,3,4)$ değeri optimal kararı temsil eder. Bu sonuç

$m_1(u) = \text{Optimum } \{f_1(x) + m_{1,2} (u-x)\}$ eşitliğinde daha açık olarak gösterilmiştir.

$$\begin{aligned} m_2(4) &= \max \{ f_2(0) + m_3(4-0), f_2(1) + m_3(4-1), f_2(2) + m_3(4-2), f_2(3) + m_3(4-3), f_2(4) + m_3(4-4) \} \\ &= \max \{ 0+8, 1+5, 3+4, 6+1, 7+0 \} = 8 \text{ ve } d_2(4) = 0 \end{aligned}$$

Aşama 2'deki öbür olasılıklarda değerlendirildiğinde:

$$\begin{aligned} m_2(3) &= \max \{ f_2(0) + m_3(3-0), f_2(1) + m_3(3-1), f_2(2) + m_3(3-2), f_2(3) + m_3(3-3) \} \\ &= \max \{ 0+5, 1+4, 3+1, 6+0 \} = 6 \text{ ve } d_2(3) = 3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} m_2(2) &= \max \{ f_2(0) + m_3(2-0), f_2(1) + m_3(2-1), f_2(2) + m_3(2-2) \} \\ &= \max \{ 0+4, 1+1, 3+0 \} = 4 \text{ ve } d_2(2) = 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} m_2(1) &= \max \{ f_2(0) + m_3(1-0), f_2(1) + m_3(1-1) \} \\ &= \max \{ 0+1, 1+0 \} = 1 \text{ ve } d_2(1) = 1 \end{aligned}$$

$$m_2(0) = \max \{ f_2(0) + m_3(0-0) \} = \max \{ 0+0 \} = 0 \text{ ve } d_2(0) = 0$$

Aşama 2 için bulunan sonuçlar Tablo (3) da 4 ve 5. sıraları oluşturmaktadır.

Aşama 2 böylece tamamlandıktan sonra, şimdi artık aşama 1'e geçilebilir. Bu aşama ile ilgili yalnız $u = 4$ durumu vardır.

$$\begin{aligned} m_1(4) &= \max \{ f_1(0) + m_2(4-0), f_1(1) + m_2(4-1), f_1(2) + m_2(4-2), f_1(3) + m_2(4-3), f_1(4) + m_2(4-4) \} \\ &= \max \{ 0+8, 2+6, 5+4, 6+1, 7+0 \} = 9 \text{ ve } d_1(4) = 2 \end{aligned}$$

bu verilerle Tablo (3) tamamlanmaktadır.

4 birim ile başlatılan bu üç aşamalı tahsis programında, gerçekleştirilebilen maksimum fayda $m_1(4) = 9$ birimdir. Bu faydayı gerçekleştirmek için 1. aşamaya (yöreye) $d_1(4) = 2$ birim su tahsis edilmesi gerekir. 2. aşamada tahsis için elde $4-2 = 2$ birim su kalmaktadır. Ancak $d_2(2) = 0$ olduğundan geriye 2 birim su kalması durumunda, aşama 2'ye su tahsisine gerek olmamaktadır. Böylece aşama 3 için 2 birim su kalmaktadır. $d_3(2) = 2$ olduğundan geri kalan 2 birim su yöre (3)'e tahsis edilmelidir. Bu sonuçlar denklem (4) de formal bir biçimde gösterilmiştir. O nedenle optimal program, yöre 1'e 2 birim ($2 \times 10^6 \text{ m}^3$) yöre 2'ye 0 birim (0 m^3) ve yöre 3'e 2 birim ($2 \times 10^6 \text{ m}^3$) su tahsisini öngörmektedir.

ÖRNEK PROBLEM 2

Verilen: A noktasında bulunan kaynağın suyu bir boru hattı ile B sulama alanına götürülecektir. Boru hattının başlangıcı A noktası, bitim noktasının ise B₁, B₂ ve B₃ noktaları olmak üzere üç alternatifli var. Bunun dışında, A kaynağı ve B sulama alanı arasındaki arazinin topografyası, jeolojisi ve arazi kullanma vb. nitelikleri, her birinin masrafları (yatırım masrafı veya yıllık masraf) farklı çeşitli alternatif güzergah sunmaktadır (Şekil 1). Boru sisteminin geçeceği muhtemel bağlantı (düğüm) noktaları 1 den 11'e kadar daire içinde gösterilmiştir. Her bir güzergahın masrafı üstünde gösterilmiştir.

Istemen: A noktasını B_i (i=1,2,3) ye bağlayan en az masraflı güzergahı seçiniz.

Çözüm: Çok aşamalı bir karar süreci olan problemin çözümünde, deterministik dinamik programlama yaklaşımı kullanılmakla birlikte yineleme ilişkisinin yazılması ve probleme uygulanmasında biraz farklı bir teknik izlenecektir. Problemi önce aşağıda belirtilen 5 aşamaya ayırır:

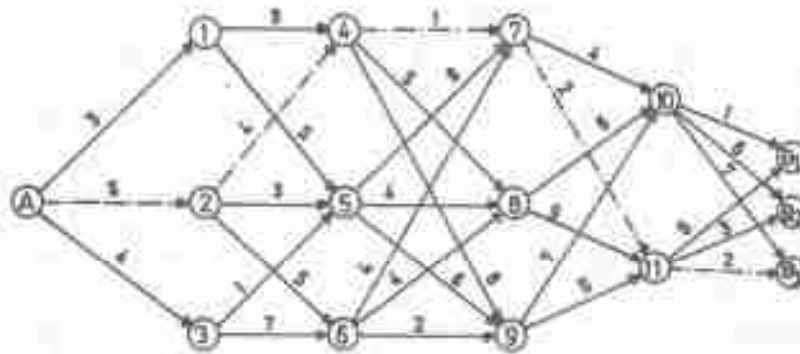
Aşama 1: A noktasından 1,2 veya 3 noktalarına

Aşama 2: 1,2 veya 3 noktalarından 4,5 veya 6 noktalarına

Aşama 3: 4,5 veya 6 noktalarından 7,8 veya 9 noktalarına

Aşama 4: 7,8 veya 9 noktalarından 10 veya 11 noktalarına

Aşama 5: 10 veya 11 noktalarından B₁,B₂ ve B₃ noktalarına



Şekil 1. AB boru hattı için alternatif güzergahları.

Boru hattı güzergahının alternatif bağlantı noktaları ve bu bağlantılara ilişkin masraflar her aşama için bir olmak üzere bir matris kümesi ile ifade edilebilir.

$$\text{Aşama 1:} \quad A \begin{array}{c|ccc} & 1 & 2 & 3 \\ \hline & 3 & 5 & 4 \end{array}$$

$$\text{Aşama 2:} \quad \begin{array}{c|ccc} & 4 & 5 & 6 \\ \hline 1 & 9 & 5 & - \\ 2 & 4 & 3 & 5 \\ 3 & - & 1 & 7 \end{array}$$

$$\text{Aşama 3:} \quad \begin{array}{c|ccc} & 7 & 8 & 9 \\ \hline 4 & 1 & 5 & 8 \\ 5 & 8 & 4 & 6 \\ 6 & 4 & 4 & 2 \end{array}$$

$$\text{Aşama 4:} \quad \begin{array}{c|cc} & 10 & 11 \\ \hline 7 & 4 & 2 \\ 8 & 6 & 9 \\ 9 & 7 & 5 \end{array}$$

$$\text{Aşama 5:} \quad \begin{array}{c|ccc} & B_1 & B_2 & B_3 \\ \hline 10 & 1 & 6 & 7 \\ 11 & 8 & 3 & 2 \end{array}$$

Problemin analizinde aşağıda tanımları yapılan semboller kullanılacaktır:

n Aşama sayısı ($n = 1,2,3,4,5$);

S Durum değişkeni, işlemin herhangi bir, aşamasında, bağlantı (düğüm) noktası rakamı.

x_n Bir karar değişkeni, erişilecek daha n aşama var iken, işlemin yöneldiği bağlantı (düğüm) noktası

$f_n(S, x_n)$ İşlem S durumunda ve x_n kararı verilmişken, kalan n aşamanın toplam masrafı

CSx_n .. Masraf matrisinde görüldüğü gibi $S-x_n$ bağlantısının masrafı

x_n^* .. $f_n(S, x_n)$ i minimize yapan x_n kararı

$f_n^*(S)$.. $f_n(S, x_n)$ nin x_n^* nin yerine konması ile aldığı minimum değer. Böylece,

$$f_n^*(S) = f_n(S, x_n^*)$$

Boru hattı inşaatının minimum masrafla 10 veya 11 bağlantı noktalarından birine ulaştığı kabul edilsin. Karar sürecinde bir aşama daha vardır. $n = 1$ için çözümün şöyle olacağı açıktır.

$n = 1$		
S	$f_1^*(S)$	x_1^*
10	1	B ₁
11	2	B ₁

Bir başka deyişle:

$$f_1^*(S) = \min_{X_1} \{C_{Sx_1}\}$$

Şimdi aşamalı karar sürecinde, bir basamak geri gidilirse, ulaşılabilecek daha iki aşamalı duruma gelinmiş olur. Boru hattı inşaatı en az masrafla 7 veya 8 veya 9 nolu bağlantı noktalarından birine gelmiştir. buradan itibaren ilerleyecektir. Bu durumda çözülecek optiklik,

$$f_2^*(S) = \min_{X_2} \{C_{Sx_2} + f_1^*(x_2)\} \text{ dir. Çözüm şöyledir.}$$

$n = 2$				
S	x_2	$f_2(S, x_2) = C_{Sx_2} + f_1^*(x_2)$		
		10	11	$f_2^*(S)$
7	4+1=5	2+2=4		11
8	6+1=7	9+2=11		10
9	7+1=8	5+7=7		11

Tablo (1) dan da kolayca izlenebileceği gibi eğer boru hattı 7 veya 9 nolu bağlantı noktasına gelmişse bundan sonraki en az masraflı güzergah (yol) boru hattının 11 bağlantı noktası üzerinden B₂ e ulaşmasıdır. Buna karşılık boru hattı 8 nolu bağlantı noktasına gelmişse bundan sonra izleyeceği en az masraflı güzergah 10 bağlantı noktası üzerinden B₁ noktasına ulaşmasıdır.

Bundan sonraki iki aşama'da aynı biçimde analiz edilir ve çözümlenir.

$$f_3^*(S) = \min_{X_3} \{C_{Sx_3} + f_2^*(x_3)\}$$

$$n = 3$$

S	x_3	$f_3(S, x_3) = C_{Sx_3} + f_2^*(x_3)$				
		7	8	9	$f_2^*(S)$	x_3^*
4		1+4=5	5+7=12	8+7=15	5	7
5		8+4=12	4+7=11	6+7=13	11	8
6		4+4=8	4+7=11	2+7=9	8	7

Önceki aşamalarda B_2 alternatif elimine edilmiştir. Şimdi ise bağlantı noktası No. 9 optimal güzergah dışında kalmaktadır. Boru hattı 4 ve 5 nolu bağlantı noktasından aynı $7 \rightarrow 11 \rightarrow B_2$ güzergahını izlemektedir. 5 nolu bağlantı noktasından ise güzergah $8 \rightarrow 10 \rightarrow B_1$ dir.

$$f_2^*(S) = \min_{x_3} \{C_{Sx_3} + f_1^*(x_3)\}$$

$$n = 4$$

S	x_4	$f_4(S, x_4) = C_{Sx_4} + f_3^*(x_4)$				
		4	5	6	$f_3^*(S)$	x_4
1		9+5=14	5+11=16	—	14	4
2		4+5=9	3+11=14	5+8=13	9	4
3		—	1+11=12	7+8=15	12	5

Şimdi de muhtemel minimum masraflı çözümden 6 nolu bağlantı elimine edilmiştir. Kalan alternatifler 1 den ya da 2 den $4 \rightarrow 7 \rightarrow 11 \rightarrow B_2$ veya 3 den $5 \rightarrow 8 \rightarrow 10 \rightarrow B_1$ dir.

$$f_1^*(S) = \min_{x_2} \{C_{Sx_2} + f_0^*(x_2)\}$$

$$n = 5$$

S	x_5	$f_5(S, x_5) = C_{Sx_5} + f_4^*(x_5)$				
		1	2	3	$f_4^*(S)$	x_5^*
A		3+14=17	3+9=14	4+12=16	14	2

Tablodan da görüleceği gibi en az masraflı güzergah $A \rightarrow 2 \rightarrow 4 \rightarrow 7 \rightarrow 11 \rightarrow B_2$ dir. Toplam masraf ise 14×10^6 TL dir. Bu çözüm, bir aşamanın çözümünün, problemin bir sonraki aşamasının analiz ve çözümünde kullanılmasına olanak veren "Yineleme İlişkisi" gerçekleştirilmiştir. Bu örnekte yineleme ilişkisi;

$$f_n^*(S) = \min_{x_n} \{C_{Sx_n} + f_{n-1}^*(x_n)\}$$

formundadır. Bu formülasyon, işlemde n aşamanın geride ise $(n-1)$ aşamanın bulunduğu durumda optimum çözümle ilişkilendirilir.

Görüldüğü gibi, en az masraflı çözüm gerçekleştirilmekte olan bağlantı masrafı $C_{\text{Bağ}}$ ve kalan aşamaların en iyi çözümü olmak üzere iki kısımdan oluşmaktadır. Tekmil problemin en az masraflı çözümünde ise x_0 karar değişkeninin seçimi ile ulaşılmaktadır.

9.2.3. Benzetme (Simulasyon) Tekniği

Su kaynakları mühendisliğinde, planlama ve projelende karşılaşılan birçok problemin matematiksel yöntemlerle çözülmesi güçtür. Matematiksel çözümler oluştururken bazen problemin özünü değiştiren basitleştirmeler ya da gerçekçi yanıttan ancak hesaplamaları mümkün olmaktan çıkararak durumlarla karşılaşılabılır. Bu gibi hallerde benzetme (simulasyon) tekniklerine başvurulur.

Bu teknikte amaç, ele alınan problemin veya projenin tam bir matematik modelinin yapılmasıdır. Bu matematik model, bütün ayrıntıları ihtiva eder, hiç bir kolaylaştırıcı yaklaşım kullanılmaz. Bir başka deyişle, prototip projenin bütün fiziksel koşulları matematik modellerde gözönünde bulundurulduğu gibi, ekonomik karşılaştırma hesaplarında kullanılacak her türlü fayda ve masraf değerleri, değişkenler cinsinden hesaplanmış olmalıdır.

Benzetme tekniği, kompleks sistemlerin çözümünde kullanılabilir, elde mevcut en geçerli yöntemdir. Nitekim grafik ve analitik metodların sınırlı elemanlarına karşın benzetme tekniği için kullanılacak bilgisayarın kapasitesi dışında herhangi bir sınırlama yoktur. Bu amaçla dijital ya da analog ya da her ikisinin kombinasyonundan oluşan hybrid bilgisayarlar kullanılabilir.

Benzetme (simulasyon) modelinin kurulumu hem bir sanat hem de bilimdir. Sanat yönü sağlam bir görüş, sezgi ve mühendislik muhakemesi gerektirir. Bilimsel yönü ise matematik disiplininin (1) olasılık ve matematiksel istatistik (2) kısmi diferansiyel denklemler ve (3) yöneylem araştırma tekniklerini içine alır. Su kaynakları mühendisliğine ilişkin problemlerde ise daha çok olasılık ve yöneylem araştırması söz konusudur.

9.3. Optimizasyon Problemleri

PROBLEM 1

Verilen: Bir tarımsal kooperatife bağlı üç işletme bulunmaktadır. Her bir işletmeden sağlanacak ürün ve dolayısı ile gelir, ekilebilir

alan ve sulamaya ayrılan su miktarı ile sınırlıdır. Gelecek mevsime ilişkin bilgiler aşağıdaki tablo'da verilmiştir.

İşletme	Ekilebilir arazi (hektar)	Sulama suyu miktarı (m^3)
1	600	1.8×10^6
2	2400	2.4×10^6
3	1200	1.08×10^6

Kooperatif yönetimi, başlıca üç bitkinin yetiştirilmesini öngörmektedir. Bu bitkilerin, birim alandan sağlanan geliri ile birim alanda gereksindikleri su miktarı yekdiğerinden farklıdır. Bundan başka, herbir bitkiye ayrılacak ekim alanı, eldeki hasat araçları ile sınırlanmaktadır.

Bitki	Maksimum ekim alanı (hektar)	Hehtar başına gerekli sulama suyu ($10^6 m^3$)	Beklenen gelir (TL / 10^6 hektar)
A	2800	6.0	16
B	3200	4.8	12
C	1200	3.6	4

İşletmeler arasında yeknesak bir işgücünün sağlanması açısından, kooperatif yönetimi herbir işletmedeki ekilebilir alanın kullanılan yüzdesinin aynı olmasını öngörmektedir. Bununla beraber, bitkilerin bileşimi herhangi bir işletmede yetiştirilecektir.

İstenen: Verilere göre, kooperatif yönetimi beklenen geliri maksimum kılabacak herbir işletmedeki farklı bitkilere ilişkin ekim alanlarını bilmek istemektedir. Sorunu bir doğrusal programlama modeli biçiminde formülize ediniz ve uygun bitki desenlerini bulunuz.

PROBLEM 2

Verilen: Bir tarımsal işletmede gereksinimi duyulan sulama suyu P, Q ve R gibi üç ayrı kaynaktan sağlanmaktadır. İşletmede A, B ve C gibi üç ayrı ürün yetiştirilecektir. Toprak ve iklim istekleri yönünden toplam tarım arazisi içinde A bitkisi en fazla % 30, B bitkisi % 40 ve C bitkisi % 30 ile % 40 arasında yer alabilecektir. Aşağıdaki cetvelde herbir su kaynağından herbir bitkiye tahsis edilecek su oranları ile herbir kaynaktan alınan suyun birim maliyeti verilmiştir.

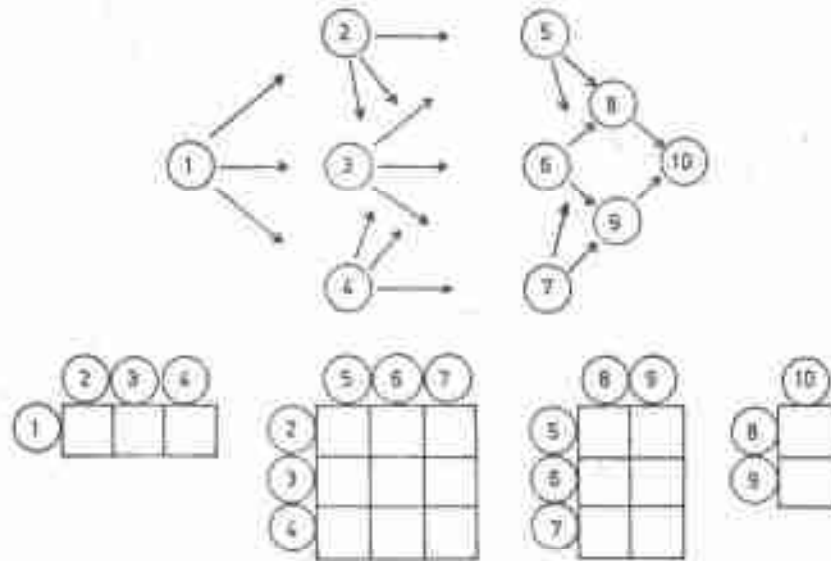
İstenen: Buna göre, üretim alanına hangi kaynaktan ne oranda su verilmesinin daha karlı olduğunu saptayınız.

Birikim (%)	Su kaynakları		
	P	Q	R
A	20	40	10
B	60	30	40
C	30	30	50
TL / m ³	500	600	750

PROBLEM 3

Verilen: Şekil 1 de 1 noktasında bulunan kaynağın suyu 10 noktasında bulunan sulama alanına bir açık kanal sistemi ile götürülecektir. Muhtemel güzergah bağlantıları ile bunlara ilişkin maliyetler gösterilmiştir.

İstenen: 1 ve 10 noktaları arasında en az masraflı kanal güzergahını bulunuz.



Şekil 1. Muhtemel bağlantılar ve maliyetleri (Dikdörtgenler içindeki rakamlar milyon TL'dir).

10. SULAMA PLANLAMASI

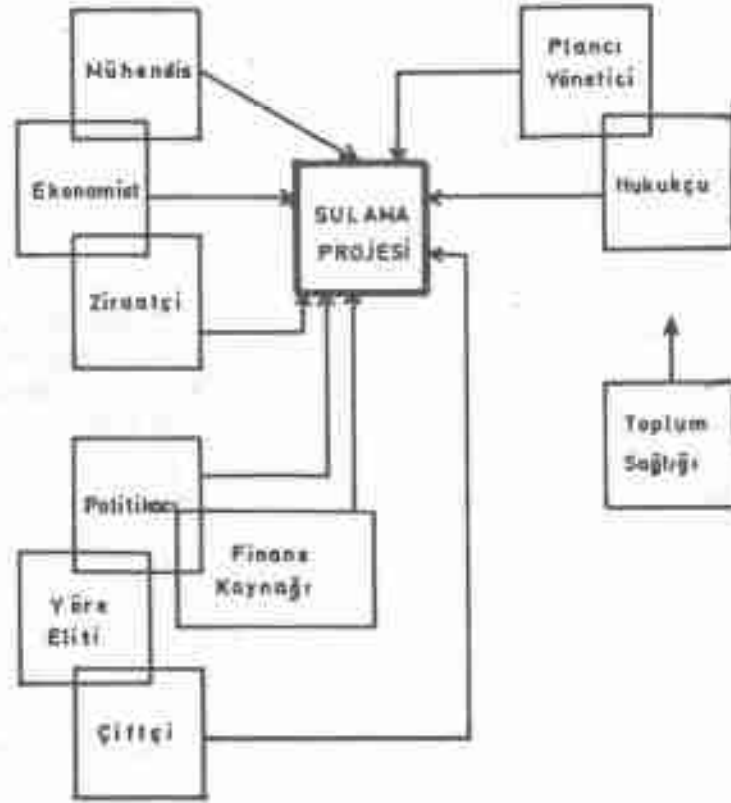
Kuzey Afrika, Ortadoğu, İndo-Pakistan, Uzakdoğu ve Orta Amerikanın M.Ö. 4-5 bin yıllarına kadar varan uygarlıklarının gelişme ve refahlarını sulu tarıma dayandırdıkları bilinen bir durumdur. Günümüzde de 5 milyara yaklaşan dünya nüfusunun beslenme, giyim ve barınak ihtiyacının karşılanmasında en büyük olanağın yine sulu tarımda olduğuna inanılmaktadır. Nitekim 1930 larda 80 milyon hektar dolayında olan sulu tarım alanları günümüzde 250 milyon hektarı aşmış durumdadır. Bu bölümde önce sulama planlamasındaki ilgi grupları kısaca tanıtıldıktan sonra, sulama planlamasının makro-plan, sektör ve bölge planı ile olan ilişkileri belirtilecek, bireysel projelerin planlama ve projelendirme aşamalarındaki yaklaşımlar gözden geçirilecektir.

Genelde sulama planlamasını güçleştiren iki temel problem vardır. Birinci problemin kaynağı, konuya bakış açıları ve yaklaşımları farklı fazla sayıda ilgi grubunun bulunmasıdır. İkinci problemin ise sulama geliştirme projelerinin, bazıları birbirleri ile tutarlı, bazıları ise çelişkili bir amaçlar kümesini gerçekleştirmek durumunda olmasıdır.

10.1. İlgili Grupları

Sulama planlamasında, görüşleri gözönünde bulundurulması gerek başlıca ilgi grupları tarımcı, mühendis, politikacı, planıcı, toplum sağlığına, ekonomist ve çiftçidir (Şekil 10.1).

Tarımcı: Günümüzde uygulanan verimliliği artırıcı teknolojilerin her birinden en üst düzeyde yararlanma, toprakta nem rejiminin optimum olmasını gerektirir. Nitekim, yıllık yağışın 100-200 mm aralarında, buna karşılık potansiyel evapotranspirasyonun 1500 mm yi aştığı kurak yörelerde sulama yapılmadığı takdirde ancak çöl florası yetişebilir.



Şekil 10.1. Sulama Planlaması İlgili Grupları.

Yağışın yıllık miktarı ve mevsimlere göre dağılımının bitkisel üretimin optimizasyonu için yeterli olmadığı yarı kurak bölgelerde bu açığı sulama ile karşılanması zorunludur. Nemli bölgelerde ise sulama, yetiştirme mevsimindeki kısa ya da uzun süreli bir kuraklık için bir sigorta olarak göellür. Tarımcının, sulama yatırımlarını desteklemesinin öteki nedenleri arasında: Sulamanın, ürünün çeşitlendirilmesi ile 2. ya da 3. ürün yetiştirmeye olanak vermesi de sayılabilir. Ayrıca çeltik, şeker kamışı v.b. ürünler ancak sulama ile yetiştirilebilir.

Mühendis: Sulama projelerinin planlama, projelendirme ve inşaatında teknoloji seçimi son derece önemlidir. Su yapılarına ilişkin uygulanan teknolojilerin büyük bölümü zengin ülkelerin koşulları için geliştirilmiştir. Bilindiği gibi gelişmekte olan ülkelerin büyük bölümünde ser-

maye kıt ve pahalı, emek ise bol ve ucuzdur. Fiziksel yapıların gerçekleştirilmesinde kullanılacak standartların emek yoğun ya da sermaye yoğun teknolojiler mi olacağını o ülkenin koşullarında değerlendirilmesinde mühendise büyük sorumluluk düşmektedir.

Politikacı: Ekonomik gelişmede sulamanın büyük katkısı olması, politikacının konu ile yakından ilgilenmesinin en büyük nedenidir. Ayrıca iyi planlanmış sulama projelerinin istihdam yaratma, gelir dağılımının düzenlenmesi ve modern tarım teknolojisinin uygulanmasına olanak vermesi v.b. katkıları da politikacı için önemlidir.

Planıcı: Planıcı, artan ülke nüfusunun beslenmesi ve istihdam sorunlarının çözümünü genellikle kırsal alanda arar. Sulama aynı zamanda enerji üretimi, içme ve kullanma suyu sağlama, taşkın kontrolüne yönelik çok amaçlı bir projenin parçası olarak da görülebilir. Planıcı için sulama projeleri bazı durumlarda entegre bir kırsal kalkınmanın gerçekleştirilmesinde bir araç olarak görülür.

Toplum Sağlığı: Sulama geliştirilmesinin sağlık yönünün gözardı edilmesi, sulamaya dayanan topluma sosyal bir maliyet yükler. Özellikle tropik bölgelerde sıtma v.b. gibi hastalıklar toplum bireylerinin göcünü azaltır. O nedenle sulama projelerinde bu tür hastalıklar için koruyucu önlem alınması büyük önem taşır.

Ekonomist: Ekonomist sulama planlamasında daha çok bir kaynak tahsis ekserisi olarak bakar. Yatırıma ilişkin karar, teknik, idari ve yasal kriterler yanında projenin, ekonomik, mali ve sosyal katkısının ışığında verilir. Ekonomist açıyından, sulama projeleri alternatif kullanım alanı olan kıt kaynakların harcanması ile gerçekleştirilir. Kaynakların optimal kullanımı, projenin amaçlarının ve alternatiflerin ekonomist tarafından iyi değerlendirilip, değerlendirilmediğine bağlıdır. Sulama projelerinin planlanmasında, ekonomistin ilgi duyduğu konuların bazıları şunlardır: 1) Alternatif analizi, 2) Fayda ve masrafların zaman boyutundaki değişimi, 3) Uygulanacak sosyal indirgeme (iskonto) oranı ve proje ekonomik ömrü, 4) Fiyat çarpıklıkları, 5) Sistem yaklaşımının önemi ve kurumsal yapı.

Her projede ekonomist, tüm sulu tarım sisteminin fizibilitesi ile ilgilidir. O bakımdan, proje formülasyonunda: işgücü, güç (enerji) ve su gereksinimi belirli periyotlar için değerlendirilir. Sulama alanında uygulanması düşünülen ürün deseninde ulusal beslenme ihtiyacı v.b. faktörler gözönüne alınarak birtakım sınırlamalar getirebilir. Bu sınırlama sonunda, örneğin daha karlı olacak ürünler yerine tahıl ekimi zorunluluğu ortaya çıkabilir.

Ekonomist, amaçlanan politika hedeflerine ulaşmak için gerekli araç ve aksiyonları belirler. Bu aksiyonlar genellikle mevcut kurumsal yapı ile uygulanır. Sulama planlamasında gözönüne alınan kurumsal olgular şöyle sıralanabilir:

- 1) Toprak-insan ilişkileri,
- 2) Kredi sistemi,
- 3) Tarımsal araştırma ve yayım,
- 4) Pazarlama sistemi.

Günümüze kadar gerçekleştirilen sulama projelerinde, genellikle kurumsal yapı, teknolojik gelişme yanında ihmal edilmiştir.

Çiftçi: Genellikle planlamada çiftçi görüşü gözardı edilir. Oysa proje alanında sistem kapasitesini belirleyen ürün deseni çiftçi tarafından benimsenir ya da benimsenmeyebilir. Sulamaya yeni açılan bölgelerde çiftçi sulama teknolojisine yabancı olabilir. O bakımdan sulama planlamasında çiftçi eğilimlerinin değerlendirilmesi büyük önem taşır.

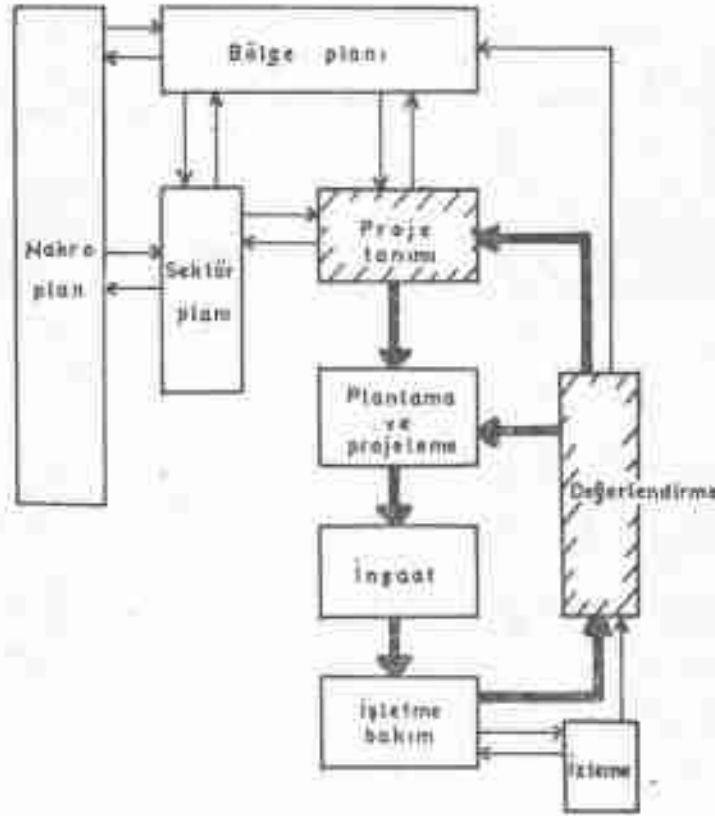
10.2. Sulama Projelerinin Kalkınma Planlarındaki Yeri

Sulama projelerinin planlanması, makro ve sektör planlama çalışmalarının bir tamamlayıcısıdır (Şekil 10.2).

Planlama: Bilindiği gibi, genel anlamda planlama; öngörülen amaçların gerçekleştirilmesi için kaynakların en uygun alternatifine yönlendirilmesi için yapılan sistematik uğraş biçiminde tanımlanır.

Ulusal Düzeyde Planlama (Makro planlama): Temel üretim araçlarının (faktörlerinin) ulusa en yüksek faydayı verecek biçimde, ulusal ekonominin çeşitli sektörlerine dağıtılmasıdır. Gözönüne alınan belli başlı amaçlar: 1) Ulusal tasarrufun artırılması, 2) Yatırımların toplum yararının gerektirdiği alternatiflere yönlendirilmesi, 3) Ve böylece ekonomik, sosyal ve kültürel kalkınmanın sağlanmasıdır. Makro planda öngörülen büyüme hızına ulaşabilmek için: 1) Harekete geçirilecek kaynaklar, 2) Bunların kullanılma yolları, 3) Çeşitli alanlarda yapılması gerekli düzenlemeler ve alınacak önlemler birbirine bağlı bir bütün olarak gösterilir.

Sektörel Planlama: Çeşitli sektörlerdeki gelişme potansiyeli gözönünde bulundurularak hazırlanır. Plandaki ekonomik ve sosyal hedeflerin dengeli bir gelişme ile nasıl geliştirilebileceği araştırılır. Sek-



Şekil 10.2. Sulama planlama çalışmalarının akış diyagramı.

törel planlamada doğal kaynakların, yatırılmış sermayenin ve insan gücünün en verimli kullanılması esastır.

Örneğin 5. Beş Yıllık Planda Tarım Kesimi, ekonomi içindeki yeri dikkate alınarak bir sektörel plan olarak planlanmış ve amaçları makro planın temel hedeflerine uydurularak tarım kesimi için % 3.6 lık bir büyüme hızı öngörülmüştür. Büyümenin alt-sektörler olarak öngörülen oranları 1) Bitkisel üretimde % 3, 2) Hayvansal üretimde % 6.5, 3) Su ürünlerinde % 7.5 ve 4) Ormancılıkta ise % 3.1 dir.

Tarımda verimliliğin artırılması, bitki deseninin çeşitlendirilmesi ve ileri teknolojinin uygulanması amacı ile planda 5 yıllık dönemde 800 bin hektarlık ek bir alanın sulamaya açılması öngörülmüştür.

Bölge Planı: Daha önce belirtildiği gibi, ulusal düzeyde, kalkınma politikasının ancak genel çerçevesi formüle edilebilir. Kurumsal planlamanın ayrıntıları ise, daha aşağı düzeyde bölge düzeyinde işlenir. O bakımdan bölge planlaması, ulusal kalkınma politikalarının uygulamada yorumlanması ve işletme bazına (mikro-plan) kadar ulaştırılmasını sağlayan bir araçtır.

Bu durumu ile bölge planı, ülke içinde tek bir bölgenin entegre kalkınma planıdır. Başka deyişle makro ve mikro planlamanın entegrasyonu bölge düzeyinde yapılır. Dikey olarak tanımlanan bu fonksiyon da, ulusal düzeydeki sektörel planların, bireysel üretim birimleri ile koordinasyonu gerçekleştirilir.

Bölge planının *yanay* fonksiyonunda ise, sektörler arası koordinasyon ile sosyo ekonomik işlemin fiziksel olgulara ve somut projelere dönüştürülmesi sağlanır. Kırsal alanın entegre kalkınması ancak, çeşitli kesimlerin tarım, sanayi ve hizmetlerin bir sistem içinde bütünleştirilmesi ile gerçekleştirilebilir.

10.3. Sulama Projelerinde Planlama Kademeleri

Önceki sulama projelerinin *temel amacı* karlı bir tarımın gerçekleştirilmesi olarak belirlenirdi. Günümüzde ise, sulama projelerinden birçok amacı gerçekleştirilmesi beklenmektedir. Amaçların bazılarının birbirini tamamlayıcı nitelikte olmasına karşın, bazıları birbirleri ile ilişkilidir.

Sulama projelerinin planlanması sırasında, kaynak sağlama yanında tüm ekonomiye (ulusal gelire) katkı önemli yer tutar. Bu temel amaç yanında, 1) Gelir dağılımının düzenlenmesi, 2) İstihdam yaratma, 3) Bölgenin entegre kalkınması, 4) Tarımsal üretim ve beslenme açısından yeterlilik, 5) Topraksız ve az topraklı çiftçinin belirli bir gelir düzeyine getirilmesi, 6) Ekonomik büyümenin desteklenmesi ve 7) Yerleşmenin yeniden düzenlenmesi v.b. de gözönüne alınabilir.

Bir sulama projesinin günümüzdeki temel amacı çoğu kez ulusal refahın maksimizasyonu biçiminde belirlenir. Bu tanımdaki refah deyimi ulusal gelir kavramından farklıdır. Refahın milli gelirin büyütülmesi yanında büyüyen bu gelirin bölüşümü ve bunun hangi yöntemlerle gerçekleştirileceği gibi ekonomik olmayan boyutları da vardır. Su kaynaklarının geliştirilmesinde proje amaçları net bir biçimde belirlenmeli ve bunlar proje kriterlerine dönüştürülmelidir. Proje

kriterleri mutlaka, kısıtlı ya da kısıtsız amaç fonksiyonu ihtiva etmelidir. Örneğin sistemin milli gelire katkısının maksimizasyonu hedefleniyorsa, proje alanındaki üreticinin belirli bir minimum gelir düzeyine getirilmesi ve sistemle yaratılan gelirin dağılımının düzenlenmesi sınır (kısıt) koşulları olarak koyulabilir.

Sulama projelerinde çok amacın planlanmasında belli başlı üç temel yaklaşım vardır:

1. Her projenin çeşitli amaçlar yönünden avantaj ve dezavantajları tabuler formda ya da karar matrisi biçiminde düzenlenir. Karar matrisinin genellikle, sıraları proje alternatiflerinden, kolonları ise alternatiflerin iç karlılık oranı, birim yatırımı için yaratılan iş sayısı, yörenin öncelikli olup olmadığı, projede yaratılan gelirin en alt gelir grubuna giden yüzdesi v.b. parametreler bulunur. Örneğin, proje amaçlarında istihdam yaratmaya ağırlık veriliyorsa, daha masraflı olsa bile emek yoğun proje alternatiflerine öncelik verilir. Uygulamada en çok kullanılan bu yaklaşımdır.

2. Çok amacın planlanmasında ikinci yaklaşım sınır (kısıt) yaklaşımıdır. Örneğin milli gelire katkının maksimizasyonu amaç fonksiyonu, gelir dağılımının düzenlenmesi ve asgari gelir düzeyi yaratma sınır koşulu olarak belirlenebilir.

3. Üçüncü yaklaşım çok amaçlı fonksiyon yaklaşımıdır. Bu yaklaşımda çeşitli amaçlar, tek bir amaç fonksiyonunda toplanır, her amaca belirli bir ağırlık verilir. Bu uygulamadaki en kompleks yöntemdir.

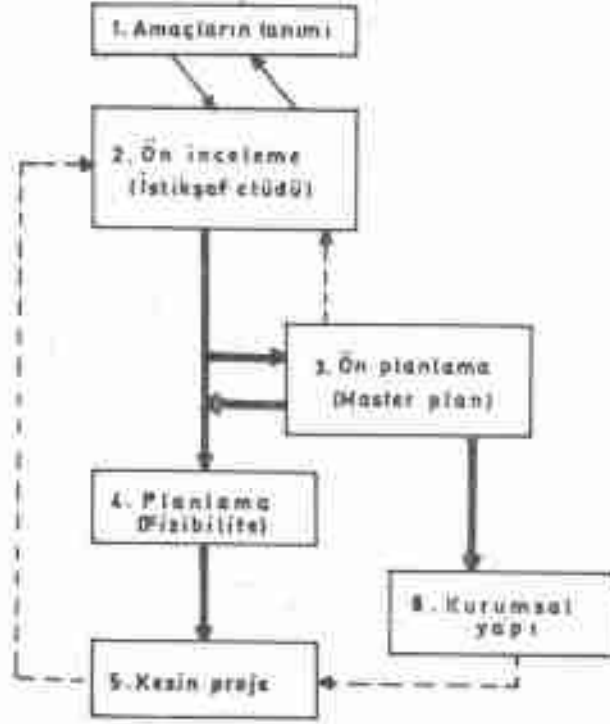
Sulama projelerinin geliştirilmesinde planlama kademeleri Şekil 10.3 den de görüleceği gibi amaçların tanımı, ön inceleme (istihşaf etüdü), ön planlama (master plan), planlama ve kesin proje olmak üzere beş bölümde toplanabilir.

10.3.1. Amaçların Tanımı

Sulama projelerinin amaçları daha önce belirtildiği gibi karar mekanizmasınca belirlenir, formüle edilen bu amaçlar planlama ekinde proje kriterlerine dönüştürülür.

10.3.2. Ön İnceleme (İstihşaf Etüdü):

Sulama projesinin ön incelemesidir. Amaçlar doğrultusunda mevcut harita ve bilgilerden yararlanılacak kaynaklar (su miktarı, arzi



Şekil 10.3. Su kaynaklarının geliştirilmesinde planlama ve projelendirme aşamaları.

varlığı v.b.) ve ihtiyaçlar karşılaştırılarak değerlendirilir. Olumlu bir sonuca varılırsa, daha kapsamlı çalışmalara yeşil ışık yakılır.

10.3.3. Ön Planlama (Master Plan):

Daha çok büyük akarsu havzaları düzeyinde hazırlanan uzun süreli bir geliştirme planıdır. Havzada ele alınacak alt projelerin zaman boyutundaki seçimi için bir baz oluşturur. Hazırlanan Master Plan çoğu kez, zamanla ortaya çıkan ekonomik, teknik ve sosyal değişimlerden çok etkilenir. Bir bakıma, havzada teknik fizibilitesi bulunan projelerin bir kataloğu gibidir.

10.3.4. Planlama:

Bu kademedeki planlamaya kapsamlı, fizibilite ya da yatırım öncesi planlama adı da verilir. Ön inceleme ya da ön planlamada olumlu

bulunan belirli projeler belirtilen amaçlar açısından ayrıntılı biçimde incelenir.

Planlama çalışmaları 1) Veri toplama, 2) Projeksiyonlar, 3) Proje formülasyonu ve 4) Kesin projenin seçimi olmak üzere dört aşamada gerçekleştirilir.

Birinci aşamada toprak ve su kaynakları ve bunlara ilişkin kısıt koşulları, bitki su ihtiyacı, iklim açısından var olan sınırlamalara ilişkin arazi ve büro çalışmalarına dayanan sistematik bir veri toplama programı esastır.

İkinci aşamada ekonomik koşullar ile yetiştirilmesi öngörülen ürünler pazar durumu, teknolojik gelişmeler ile su ihtiyacına ilişkin projeksiyonlar yapılır.

Üçüncü aşamada, projenin belirlenen amaçlar çerçevesinde sınır koşulları belirlendikten sonra, amaçların gerçekleştirilmesine yönelik mümkün olduğu kadar fazla sayıda alternatif proje üretilmesine çaba harcanır. Her alternatif, sistem performansı, fayda ve masraflar, v.b. nitelikler açısından değerlendirilmeye olanak verecek kadar ayrıntılı olmalıdır. Daha sonra bu alternatifler teknik, ekonomik, mali ve politik yapılabilirlik açısından karşılaştırılır ve en uygunu kesin projesi yapılmak üzere seçilir ve onay makamına sunulur.

10.3.5. Kesin Proje

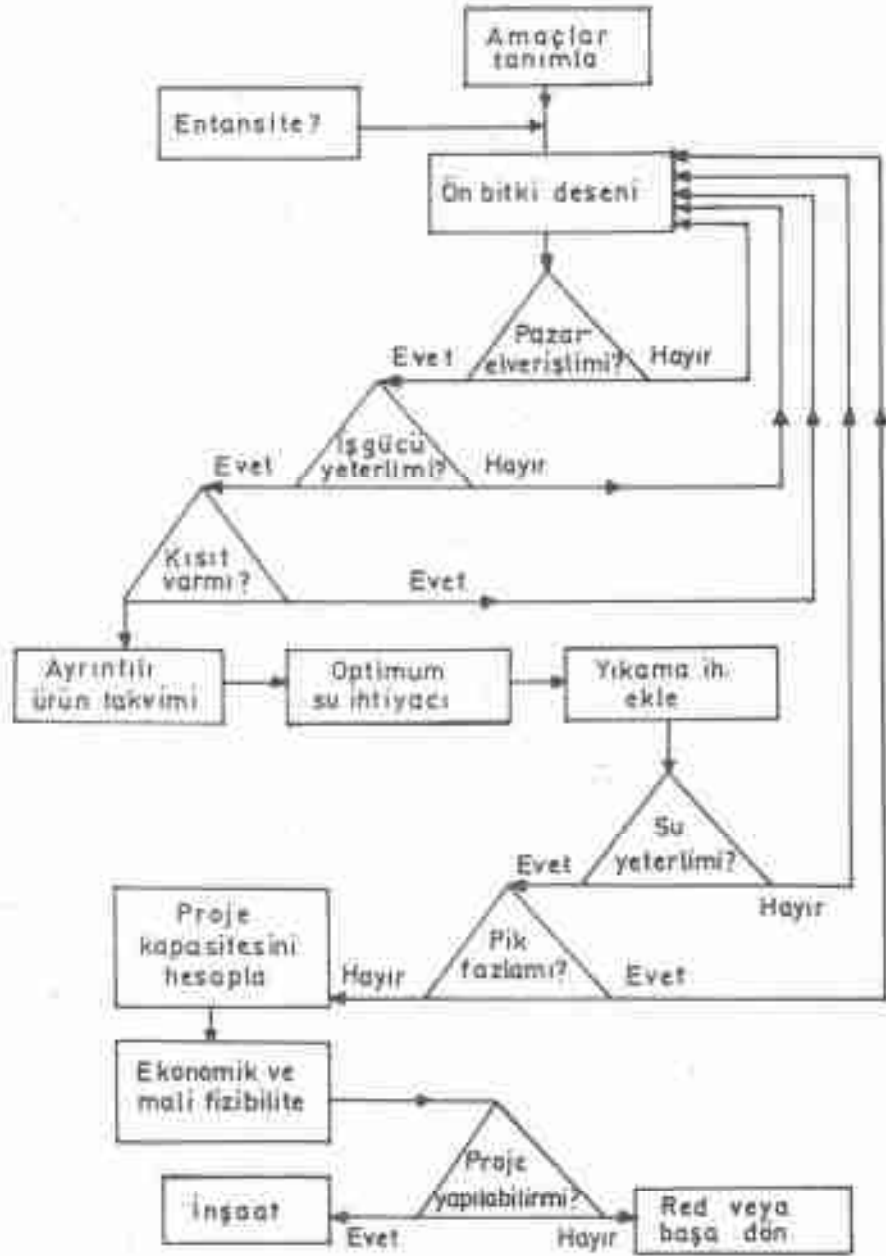
Planlama aşamasının önerdiği ve karar mekanizmasıyla onaylanan alternatif üzerinde kesin proje yapılır; şartnameleri ve açık artırma dosyası hazırlanır.

Gerçekleştirilen sistemin performansı, işletme koşullarını iyileştirme ve benzer sistemlerin daha rasyonel projelenmesine olanak sağlamak amacı ile sürekli biçimde izlenir.

10.4. Bitki Deseni ve Sistem Kapasitesinin Tayini

Sulama projelerinde bitki deseni ve sistem kapasitesinin tayinindeki işlemler şekil (10.4) de gösterilmiştir. Planlama aşağıda sırası ile özetlenen bir ardışık işlemler dizisidir. Her kademedeki bir önceki aşamada yapılan varsayımlar teste tabi tutularak gerekirse düzeltilir.

1. Sulama projesinin daha önce belirtilen çerçevedeki amaçları ortaya konulup, uygulanması düşünülen entansite (yoğunluk) sorunu çözümlenir. Bazı koşullarda, sulamanın nimetlerinden daha fazla



Şekil 10.4. Sulama sistemi kapasite planlaması.

çiftçinin yararlanması amacı ile proje alanı olması gerekenden (düşük ürün yoğunluğu) daha büyük ölçüde tutulur. Bazı durumlarda ise, aynı kaynak daha küçük bir alanda yoğunlaştırılarak, su kullanımı, sistem inşaatı ve hizmetler açısından daha ekonomik olan bir sonuçta varılır. Ancak bu çözüm, daha az çiftçi yararlandığı için politik açıdan pek kabul görmez. Proje alanında ikinci ya da üçüncü ürün kültürünün uygulanması entansiteyi artırır.

2. Teknik, ekonomik ve ekolojik koşullar gözönüne alınarak, uygulanması öngörülen işletme tip modellerinde en karlı olacağı düşünülen bir ön ürün deseni varsayılarak işleme başlanır. Ürün deseni düzenlenirken, ilk atılımda, hasat bütçeleme tekniğinin uygulanması savunulabilir. Bununla birlikte problem, bir kaynak sınırlamaları (kısıtları) kümesine maruz, çeşitli ürünlerin muhtemel optimum kombinasyonunun bulunmasıdır. Bir ya da daha çoğu kısıtlı bulunan, m kaynak ve n faaliyetten oluşan bir problem, doğrusal programlama tekniğinin klasik bir problemidir.

3. Ön ürün deseni belirlendikten sonra, muhtemel çıktılar için pazar testi iki kademe yapılır.

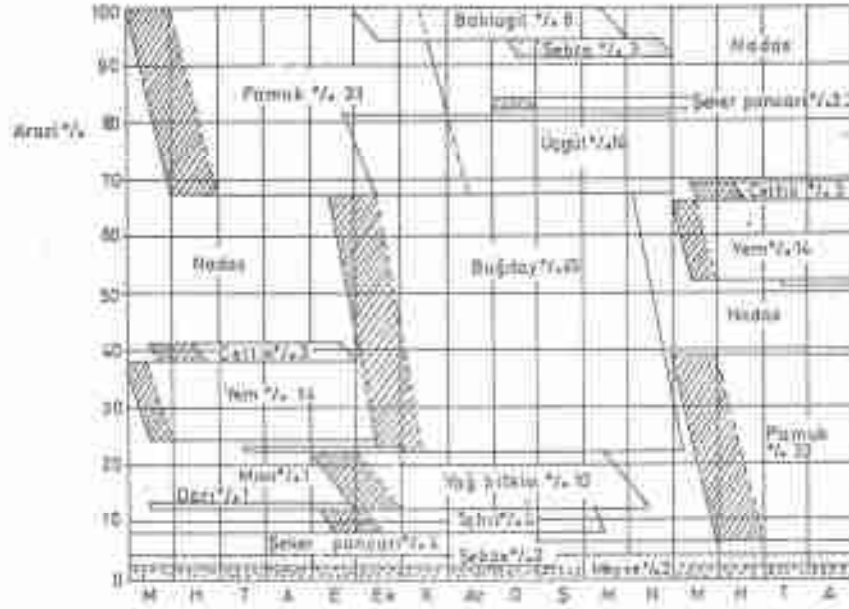
Birinci kademe, ürünlerin genel pazar durumu ya da pazar yapısı değerlendirilir. Daha sonra, pazarın mevcut büyüklüğü, muhtemel büyümesi, talebi etkileyen faktörler ile, gelir, fiyatlar, ikame mevcudiyeti ve toplum zevkinin etkileri değerlendirilmeye çalışılır.

İkinci kademe, proje alanında üretilen ürünlerin, bu pazar içindeki yeri, üretim ve taşıma masrafları değerlendirilir.

4. Proje çıktısı pazar testinden geçtikten sonra iş gücü (emek) analizleri yapılır. Yıl boyunca belirli aralıklarla her ürünün işgücü talebi ve iş gücü arz durumu karşılaştırılır. Önerilen bitki desemindeki tüm ürünlerin emek profili, aile iş gücü ile karşılaştırılır, iş gücü pazarı ile ailenin ek işgücü kullanma durumu incelenir.

5. Tarım işletmelerinin güç kaynakları (traktör v.b.) için de benzer bir analiz yapılır, yem bitkileri ihtiyacı, geçimlik tahıl ihtiyacı, ekim nöbeti kısıtları v.b. muhtemel kısıtlar gözönüne alınarak ayrıntılı bir *ürün takvimi* yapılır (Şekil 10.5 ve 10.6). Böyle bir takvimde, ürün entansitesi, ekim nöbeti kısıtları, ekim, dikim, hasat v.b. periyotların uzunluğu görülebilir.

6. Belirlenen Ürün deseni (takvimi) gözönüne alınarak, iklim verilerine dayanan ya da anemrik yöntemlerden biri kullanılarak proje alanı için *Optimum Su İhtiyacı* hesaplanır. Özellikle kurak (arid) böl-



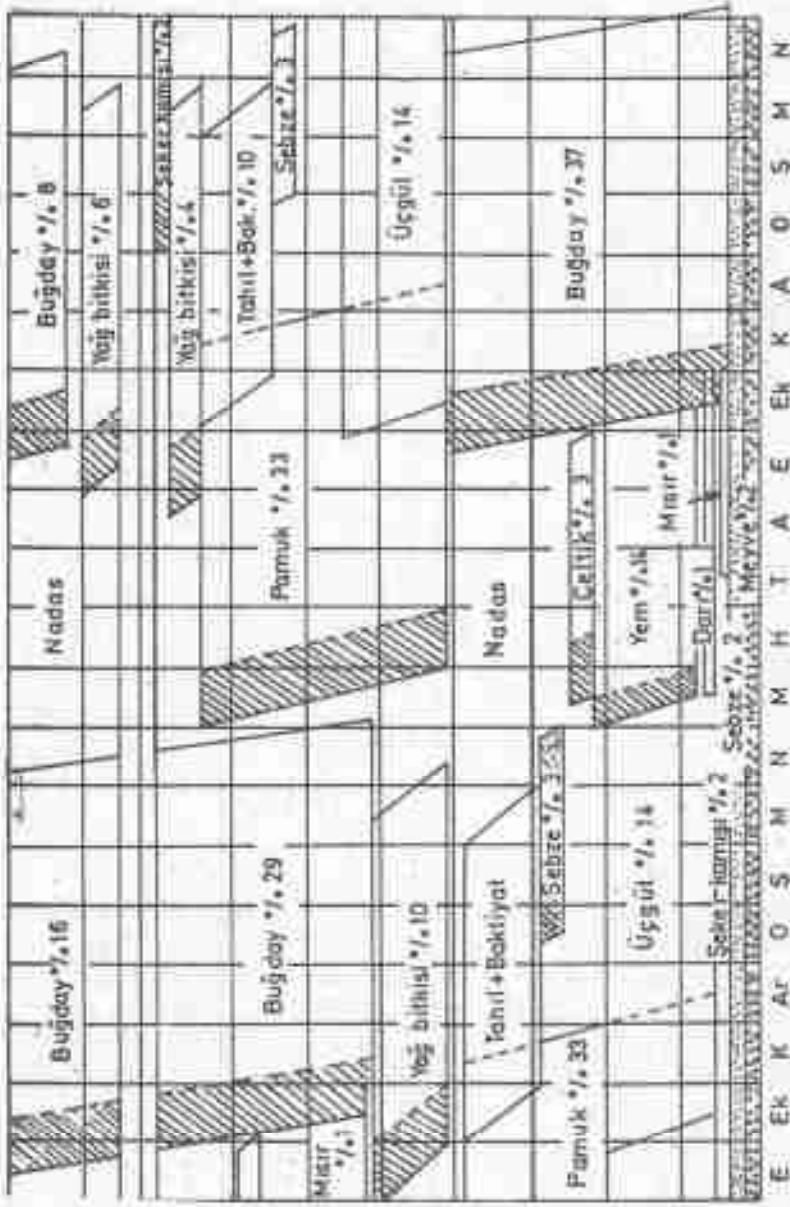
Şekil 10.5. Ürün Deseni ve Rotasyon Planı.

gelerdeki sulama projelerinde, sulama mevsimi dışında uygulanmak üzere % 5-20 oranında bir yıkama suyu eklenir.

Optimum Su İhtiyacı, öngörülen bitki deseninin, maksimum verimi gerçekleştirme için yetiştirme mevsimi boyunca ihtiyaç duyulan toplam su miktarı olarak tanımlanır. Sulama planlamasında genellikle optimum su ihtiyacı olarak, o yöredeki potansiyel evaporasyon değerleri alınır.

7. Bulunan optimum su ihtiyacı tarladan, su kaynağına kadar ulaşan sistem kayıpları ile doğrulandıktan sonra, sulama mevsimi boyunca karşılaştırılır. Hesaplanan su ihtiyacının belirli aylarda fazla yükselmesi (Pik yapması) istenmez. Aksi takdirde sistem kapasitesi büyür, mevsimin büyük bölümündeki kapasite kullanımı azalır masraflar artar. Belirtilen bu noktalar da gözönüne alınarak *proje sistem kapasitesi* belirlenir.

8. Sistem kapasitesi bulunduktan sonra, projenin yatırım masrafları, işletme, bakım, yenileme masrafları ile sulama faydaları, ekonomik fizibilitesi ve mali fizibilitesi (projenin geri dönüşü) değerlendirilerek, olumlu ise kesin projesi hazırlanarak sistemin inşaatı gerçekleştirilir.



Toprak hazırlığı, sulama inşaatı ekim, dikim.

Şekil 10.6. Örün Değeri ve Bonajyon Planı.

11. PLANLAMA (YAPILABİLİRLİK, FİZİBİLİTE) RAPORU

Bilindiği gibi su kaynaklarının planlanması, ya da proje formülasyonu: geliştirme amaçlarının tanımlanması, planlama için gerekli verilerin toplanması, alternatif planların üretilmesi ve bu planların sosyo ekonomik analizi ve en uygun planın seçilmesi konularını kapsar. Yine görüldüğü gibi, planlama sürecinin önemli bir bölümünü oluşturan proje ekonomisi, fayda ve masrafların tayini ve bunların analizi ile ekonomik açıdan en elverişli planın seçimi konularını içine alır. Hazırlanan plan onaylandıktan ve finansman kaynakları sağlandıktan sonra, planın ayrıntılı uygulama projeleri yapılır ve inşaatına başlanır.

Planlama süreci ön inceleme (istikşaf), planlama (fizibilite) ve kesin proje almak üzere üç düzeyde hazırlanır. Bu bölümde önce kısaca anılan raporların nitelikleri kısaca açıklandıktan sonra PLANLAMA (fizibilite) raporunun hazırlanması üzerinde ayrıntılı biçimde durulacaktır.

Ön inceleme ya da İstikşaf Raporu, alternatif su kaynakları geliştirme planlarına ilişkin yapılan ilk inceleme bulgularını ihtiva eder. Ön inceleme amaçlarından biri, konuya ilişkin daha ayrıntılı çalışmaların yapılmayacağını belirlemesidir. Bulgular olumsuz ise çalışmaya son verilir. Buna karşılık bulgular olumlu ise, ön inceleme raporunda, yapılması gerekli daha ayrıntılı etüdler ile ilgili ne tür verilerin toplanacağı, hangi alternatif planlar üzerinde durulacağı, bu çalışmaların gerektirdiği profesyonel insan gücü, zaman ve masraf v.b. konularda öneri ve tavsiyeler yer alır.

Planlama (fizibilite) raporu, planlama sürecinin sonunu oluşturur. Bu aşamada, yeterli veriler toplanmış, alternatif planlar yeterince incelenmiş, sosyo-ekonomik analiz tamamlanmış ve en uygun plan seçil-

miştir. Planlamayı yapan profesyonel ekip, bulgularını planlama ya da fizibilite (yapılabilirlik) raporu halinde ilgili makama sunar.

Kesin proje raporu ise, projede öngörülen tesislerin inşaatına esas sağlar. Planlama raporunda yer alan ön proje ve keşifler ancak, alternatif projelerin karşılaştırılmasına ve seçilen plana dayanak oluşturabilecek ayrıntıdadır. Normal koşullar altında bu ön projeler inşaat uygulamaları için yetersizdir. O bakımdan projenin inşaatına geçilmezden önce, ayrıntılı inşaat projeleri hazırlanır.

11.1. Planlama Raporunun Temel İlkeleri

Planlama ekibi, raporunu hazırlarken şu üç noktayı önemle gözönünde bulundurmalıdır:

1. Raporunda yer alan öneri ve tavsiyelere dayanak oluşturan tüm aşamalar, dikkatli biçimde belgelenmelidir.
2. Rapor, konunun uzmanı olmayanlarca bile incelendiğinde, kolayca anlaşılabilir olacak açıklık ve düzgünlükte yazılmalıdır.
3. Planlama raporunda yer alan ve önerilere dayanak olan temel verilerin güvenilirliği yapılan çeşitli varsayımların geçerliliği öngörülen proje masraf ve faydalarının doğruluk derecesi objektif biçimde değerlendirilmelidir.

Teknik planların sunulmasında, yalnız seçilen projenin tartışılmasına değil, red edilen alternatiflere de yer verilmelidir. Bu ilke, yalnız alternatif geliştirme planlarına ilişkin önemli kararlar için değil, aynı zamanda baraj yeri veya yüksekliği, kanal kaplamaları, sifon ya da akedük seçimi v.b. kararlar için de geçerlidir. Raporunda bu tür ayrıntıların bulunması, güvenilirliği artırır.

Planlama raporu fazla uzun olmamalı ve bölümler rapor içindeki ağırlıkları oranında düzenlenmelidir. Orta ve büyük projelerin raporları genellikle 100-200 sayfadır. Rapor mümkün olduğu kadar özölmalı, gereksiz ayrıntılara girmemelidir. Raporun geneline ilişkin maddelere böylece değindikten sonra şimdi de planlama (fizibilite) raporunun bölümleri ve bunların düzenlenmesine ilişkin konular üzerinde durulacaktır.

11.2. Planlama (Fizibilite) Raporunun Genel Çerçevesi

Planlama raporunun bölümleri genellikle aşağıda belirtilen çerçevede düzenlenir.

I. KAPAK SAYFASI

II. SUNUŞ

III. İÇİNDEKİLER

IV. ÖZET

V. GİRİŞ

- a) Görevlendirme
- b) Önceki İncelemeler
- c) Amaçlar
- d) İncelemelerin çerçevesi
- e) Teşekkür

VI. GENEL BİLGİLER

- a) Coğrafya ve Jeoloji
- b) İklim ve yağış
- c) Tarih ve Gelişme
- d) Ekonomi ve Sosyal Koşullar
- e) Su Kaynakları
- f) Toprak Kaynakları
- g) Öbür Doğal Kaynaklar
- h) Mülkiyet Durumu

VII. TOPRAK ve SU KAYNAKLARININ GÜNÜMÜZDEKİ GELİŞME DÜZEYİ

VIII. EKONOMİK ve SOSYAL PROJEKSİYON

IX. TARIMSAL GELİŞME

- a) Toprak Sınıfları
- b) Tarımsal Ürünlerin Pazar Durumu

- c) Alternatif Arazi Kullanma
- d) Gerekli Girdiler
- e) Beklenen Çıktılar

X. ARAZİ ISLAH ÇALIŞMALARI

- a) Su Durumu
- b) Alternatif Sulama Planları
- c) Alternatif Drenaj Planları

XI. ENERJİ GELİŞTİRMESİ

- a) Enerji Pazarı
- b) Mevcut Sistemin Bileşimi
- c) Hidroelektrik Enerji Potansiyeli
- d) Alternatif Enerji Kaynakları
- e) Enerji Sisteminin Analizi

XII. TAŞKIN KONTROLÜ

- a) Potansiyel Taşkın Zararları
- b) Alternatif Taşkın Koruma Önlemleri
- c) Taşkın Kontrol Faydaları

XIII. SU-ULAŞIM GELİŞTİRMESİ

- a) Ulaştırma Tesislerine Olan Gereksinim
- b) Alternatif Su-Ulaşım Planları
- c) Su Gereksinimi
- d) Su Ulaşımının Faydaları

XIV. İÇME ve KULLANMA SUYU SAĞLAMA ve PİS SULARIN ARITILMASI

- a) Su İhtiyacı
- b) Alternatif Su Kaynakları
- c) Akarsu Kalite Standartları
- d) Alternatif Kontrol Yöntemleri
- e) Yasal Durum

XV. ÇOK KULLANIMLI (AMAÇLI) GELİŞTİRME

XVI. EKONOMİK ve SOSYAL ANALİZ

- a) Proje Masrafları
- b) Proje Faydaları
- c) Fayda-Masraf Analizi
- d) Ulusal Ekonomi
- e) Sosyal Faktörler
- f) Planın Seçimi

XVII. PROJENİN FİNANSMANI

XVIII. PROJENİN UYGULANMASI

- a) İnşaat Programı
- b) Gelişme Programı
- c) Tarımsal Eğitim ve Yayın Hizmetleri
- d) Kredi ve Pazarlama
- e) Yönetim

XIX. SONUÇ ve ÖNERİLER

11.3. Planlama (Fizibilite) Raporunun Ayrıntıları

Planlama (fizibilite) raporunun önceki alt bölümde verilen başlıklarına ilişkin tanımlar şöyle özetlenebilir:

I. *Kapak Sayfası*: Kapak sayfasında: Projenin adı, projenin sunulduğu kuruluş, projeyi hazırlayan kuruluş, planlama raporu ve raporun bitirildiği tarih yer alır.

II. *Sunuş*: Raporu hazırlamakla görevli kişinin, raporu incelemeye yetkili kimseye formal sunuş yazısıdır.

III. *İçindekiler*: Sunuş yazısından sonra, tüm rapor için bölüm, alt bölüm v.b. başlıkları gösteren bir içindekiler listesi düzenlenir. İyi düzenlenmiş bir içindekiler listesi rapordaki materyalin organizasyonuna ilişkin yeterli bir görünüm verir.

IV. Özet: Bu bölümde tüm raporun önemli noktaları kısaca gözden geçirilir. Önce geliştirme planının amaçları tanımlanır. Daha sonra farklı su kaynakları geliştirme komponentleri arasındaki ilişki, incelenen alternatif planlar ile bunların fayda ve masrafları, en elverişli planın seçiminde gözönüne alınan kriterler, projenin finansman ve uygulanmasına ilişkin öneriler yer alır.

V. Giriş: Giriş bölümünde ele alınan problemin niteliği, neden planlama kapsamına alındığı amaçlar ve bu amaçların nasıl gerçekleştirileceği hakkında bilgi verilir.

a) **Göreslendirme:** Planlama çalışmalarına yetki veren yazılı emirler ile, çalışmanın çerçevesinin bir tanımı yer alır.

b) **Önceki İncelemeler:** Probleme ilişkin daha önce yapılan incelemeler ile bunların bulgu ve önerileri kısaca gözden geçirilir.

c) **Amaçlar:** Önerilen su kaynakları geliştirme planının hedeflediği amaçlar kapsamlı bir biçimde belirtilir. Bu amaçlar: Tarımsal üretimin artırılması, yörede endüstrinin geliştirilmesi, sosyo krefahın artırılması ve enerji üretimi v.b. noktalarda toplanabilir.

d) **İncelemelerin çerçevesi:** İncelemelerin nasıl yürütüldüğü, görevlendirilen profesyonel eleman sayısı, ne kadar süre çalışıldığı ve yapılan harcamalar, arazi, Laboratuvar ve Büro çalışmaları hakkında bilgi verilir.

e) **Teşekkür:** Planlamanın çeşitli aşamalarına katılan ekip tutulur, öbür kuruluşlar ve ekipte yeralmayan kişilere teşekkür edilir.

VI. Genel Bilgiler: Proje alanının fiziksel ve sosyo ekonomik koşulları kısaca açıklanır, çalışmaya temel oluşturan veriler sunulur, gerekirse bunların analiz ve değerlendirmesi yapılır, verilerin güvenilirliği, ek veriye ihtiyaç olup olmadığı belirtilir. Bu bölüm mümkün olduğunca kısa tutulur ve tüm raporun % 10'unu aşmamasına özen gösterilir.

a) **Coğrafya ve Jeoloji:** Planlama kapsamına alınan su toplama havzasının coğrafya ve jeolojisine ilişkin bilgi verilir. Bu kısımda akarsular, göller, topografya, kentler, nüfus dağılımı, jeolojik formasyonlar v.b. planlamaya ışık tutucu haritalar yer alır. Yazılı metin oldukça kısa tutulur. Haritalar iyi düzenlenmeli ve yeterli açıklamalar ile donatılmalıdır.

b) *İklim ve Yağış*: Proje alanında yağışın zaman ve mekan boyutundaki miktar ve dağılımı buharlaşma, terleme, sıcaklık, hava hacmi, güneşlenme ve rüzgara ilişkin veriler verilir. Bu verilerin çok büyük bir bölümü uygun biçimde düzenlenmiş harita, diyagram ve tablolar halinde verilmelidir. Böyle bir tertip hem az yer tutar hem kolayca gözden geçirilebilir.

c) *Tarihçe ve Gelişme*: Proje alanının kısa bir tarihçesi ile yakın zamandaki gelişme süreci hakkında bilgi verilmesi bugünün problemlerinin daha kolay anlaşılmasını sağlar.

d) *Ekonomik ve Sosyal Koşullar*: Bu bir bakıma önceki paragrafın devamıdır. Bölgesel gelir, gelir dağılımı, toprak mülkiyet düzeni, sanayi gelişmesi, yaşam ve çalışma koşulları, işsizlik, eğitim, sosyal hizmetler ve nüfus artışı v.b. konularda veri sunulur.

e) *Su Kaynakları*: Bu kısımda taşkın akımlarının süre eğrileri, yeraltı suları, su kalitesi, akarsu yatağının kesit ve profili, pürüzlülük ve sediment taşınması v.b. konularda veri sunulur.

f) *Toprak Kaynakları*: Toplam arazi, çayır-mera, tarım arazisi, ekilen arazi, sulanabilir arazi, drenaj gerektiren arazi toprak tipleri v.b. konularda bilgi verilir.

g) *Öbür Doğal Kaynaklar*: Su toplama havzasında bulunan ve su kaynaklarının geliştirilmesi ile ilişkili maden, orman kaynakları ile su ürünlerine ilişkin bilgi verilir.

h) *Mülkiyet Durumu*: Proje alanında toprak, su, maden, orman ve su ürünleri v.b. doğal kaynakların mevcut mülkiyet durumu ile bunların en verimli biçimde geliştirilmesi sırasında ortaya çıkabilecek yasal sorunlar hakkında bilgi verilir.

VII. Toprak ve Su Kaynaklarının Mevcut Gelişme Düzeyi: Bu bölüm gerekirse kısımlara ayrılabilir. Mevcut tarımsal koşullar, bitkisel ve hayvansal üretimin tipi, tarımsal üretimdeki değeri, pazar ve kredi kolaylıkları ile çiftçinin eğitim düzeyine ilişkin bilgi verilir. Su kaynaklarının geliştirilmesi ise sulama, drenaj, enerji üretimi, taşkın kontrolü, ulaşım, içme ve kullanma suyu sağlama ve rekreasyon başlıkları altında incelenir.

VIII. Ekonomik ve Sosyal Projeksiyon: Proje alanında gelecekteki nüfus ve bu nüfusun ekonomik faaliyetlerine ilişkin bir tahmin

yapılır. Bu tahminler çok sağlıklı olmasalar bile, havzadaki su kaynaklarının geliştirilmesinin değerlendirilmesi ve alternatif planların yapılabilirliğinde esas teşkil ederler.

IX. Tarımsal Gelişme: Bu bölümde daha çok arazi geliştirilmesinin tarımsal yönü üzerinde durulur. Topraktaki nem düzeyinin denetimi dahil gerekli tarımsal girdilerin düzeyi belirlenir.

a) **Toprak Sınıfları:** Proje alanındaki çeşitli toprak formasyonlarının aşağıda belirtilen karakteristiklerine ilişkin bilgi sunulur:

1. Toprağın yapısı
2. Toprağın kimyasal bileşimi
3. Taban suyu hareketleri
4. Yeraltı sularının kimyasal bileşimi
5. Alt toprağın drenaj özellikleri
6. Yüzeysel toprağın sulama özellikleri

b) **Tarımsal Ürünlerin Pazar Durumu:** Öngörülen tarımsal ürün artışının beklenen fiyatlarda pazarlanabileceğine ilişkin ulusal ve uluslararası düzeyde istatistik değerler sunulur. Proje çok büyükse, artan üretimin fiyatlar üzerine olan etkisi tartışılmalıdır.

c) **Alternatif Arazi Kullanma:** Projede öngörülen aşağıda belirtilen çeşitli düzeylerdeki toprak iyileştirme önlemleri hakkında bilgi verilir:

1. Mevcut sulama ve drenaj alanlarında daha iyi işletme ve bakımı da içine alan orta derece iyileştirme
2. Ek sulama ve drenaj tesisleri, çeşitli ürün desenleri, iyi tohumluk ve gübre kullanımı dahil daha üst düzeydeki iyileştirmeler.
3. Sulamada toprak neminin denetimi, yüzeysel drenajı, toprak altı drenajı, arazinin yeniden parçellenmesi, derin sürme, toprak ve ürünlerin kimyasal kontrolü dahil tam geliştirme.

d) **Gerekli Girdiler:** Yukarıda belirtilen düzeylerdeki toprak iyileştirmesinin herbiri için kantitatif bilgiler verilir:

1. Proje alanının çeşitli yörelerinde sulama mevsimi boyunca gerekli sulama suyu gereksinimi.
2. Drenaj sistemi istekleri

3. İşçilik ihtiyacı
4. Bina, tesis ve mekanizasyon için gerekli yatırım.
5. Tohumluk, gübre, malzeme ve yakıt'ın yıllık maliyeti.
6. Tarımsal ürünlerin depolama, işleme ve pazarlama istekleri.
7. Proje alanında araştırma, yayım ve eğitim ihtiyacı.
8. Kredi ihtiyacı.
9. Yönetmel istekler.

e) *Beklenen Çıktılar*: Bu kısımda yukarıda belirtilen iyileştirme önlemlerinin herbiri için gerekli ürün desenleri, gerçekleştirilecek üretim ve bunun pazar değerine ilişkin bilgi verilir. Şebeke işletmeye açıldıktan sonra öngörülen gelişmenin kaç yılda gerçekleştirileceği belirtilmelidir. Çünkü bu nokta ekonomik analizde fevkalade önemlidir.

X. *Arazi Islah Çalışmaları*: Bu bölümde daha çok arazi geliştirilmesinin mühendislik yönü üzerinde durulur.

a) *Su Durumu*: Proje alanında suyun muhtemel kaynakları gözden geçirilir.

1. Öbür akarsulara henüz tahsis edilmemiş akarsu akımları.
2. Menba rezervuarları ile artırılmış akarsu akımları.
3. Uzak akarsu sistemlerinden saptırma.
4. Yeraltı suları potansiyeli.

Muhtemel herbir kaynağın kalite durumu da belirtilmelidir.

b) *Alternatif Sulama Planları*: Bu kısımda, gerekli sulama suyunu sağlayacak en ekonomik sulama projeleri tartışılır. Her projede, rezervuarlar, kanallar, pompa istasyonları, boru hatları ve kontrol tesisleri bulunabilir. Her bir proje, suyu kaynaktan alıp sulu tarım arazisine getirir. Alternatif projelerin yatırım masrafları ile yıllık işletme ve bakım masrafları hakkında bilgi verilir.

c) *Alternatif Drenaj Planları*: Bu kısımda gerekli drenaj ihtiyacının karşılanmasında en ekonomik drenaj tesisleri tartışılır. Bu tesisler seddeler, kanallar, hendekler, toprak altı drenleri, kontrol yapıları ve pompa istasyonlarından oluşabilir. Her bir sisteme ilişkin keşif özeti de verilmelidir.

XI. Enerji Geliştirilmesi: Bu bölümde proje alanında mevcut ve gelecekteki hidroelektrik enerji geliştirilmesi hakkında bilgi verilir.

a) **Enerji Pazarı:** Hidroelektrik enerji santrallerinin bağlanacağı tüm enerji pazarının karakteristikleri: Yük faktörleri, yıllık kapasite artışı, enerji talebi, primer enerji, sekonder enerji ve fazla enerji, istenen güvenilirlik ve enerjinin coğrafi dağılışı gözden geçirilir.

b) **Mevcut Sistemin Bileşimi:** Mevcut enerji sisteminin bileşimi santral tipi, kapasitesi, enerji sistemindeki yeri, yedek kapasite ve yakıt maliyeti hakkında bilgi verilir.

c) **Hidroelektrik Enerji Potansiyeli:** Potansiyel hidroelektrik enerji geliştirilmesi ve ilgili depolama tesisleri ile ilgili mühendislik çalışmalarının sonuçları özetlenir.

d) **Alternatif Enerji Kaynakları:** Mevcut enerji sisteminin kapasitesinin artırılmasında gözönünde bulundurulacak alternatif kaynaklar:

1. Enerjinin bir başka yerden satın alınması
2. Termik santraller
3. Gaz santralleri
4. Atom santralleri

gözden geçirilir, her alternatif için yatırım masrafları, işletme, bakım ve yakıt masraflarına ilişkin bilgi verilir.

e) **Enerji Sistemlerinin Analizi:** Bu kısımda çeşitli enerji sistem opsiyonlarının ekonomik analizi verilir.

XII. Taşkın Kontrolü: Bu bölümde hem kırsal ve hem kentsel taşkın kontrol önlemleri incelenir. Kırsal taşkın koruma önlemlerinin drenaj sistemleri ile bütünleştirilmesi üzerinde özellikle durulur.

a) **Potansiyel Taşkın Zararları:** Bu kısımda taşkın seviyesi ve zarar arasındaki ilişkinin ekonomik bir değerlendirilmesi yapılır.

b) **Alternatif Taşkın Koruma Önlemleri:** Yapılabilirliği olan, seddeler, rezervuarlar, saptırma kanalları, yatak ıslahı v.b. çeşitli önlemler incelenir.

c) **Taşkın Kontrol Faydaları:** Çeşitli taşkın koruma planlarının taşkın zararlarının azaltılması açısından faydaları yorumlanır.

XIII. Ulaşım Geliştirme: Bu bölümde proje alanında akarsu ulaşım olanakları değerlendirilir.

a) *Ulaştırma Tesislerine Olan Gereksinim:* Proje alanında, akarsu, karayolu, demiryolu ve hava ulaştırmasının mevcut ve gelecekteki durumu tartışılır. Çeşitli alternatiflerin ulaştırma maliyetleri hakkında bilgi verilir.

b) *Alternatif Su Ulaşım Planları:* Bu kısımda su ulaşımında göz önüne alınan alınan alternatif planlar belirtilir. Bu projeler, akarsu düzenlemesi, akarsu kanalizasyonu veya kanalları ihtiva edebilir.

c) *Su İhtiyacı:* Her bir ulaşım projesi için gerekli su tahmin edilir.

d) *Ulaşım Faydaları:* Her bir projenin faydaları, ulaştırma giderlerinde yapılan tasarruf cinsinden ifade edilecek, akarsu ulaşım projesi, en ucuz alternatif ulaştırma metodu ile karşılaştırılır.

XIV. İçme ve Kullanma Suyu Sağlama ve Kanalizasyon: Bu bölümde özellikle kentsel yerleşmelere ve sanayiye istenen kalite ve miktarda su sağlama, kentsel ve sanayi atıklarının kanalizasyonu v.b. konular incelenir.

a) *Su İhtiyacı:* Miktar ve kalite açısından mevcut durum ve gelecekteki su talebi değerlendirilir. Talep, suyun değeri ve maliyetinin bir fonksiyonu olarak gösterilir.

b) *Alternatif Su Kaynakları:* Daha önceki kısımlarda belirlenen miktar ve kalitede suyu sağlamada alternatif kaynaklar, gerekli mühendislik tesisleri ve bunların maliyetleri incelenir.

c) *Akım Kalite Standartları:* Pis suların arıtılması ve kanalizasyon yöntemleri belirlenmeden önce, bunların verildikleri göl ya da akarsuyun izin verilebilen kirlenme düzeylerinin bilinmesi gereklidir. Bu kısımda, akım kalite standartlarının formülasyonuna yol açan sağlık, estetik ve rekreasyon faktörleri belirtilir.

d) *Alternatif Kontrol Yöntemleri:* Akım kalite standartları ve akarsuya boşaltılacak toplam atık miktarı belirlendikten sonra, çeşitli arıtma sistemleri projelenebilir. Önerilen tesislere ilişkin alternatif planlar ve bunların maliyetleri gösterilir.

e) *Yasal Durum:* Bu kısımda, Belediyeler ve sanayinin atıklarının arıtılması ve kanalizasyon standartlarına uymalarına ilişkin yasal durum ve mevzuat incelenir.

XV. *Çok Kullanımlı (Amaçlı) Geliştirme*: Bu bölümde çeşitli su kaynakları geliştirme komponentlerinin (sulama, enerji, taşkın kontrolü v.b.) birbirlerine etkileri gözden geçirilir.

XVI. *Ekonomik ve Sosyal Analiz*: Daha önceki bölümlerde su kaynakları geliştirme projelerinin çeşitli alternatiflerinin fayda ve masrafları belirlenmişti. Bu bölümde, en elverişli geliştirme planının bulunması amacı ile bu değerlerin sosyal koşullar da göz önüne alınarak bir analiz yapılır.

a) *Proje Masrafları*: Daha önceki bölümlerde belirtilen bütün masraflar bir araya getirilip açık ve izlenebilecek biçimde sunulur. Alternatif planları oluşturan çeşitli mühendislik tesislerine ilişkin yatırım, işletme ve bakım masrafları belirtilir.

b) *Proje Faydaları*: Aynı biçimde, ölçülebilen ve ölçülmeyen ya da doğrudan ve dolaylı tüm fayda değerleri bir araya getirilir.

c) *Fayda-Masraf Analizi*: Bu kısımda uygun bir faiz (indirgeme) oranı kullanılarak hesaplanan fayda-masraf oranı, net faydalar ve iç karışık oranları gibi önemli parametreler sunulur. Elde mevcut yatırım fonları ve projeler de gözönüne alınarak proje ekonomisi açısından en elverişli alternatif belirlenir.

d) *Ulusal Ekonomi*: Bu kısımda alternatif projeler ülkenin ulusal ekonomisine katkısı açısından gözden geçirilir. Bunların ulusal gelir, vergi gelirleri, istihdam, dış ticaret, ödemeler dengesi ya da sanayi gelişmesine olan etkileri değerlendirilir.

e) *Sosyal Faktörler*: Alternatif projeler sosyal refaha olan katkıları açısından da değerlendirilirler. Bu katkılar bazı durumlarda, taşkımlar ve kuraklık gibi doğal afetlere karşı güvenlik, daha cazip bir çevrenin yaratılması v.b. biçimde gerçekleşir.

f) *Planın Seçimi*: Alternatif planlar proje ekonomisi, ulusal ekonomiye ve sosyal refah açısından değerlendirildikten sonra, planlama raporunu hazırlamakla görevli ekip en elverişli projenin seçimine ilişkin profesyonel önerisini yapar.

XVII. *Projenin Finansmanı*: Bu bölümde seçilen geliştirme planının önerilen finansman biçimleri tartışılır.

1. Finansman sorumluluğunun projenin gerçekleştirilmesine katılan farklı kuruluşlarca nasıl paylaşılacağı

2. Yatırım fonunun iç ve dış kaynaklardan sağlanma programı
3. Yatırımın geri ödeme planına ilişkin öneriler
4. Ulusal arazi kredi örgütlerine, varsa Devletçe yapılacak geri ödeme yöntemlerine ilişkin öneriler.

XVIII. Projenin Uygulanması: Bu bölümde, önerilen geliştirme projesinin gerçekleştirilmesi amacı ile uygulanacak program tartışılır. Önerilen programda, dengeli bir ekonomik ve sosyal gelişme için gerekli öğelere yer verilmesi büyük önem taşır. Özellikle ekonomik analiz sonucu tahmin edilen faydaların zaman boyutunun realist olmasına özen gösterilmelidir.

a) **İnşaat Programı:** Geliştirme projesinde yer alan tüm mühendislik tesislerinin önerilen inşaat programı belirtilir. Projenin kapsam ve niteliğine göre inşaatın başlama ve bitirilmesi arasında kalan süre bir kaç yıldan bir kaç on yıla kadar değişebilir.

b) **Gelişme Programı:** Belli başlı mühendislik tesislerinin yapınının tamamlanmasından sonra proje için önerilen gelişme programı belirtilir. Enerji üretimi, içme ve kullanma suyu sağlama projelerinde gelişme süresi nispeten kısadır. Buna karşılık, sulama ve drenaj dahil tarımsal geliştirme projelerinde, gelişme periyodu özellikle büyük projelerde bir kaç on yıl olabilir ve bu projeler büyük ölçüde entegre faaliyetler gerektirebilir. Bütün bu noktalar zaman programında belirtilmelidir.

c) **Tarımsal Eğitim ve Yayın Hizmetleri:** Özellikle gelişmekte olan ülkelerin tarımsal gelişme projelerinde çok önemli olan, ancak uygulama da gözardı edilen iki önemli nokta: etkin bir tarımsal eğitim ve yayın hizmetlerinin gerçekleştirilmesidir. Bu konuda anılan soruna ilişkin realist önerilere yer verilmelidir.

d) **Kredi ve Pazarlama:** Projenin uygulanmaya geçmesi ile tarımsal üretimde beklenen artışın gerçekleşmesi için gerekli kredinin hangi yollarla sağlanacağı, taşıma, depolama ve pazarlama sorunlarının nasıl çözüleceği belirtilmelidir.

e) **Yönetim:** Belli başlı mühendislik yapılarının bitirilip işletmeye açılmasından başlayarak projenin geliştirme periyodu ve daha sonra da işletme ve bakımı etkili bir yönetime ihtiyaç gösterir. Raporda proje yönetiminin organizasyon yapısı özetlenmeli ve bunun mevcut kurumsal yapı ile nasıl bağdaştırılacağı belirtilmelidir.

XIX. Sonuç ve Öneriler: Raporun son bölümünde, projenin önemli karakteristiklerine ilişkin bulgu ve öneriler özet olarak verilir. Bu arada su kaynağının durumu, belli başlı mühendislik yapılarının yapılabilirliği ve tahmin edilen maliyetleri, toprak verimliliği, üretilen tarımsal ürünler ve enerjinin pazarlanması ve alternatif geliştirme projelerinin beklenen faydaları belirtilir. Daha sonra projeye ilişkin geliştirilen öneri demeti sunulur. Önerilerin ilki, uygulama için seçilen projeye ilişkindir. Daha sonra projenin finansmanı, mühendislik tesislerinin kesin projelerinin yapılmasından önce yapılması zorunlu ek arazi çalışmaları, tam gelişimin en kısa sürede gerçekleşmesi için alınması gerekli önlemler v.b. noktalarda öneri ve tavsiyelere yer verilir.

Ek- 1.

EKONOMİK ANALİZ ÇEVİRİM TABLOLARI

(Tabloların hazırlanmasında Gittinger, 1973: "Compounding and Discounting Tables" esas alınmıştır).

% i	Tek ödemelerde, bileşik faiz faktörü	Yıllık eşit ödemelerde, bileşik faiz faktörü	Yıllık eşit ödemelerde, biriktilme (tüm fonu) faktörü
YIL	$\frac{F}{P} = q^n$	$\frac{F}{A} = q^n - i/f$	$\frac{A}{F} = f/q^n - i$
1	1.010 000	1.000 000	1.000 000
2	1.020 100	2.010 000	497 512
3	1.030 301	3.030 100	330 022
4	1.040 604	4.060 401	246 281
5	1.051 010	5.101 005	196 040
6	1.061 530	6.152 015	162 548
7	1.072 135	7.213 535	138 628
8	1.082 857	8.285 671	120 690
9	1.093 685	9.368 527	106 740
10	1.104 622	10.462 213	95 582
11	1.115 668	11.566 835	86 454
12	1.126 825	12.682 503	78 849
13	1.138 093	13.809 228	72 415
14	1.149 474	14.947 021	66 901
15	1.160 969	16.096 896	62 124
16	1.172 579	17.257 864	57 945
17	1.184 304	18.430 043	54 258
18	1.196 147	19.614 748	50 982
19	1.208 109	20.810 895	48 052
20	1.220 190	22.019 004	45 415
21	1.232 392	23.239 194	43 031
22	1.244 716	24.471 586	40 864
23	1.257 163	25.716 302	38 886
24	1.269 735	26.973 465	37 073
25	1.282 432	28.243 200	35 407
26	1.295 256	29.525 631	33 869
27	1.308 209	30.820 888	32 446
28	1.321 291	32.129 097	31 124
29	1.334 504	33.450 388	29 895
30	1.347 849	34.784 892	28 748
31	1.361 327	36.132 740	27 676
32	1.374 941	37.494 068	26 671
33	1.388 690	38.869 009	25 727
34	1.402 577	40.257 699	24 840
35	1.416 603	41.660 276	24 004
36	1.430 769	43.076 878	23 214
37	1.445 076	44.507 647	22 468
38	1.459 527	45.952 734	21 761
39	1.474 123	47.412 251	21 092
40	1.488 864	48.886 373	20 456
41	1.503 752	50.375 237	19 851
42	1.518 790	51.878 969	19 276
43	1.533 979	53.397 779	18 727
44	1.549 318	54.931 757	18 204
45	1.564 811	56.481 075	17 705
46	1.580 459	58.045 885	17 228
47	1.596 263	59.626 344	16 771
48	1.612 226	61.222 608	16 334
49	1.628 348	62.834 834	15 915
50	1.644 632	64.463 182	15 513

Tek ödemelerde, bugünkü değer faktörü $\frac{P}{i} = 1/i^*$	Yıllık eşit ödemelerde, bugün- kü değer faktörü $\frac{P}{A} = q^n - 1/iq^n$	Yıllık eşit ödemelerde, faiz-amortisman faktörü $\frac{A}{P} = iq^n/q^n - 1$	% i
			YIL
990 099	990 099	1 010 000	1
980 296	1 070 325	907 512	2
970 590	2 040 985	840 022	3
960 990	3 001 960	786 291	4
951 498	4 053 431	740 040	5
942 045	5 195 476	700 549	6
932 719	6 429 195	668 609	7
923 493	7 755 678	640 690	8
914 340	9 175 018	616 740	9
905 287	10 687 305	595 782	10
896 324	12 293 629	576 854	11
887 449	13 995 077	559 949	12
878 663	15 792 740	545 015	13
869 965	17 686 755	531 991	14
861 349	19 677 253	520 724	15
852 821	21 764 374	510 165	16
844 377	23 948 251	500 258	17
836 017	26 229 929	490 952	18
827 740	28 609 558	482 202	19
819 544	31 087 283	474 065	20
811 430	33 663 155	466 491	21
803 396	36 337 319	459 434	22
795 442	39 109 921	452 846	23
787 566	41 981 117	446 677	24
779 768	44 950 956	440 887	25
772 048	48 019 484	435 429	26
764 404	51 186 756	430 354	27
756 836	54 452 827	425 614	28
749 342	57 817 755	421 260	29
741 923	61 281 596	417 243	30
734 577	64 844 405	413 524	31
727 304	68 506 228	410 061	32
720 103	72 267 119	406 814	33
712 973	76 127 232	403 754	34
705 914	80 086 621	400 844	35
698 925	84 145 440	398 054	36
692 005	88 303 844	395 354	37
685 153	92 561 988	392 814	38
678 370	96 920 036	390 404	39
671 652	101 378 144	388 104	40
665 003	105 936 368	385 894	41
658 419	110 594 764	383 754	42
651 900	115 353 388	381 674	43
645 445	120 212 296	379 744	44
639 055	125 171 544	377 854	45
632 728	130 231 188	376 004	46
626 463	135 391 284	374 284	47
620 260	140 651 888	372 684	48
614 119	146 012 956	371 184	49
608 039	151 474 544	369 774	50

YIL	Tek ödemelerde, bileşik faiz faktörü $\frac{F}{P} = q^n$	Yıllık eşit ödemelerde, bileşik faiz faktörü $\frac{F}{A} = q^n - i \cdot i$	Yıllık eşit ödemelerde, biriktime (ifa fonu) faktörü $\frac{A}{P} = \frac{i}{q^n - 1}$
1	1.020.000	1.060.000	1.000.000
2	1.040.400	2.020.000	495.050
3	1.061.208	3.060.400	326.755
4	1.082.432	4.121.608	242.624
5	1.104.081	5.204.040	197.158
6	1.126.162	6.308.121	158.526
7	1.148.686	7.434.283	134.512
8	1.171.659	8.582.969	116.510
9	1.195.093	9.754.628	102.515
10	1.218.994	10.949.721	91.327
11	1.243.374	12.166.715	82.178
12	1.268.242	13.412.090	74.560
13	1.293.607	14.680.332	68.119
14	1.319.479	15.973.038	62.602
15	1.345.868	17.293.417	57.825
16	1.372.786	18.639.285	53.650
17	1.400.241	20.012.071	49.970
18	1.428.246	21.412.312	46.702
19	1.456.811	22.840.599	43.782
20	1.485.947	24.297.370	41.157
21	1.515.666	25.783.317	38.785
22	1.545.980	27.298.984	36.631
23	1.576.899	28.844.963	34.688
24	1.608.437	30.421.662	32.941
25	1.640.606	32.030.300	31.370
26	1.673.418	33.670.906	29.969
27	1.706.886	35.344.324	28.723
28	1.741.024	37.051.210	27.620
29	1.775.845	38.792.235	26.658
30	1.811.362	40.568.079	25.830
31	1.847.589	42.379.441	25.136
32	1.884.541	44.227.000	24.561
33	1.922.233	46.111.570	24.097
34	1.960.678	48.033.802	23.741
35	1.999.890	49.994.478	23.482
36	2.039.867	51.994.367	23.323
37	2.080.626	54.034.255	23.267
38	2.122.299	56.114.940	23.212
39	2.164.745	58.237.238	23.157
40	2.208.040	60.401.963	23.158
41	2.252.206	62.610.023	23.157
42	2.297.244	64.862.323	23.157
43	2.343.189	67.159.468	23.159
44	2.390.053	69.502.657	23.160
45	2.437.854	71.892.710	23.161
46	2.486.611	74.330.564	23.163
47	2.536.344	76.817.176	23.166
48	2.587.070	79.353.519	23.169
49	2.638.812	81.940.590	23.174
50	2.691.588	84.579.401	23.182

Tek ödemelerde, bugünkü değer faktörü $\frac{P}{i} = 1/q^n$	Yıllık eşit ödemelerde, bugün- kü değer faktörü $\frac{P}{A} = q^n - 1 / iq^n$	Yıllık eşit ödemelerde, faiz-amortisman faktörü $\frac{A}{P} = iq^n / q^n - 1$	% 2
			YIL
380 392	980 392	1.020 000	1
361 169	1.941 561	515 050	2
342 322	2.883 883	346 755	3
323 845	3.807 729	262 624	4
305 731	4.713 460	212 158	5
287 971	5.601 431	176 526	6
270 560	6.471 981	154 512	7
253 490	7.325 481	136 510	8
236 755	8.162 237	122 515	9
220 348	8.982 585	111 327	10
204 283	9.786 848	102 178	11
188 463	10.575 341	94 560	12
173 003	11.348 374	88 118	13
157 875	12.105 349	82 602	14
143 018	12.846 264	77 825	15
128 446	13.571 709	73 650	16
114 163	14.281 872	69 970	17
100 159	14.976 031	66 702	18
86 431	15.654 462	63 782	19
72 971	16.317 433	61 157	20
59 776	17.011 209	58 785	21
46 839	17.688 048	56 631	22
34 156	18.392 204	54 658	23
21 721	18.913 925	52 871	24
9 531	19.523 456	51 220	25
597 579	20.121 035	49 699	26
585 862	20.706 899	48 293	27
574 375	21.281 272	46 990	28
563 112	21.844 385	45 778	29
552 071	22.396 455	44 650	30
541 248	22.937 702	43 596	31
530 632	23.468 325	42 611	32
520 229	23.988 954	41 687	33
510 028	24.498 592	40 819	34
500 028	24.998 619	40 002	35
490 223	25.488 642	39 233	36
480 611	25.969 453	38 507	37
471 187	26.440 641	37 821	38
461 948	26.902 589	37 171	39
452 880	27.355 429	36 556	40
444 010	27.799 489	35 972	41
435 304	28.234 794	35 417	42
426 760	28.661 582	34 890	43
418 401	29.079 983	34 388	44
410 197	29.489 160	33 910	45
402 154	29.889 314	33 453	46
394 268	30.280 582	33 018	47
386 538	30.673 120	32 602	48
378 958	31.057 078	32 204	49
371 528	31.432 606	31 823	50

% 3	Tek ödemelerde, bileşik faiz faktörü $\frac{F}{F} = q^n$	Yıllık eşit ödemelerde, bileşik faiz faktörü $\frac{F}{A} = q^n - 1$	Yıllık eşit ödemelerde, biriktirme (itfa fonu) faktörü $\frac{A}{F} = f/(q^n - 1)$
YIL			
1	1.030 000	1.000 000	1.000 000
2	1.060 900	2.030 000	492 611
3	1.092 727	3.090 900	323 530
4	1.125 509	4.189 627	239 027
5	1.159 274	5.309 136	188 355
6	1.194 052	6 458 410	154 598
7	1.229 874	7.642 462	130 506
8	1.266 770	8.862 336	112 456
9	1.304 773	10.159 106	98 434
10	1.343 916	11.463 879	87 231
11	1.384 234	12 807 756	78 077
12	1.425 761	14.192 030	70 462
13	1.468 534	15.617 790	64 070
14	1.512 590	17.086 324	58 528
15	1.557 967	18.598 914	53 767
16	1.604 706	20.156 881	49 611
17	1.652 848	21.761 588	45 953
18	1.702 433	23.414 435	42 709
19	1.753 506	25.116 888	39 814
20	1.806 111	26.870 374	37 216
21	1.860 295	28 676 486	34 872
22	1.916 103	30.536 780	32 747
23	1.973 587	32.452 884	30 814
24	2.032 794	34.426 470	29 047
25	2.093 778	36.459 264	27 428
26	2.156 591	38.553 042	25 938
27	2.221 289	40.709 634	24 564
28	2.287 929	42.930 923	23 299
29	2.356 566	45.218 850	22 135
30	2.427 262	47.575 416	21 070
31	2.500 080	50.002 678	20 099
32	2.575 083	52.502 759	19 247
33	2.652 335	55.077 841	18 500
34	2.731 905	57.730 177	17 822
35	2.813 862	60.462 082	17 209
36	2.898 278	63.278 944	16 650
37	2.985 327	66.174 223	16 142
38	3.074 783	69.150 449	15 683
39	3.167 027	72.204 233	15 271
40	3.262 038	75.401 260	14 904
41	3.359 896	78.653 298	14 580
42	3.460 696	82.023 196	14 296
43	3.564 517	85.483 892	14 049
44	3.671 452	89.048 409	13 836
45	3.781 596	92.719 861	13 645
46	3.895 044	96.501 457	13 473
47	4.011 895	100.398 501	13 319
48	4.132 252	104.408 396	13 181
49	4.256 219	108.540 648	13 048
50	4.383 906	112.790 867	12 929

Tek ödemelerde, bugünkü değer faktörü $\frac{P}{i} = 1/q^n$	Yıllık eşit ödemelerde, bugün- kü değer faktörü $\frac{P}{A} = q^n - 1/q^n$	Yıllık eşit ödemelerde, faiz-ansızdışın faktörü $\frac{A}{P} = iq^n / (q^n - 1)$	% 3 YIL
970 874	970 874	1.030 000	1
942 596	1.913 470	522 611	2
915 142	2.828 611	353 530	3
888 487	3.717 098	268 027	4
862 608	4.579 707	218 255	5
837 484	5.417 191	184 598	6
813 092	6.230 283	160 506	7
789 408	7.019 602	142 456	8
766 417	7.786 109	128 434	9
744 094	8.630 203	117 231	10
722 421	9.252 624	108 077	11
701 380	9.954 004	100 462	12
680 951	10.634 955	934 030	13
661 118	11.298 073	888 536	14
641 852	11.937 905	863 767	15
623 167	12.561 102	779 611	16
605 016	13.166 118	775 853	17
587 399	13.753 513	772 709	18
570 296	14.323 799	669 814	19
553 676	14.877 475	667 216	20
537 549	15.415 024	664 872	21
521 893	15.936 917	662 747	22
506 692	16.443 606	660 814	23
491 934	16.935 542	659 047	24
477 606	17.413 148	657 428	25
463 695	17.876 642	655 938	26
450 189	18.327 031	654 564	27
437 077	18.764 108	653 293	28
424 346	19.188 455	652 115	29
411 987	19.600 441	651 019	30
399 987	20.000 426	649 999	31
388 337	20.388 766	649 047	32
377 026	20.765 792	648 156	33
366 045	21.131 837	647 322	34
355 383	21.487 320	646 539	35
345 032	21.832 252	645 804	36
334 983	22.167 235	645 112	37
325 228	22.492 463	644 459	38
315 754	22.808 215	643 844	39
306 557	23.114 722	643 262	40
297 626	23.412 400	642 712	41
288 959	23.701 359	642 192	42
280 543	23.981 902	641 698	43
272 372	24.254 274	641 230	44
264 439	24.518 713	640 785	45
256 737	24.775 449	640 363	46
249 269	25.024 708	639 961	47
241 999	25.266 707	639 578	48
234 950	25.501 697	639 213	49
228 107	25.729 764	638 865	50

%	Tek ödemelerde, bileşik faiz faktörü	Yıllık eşit ödemelerde, bileşik faiz faktörü	Yıllık eşit ödemelerde, biriktirmeye (ada fonu) faktörü
YIL	$\frac{F}{P} = q^n$	$\frac{F}{A} = q^n - 1/i$	$\frac{A}{F} = (1/q)^n - 1$
1	1.040 000	1.000 000	1.000 000
2	1.081 600	2.040 000	490 196
3	1.124 864	3 121 600	320 349
4	1.169 859	4 246 464	235 490
5	1.216 653	5 416 323	184 627
6	1.265 319	6 632 975	150 762
7	1.315 932	7 896 294	126 810
8	1.368 599	9 214 228	108 528
9	1.423 312	10 582 795	94 493
10	1.480 264	12 006 107	83 291
11	1.539 464	13 486 291	74 149
12	1.601 032	15 025 805	66 552
13	1.665 074	16 626 838	60 144
14	1.731 676	18 291 911	54 669
15	1.800 944	20 023 588	50 041
16	1.872 981	21 824 531	46 620
17	1.947 900	23 697 512	43 199
18	2.025 817	25 645 413	40 593
19	2.106 849	27 671 229	38 129
20	2.191 123	29 778 079	35 862
21	2.278 766	31 969 202	33 760
22	2.369 919	34 247 970	31 999
23	2.464 716	36 617 689	30 309
24	2.563 304	39 082 604	28 587
25	2.665 836	41 645 908	27 012
26	2.772 470	44 311 745	25 567
27	2.883 369	47 084 214	24 239
28	2.998 703	49 967 583	23 013
29	3 118 651	52 966 286	21 880
30	3 243 356	56 084 936	20 830
31	3 373 123	59 328 336	19 865
32	3 508 059	62 701 469	18 949
33	3 648 381	66 209 527	18 104
34	3 794 316	69 857 909	17 319
35	3 946 089	73 652 225	16 577
36	4 103 933	77 598 314	15 887
37	4 268 090	81 702 246	15 240
38	4 438 813	85 970 336	14 632
39	4 616 366	90 409 150	14 061
40	4 801 021	95 025 516	13 523
41	4 993 061	99 826 536	13 017
42	5 192 784	104 819 598	12 540
43	5 400 495	110 012 382	12 090
44	5 616 515	115 412 877	11 665
45	5 841 176	121 029 392	11 262
46	6 074 823	126 870 568	10 882
47	6 317 816	132 945 390	10 522
48	6 570 528	139 263 206	10 181
49	6 833 340	145 833 734	9 857
50	7 106 683	152 667 084	9 550

Tek ödemelerde, bugünkü değer faktörü $\frac{P}{i} = \frac{1}{i^n}$	Yıllık eşit ödemelerde, bugün- kü değer faktörü $\frac{P}{A} = \frac{i^n}{1 - (1+i)^{-n}}$	Yıllık eşit ödemelerde, faiz-amortisman faktörü $\frac{A}{P} = \frac{i^n}{1 - (1+i)^{-n}}$	% 4 YIL
961 538	961 538	1.040 000	1
924 556	1 886 096	530 196	2
888 996	2 775 091	360 349	3
854 804	3 629 895	275 490	4
821 927	4 461 822	224 627	5
790 315	5 242 137	190 762	6
759 918	6 000 055	166 610	7
730 690	6 732 745	148 528	8
702 587	7 439 332	134 493	9
675 564	8 110 896	122 291	10
649 581	8 760 477	114 149	11
624 597	9 385 074	106 552	12
600 574	9 985 648	100 144	13
577 475	10 563 123	94 669	14
555 265	11 118 367	89 941	15
533 908	11 652 296	85 820	16
513 373	12 165 669	82 199	17
493 628	12 659 297	78 993	18
474 642	13 133 939	76 139	19
456 387	13 590 326	73 592	20
438 834	14 029 160	71 280	21
421 955	14 451 115	69 190	22
405 726	14 856 842	67 308	23
390 121	15 246 963	65 587	24
375 117	15 622 080	64 012	25
360 689	15 982 769	62 567	26
346 817	16 329 586	61 239	27
333 477	16 663 063	60 013	28
320 651	16 983 715	58 880	29
308 319	17 292 033	57 830	30
296 460	17 588 494	56 856	31
285 058	17 873 551	55 940	32
274 094	18 147 646	55 104	33
263 552	18 411 196	54 315	34
253 415	18 664 813	53 577	35
243 669	18 908 262	52 887	36
234 287	19 142 079	52 240	37
225 285	19 367 864	51 632	38
216 621	19 584 485	51 061	39
208 289	19 792 774	50 523	40
200 278	19 993 052	50 017	41
192 578	20 185 627	49 540	42
185 168	20 370 795	49 090	43
178 046	20 548 941	48 665	44
171 198	20 720 040	48 262	45
164 614	20 884 654	47 882	46
158 283	21 042 936	47 522	47
152 195	21 195 131	47 181	48
146 341	21 341 472	46 857	49
140 713	21 482 185	46 550	50

%	Tek ödemelerde, sıllık faiz faktörü	Yıllık eşit ödemelerde, sıllık faiz faktörü	Yıllık eşit ödemelerde, biriktirme (ifa fonu) faktörü
5	$\frac{F}{i} = q^n$	$\frac{F}{A} = q^n - 1 / i$	$\frac{A}{F} = i / (q^n - 1)$
YIL			
1	1.050 000	1.000 000	1.000 000
2	1.102 500	2.050 000	487 805
3	1.157 625	3.152 500	317 209
4	1.215 506	4.310 125	232 012
5	1.275 282	5.525 631	180 979
6	1.340 096	6.801 913	147 017
7	1.407 100	8.142 008	122 820
8	1.477 455	9.549 109	104 722
9	1.551 329	11 028 564	90 690
10	1.628 859	12 577 993	79 605
11	1.710 339	14 206 787	69 389
12	1.795 886	15 917 127	60 825
13	1.885 649	17 712 983	53 456
14	1.979 932	19 598 632	46 904
15	2.078 928	21 578 664	41 342
16	2.182 879	23 657 492	36 370
17	2.292 019	25 840 366	31 899
18	2.406 619	28 132 385	27 946
19	2.526 950	30 539 004	24 445
20	2.653 298	33 065 954	21 243
21	2.785 963	35 719 252	18 296
22	2.925 261	38 505 214	15 571
23	3.071 524	41 430 478	13 017
24	3.225 100	44 501 989	10 604
25	3.386 355	47 727 089	8 302
26	3.555 673	51 113 454	6 184
27	3.733 458	54 668 126	4 302
28	3.920 129	58 402 583	2 713
29	4.116 136	62 322 712	1 386
30	4.321 942	66 438 848	0 361
31	4.538 030	70 760 790	0 132
32	4.764 941	75 298 828	0 050
33	5.003 189	80 063 771	0 024
34	5.253 348	85 066 959	0 011
35	5.516 015	90 320 307	0 005
36	5.791 818	95 836 323	0 002
37	6.081 407	101 528 139	0 001
38	6.385 477	107 509 546	0 000
39	6.704 751	114 085 023	0 000
40	7.039 989	120 799 774	0 000
41	7.391 988	127 829 763	0 000
42	7.761 588	135 231 751	0 000
43	8.149 667	142 993 339	0 000
44	8.557 150	151 143 006	0 000
45	8.985 008	159 700 156	0 000
46	9.434 258	168 685 164	0 000
47	9.905 971	178 119 422	0 000
48	10.401 270	188 025 293	0 000
49	10.921 333	198 426 653	0 000
50	11.467 400	209 347 996	0 000

Tek ödemelerde, bugünkü değer faktörü $\frac{P}{f} = 1q^n$	Yıllık eşit ödemelerde, bugün- kü değer faktörü $\frac{P}{A} = q^n - 1 / fq^n$	Yıllık eşit ödemelerde, faiz-ampertüman faktörü $\frac{A}{P} = fq^n / q^n - 1$	% 5
			YIL
862 381	862 381	1 080 000	1
907 029	1 859 410	537 805	2
863 838	2 729 248	367 209	3
822 702	3 646 951	282 012	4
789 526	4 329 477	230 975	5
748 215	5 075 892	197 017	6
710 681	5 786 373	172 820	7
676 839	6 463 213	154 722	8
644 609	7 107 822	140 690	9
613 913	7 721 735	129 505	10
584 679	8 306 414	120 389	11
556 857	8 863 252	112 825	12
530 321	9 393 573	106 456	13
505 068	9 898 641	101 024	14
481 017	10 379 658	96 542	15
458 112	10 837 770	92 270	16
436 297	11 274 058	88 889	17
415 521	11 689 567	85 546	18
395 734	12 085 323	82 745	19
376 889	12 462 210	80 242	20
358 942	12 821 153	77 996	21
341 850	13 163 003	75 971	22
325 571	13 488 574	74 157	23
310 068	13 798 642	72 471	24
295 302	14 093 945	70 952	25
281 241	14 375 185	69 564	26
267 848	14 643 034	68 292	27
255 094	14 898 127	67 123	28
242 946	15 141 074	66 046	29
231 377	15 372 451	65 051	30
220 369	15 592 811	64 132	31
209 856	15 802 677	63 280	32
199 873	16 002 549	62 490	33
190 355	16 192 904	61 755	34
181 290	16 374 194	61 072	35
172 657	16 548 852	60 434	36
164 436	16 711 297	59 840	37
156 605	16 867 393	59 284	38
149 148	17 017 041	58 765	39
142 046	17 159 086	58 278	40
135 282	17 294 368	57 822	41
128 840	17 423 208	57 395	42
122 704	17 545 912	56 993	43
116 851	17 662 773	56 616	44
111 297	17 774 070	56 262	45
106 049	17 880 066	55 928	46
100 949	17 981 015	55 614	47
96 142	18 077 158	55 319	48
91 584	18 168 722	55 040	49
87 204	18 255 925	54 777	50

% 6	Tek ödemelerde, bileşik faiz faktörü	Yıllık eşit ödemelerde, bileşik faiz faktörü	Yıllık eşit ödemelerde, birikimle (ita-fonu) faktörü
YIL	$\frac{F}{P} = q^n$	$\frac{F}{A} = q^n - 1 / i$	$\frac{A}{P} = i / (q^n - 1)$
1	1.060 000	1.000 000	1.000 000
2	1.123 600	2.060 000	485 437
3	1.191 016	3.183 600	314 110
4	1.262 477	4.374 616	228 591
5	1.338 226	5.637 693	177 398
6	1.418 519	6.975 319	143 763
7	1.503 630	8.393 838	119 135
8	1.593 848	9.897 468	101 036
9	1.689 479	11.491 316	867 022
10	1.790 848	13.180 795	075 868
11	1.898 299	14.971 643	065 703
12	2.012 196	16.869 941	059 277
13	2.132 928	18.882 138	052 900
14	2.260 904	21.015 066	047 565
15	2.396 558	23.275 970	042 963
16	2.540 352	25.672 528	038 952
17	2.692 773	28.212 880	035 445
18	2.854 329	30.905 653	032 357
19	3.025 600	33.759 992	029 621
20	3.207 135	36.785 691	027 189
21	3.399 564	39.992 727	025 005
22	3.603 537	43.382 290	023 046
23	3.819 750	46.965 828	021 278
24	4.048 935	50.745 577	019 679
25	4.291 871	54.724 512	018 227
26	4.549 383	58.915 363	016 904
27	4.822 346	63.320 786	015 697
28	5.111 687	68.942 112	014 593
29	5.418 388	74.782 786	013 580
30	5.743 491	80.942 186	012 649
31	6.088 101	87.421 677	011 792
32	6.453 367	94.229 728	011 002
33	6.840 590	97.343 185	010 273
34	7.251 025	104.183 755	009 598
35	7.686 087	111.434 780	008 974
36	8.147 252	119.120 857	008 395
37	8.636 087	127.268 119	007 857
38	9.154 252	135.904 200	007 358
39	9.703 507	145.058 458	006 894
40	10.285 718	154.761 866	006 462
41	10.902 861	165.047 684	006 059
42	11.557 033	175.950 245	005 683
43	12.250 455	187.507 577	005 333
44	12.985 482	199.758 032	005 006
45	13.764 811	212.743 314	004 700
46	14.590 487	226.508 125	004 415
47	15.465 917	241.098 612	004 148
48	16.393 872	256.564 529	003 898
49	17.377 504	272.958 401	003 664
50	18.420 154	290.335 905	003 444

Yık ödemelerde, bugünkü değer faktörü $\frac{P}{F} = 1/q^n$	Yıllık eşit ödemelerde, bugün- kü değer faktörü $\frac{P}{A} = q^n - 1/q^n$	Yıllık eşit ödemelerde, faiz-amortisman faktörü $\frac{A}{F} = \frac{i}{q^n} (q^n - 1)$	% 6 YIL
943 396	943 396	1 000 000	1
869 996	1 333 293	945 437	2
809 619	2 673 012	374 110	3
762 094	3 465 106	268 591	4
727 258	4 212 354	237 396	5
704 961	4 917 324	203 363	6
695 057	5 582 381	179 135	7
627 412	6 209 794	161 036	8
591 898	6 801 692	147 022	9
558 395	7 360 087	135 069	10
526 788	7 886 875	126 793	11
496 969	8 383 944	119 277	12
468 839	8 852 683	112 960	13
442 301	9 294 984	107 985	14
417 265	9 712 249	103 063	15
393 646	10 105 895	98 962	16
371 364	10 477 260	95 445	17
350 344	10 827 603	92 357	18
330 513	11 158 116	89 621	19
311 805	11 469 921	87 185	20
294 156	11 764 077	85 005	21
277 505	12 041 582	83 046	22
261 797	12 303 379	81 278	23
246 979	12 550 358	79 679	24
232 999	12 783 356	78 227	25
219 810	13 003 166	76 904	26
207 366	13 210 534	75 697	27
195 630	13 406 164	74 593	28
184 657	13 590 721	73 580	29
174 110	13 764 801	72 649	30
164 255	13 929 086	71 792	31
154 957	14 084 043	71 000	32
146 186	14 230 230	70 273	33
137 912	14 368 141	69 598	34
130 105	14 498 246	68 974	35
122 741	14 620 987	68 396	36
115 793	14 736 780	67 857	37
109 239	14 846 019	67 358	38
103 056	14 949 075	66 894	39
97 222	15 046 297	66 462	40
91 719	15 138 016	66 059	41
86 527	15 224 543	65 683	42
81 600	15 306 173	65 333	43
77 009	15 383 182	65 006	44
72 650	15 455 832	64 700	45
68 538	15 524 370	64 415	46
64 658	15 589 028	64 148	47
60 998	15 650 027	63 898	48
57 546	15 707 572	63 664	49
54 288	15 761 861	63 444	50

YIL	Tek ödemlerde, bileşik faiz faktörü $\frac{F}{P} = q^n$	Yıllık eşit ödemlerde, bileşik faiz faktörü $\frac{f}{A} = q^n - i \cdot f$	Yıllık eşit ödemlerde, biriktirme (ifsa fonu) faktörü $\frac{A}{F} = f \cdot q^n - 1$
1	1.070 000	1.000 000	1.000 000
2	1.144 900	2.070 000	483 092
3	1.225 043	3.214 900	311 052
4	1.310 796	4.439 943	225 225
5	1.402 552	5.750 739	173 891
6	1.500 730	7.153 291	139 706
7	1.605 781	8.654 021	115 553
8	1.718 196	10.259 803	97 468
9	1.838 459	11.977 989	83 480
10	1.967 151	13.816 448	72 378
11	2.104 852	15.783 599	63 357
12	2.252 192	17.888 491	55 902
13	2.409 849	20.140 643	49 651
14	2.578 534	22.550 486	44 345
15	2.759 032	25.129 023	39 795
16	2.952 164	27.888 054	35 858
17	3.158 815	30.840 217	32 425
18	3.379 932	33.999 033	29 413
19	3.616 528	37.378 965	26 753
20	3.869 684	40.995 492	24 393
21	4.140 562	44.865 177	22 289
22	4.430 452	49.005 739	20 406
23	4.740 530	53.436 141	18 714
24	5.072 367	58.176 671	17 189
25	5.427 433	63.249 038	15 811
26	5.807 353	68.679 470	14 561
27	6.213 888	74.483 823	13 426
28	6.648 838	80.687 691	12 392
29	7.114 257	87.346 529	11 449
30	7.612 255	94.400 765	10 586
31	8.145 113	102.073 041	9 797
32	8.715 271	110.318 154	9 073
33	9.325 340	119.193 425	8 408
34	9.978 114	128.758 765	7 797
35	10.676 581	139.036 878	7 234
36	11.422 942	149.913 460	6 715
37	12.223 618	160.337 402	6 237
38	13.079 271	172.361 020	5 795
39	13.994 820	185.640 292	5 387
40	14.974 458	199.635 112	5 009
41	16.022 670	214.609 570	4 660
42	17.144 257	230.632 240	4 338
43	18.344 355	247.776 495	4 036
44	19.628 460	266.120 851	3 758
45	21.002 452	285.749 311	3 500
46	22.472 623	306.751 783	3 260
47	24.045 707	329.224 386	3 037
48	25.728 907	353.270 093	2 831
49	27.529 930	378.999 000	2 639
50	29.457 025	406.528 929	2 460

Tek ödemelerde, bugünkü değer faktörü $\frac{P}{i} = (1+i)^{-t}$	Yüksek ödemelerde, bugün- kü değer faktörü $\frac{P}{A} = \frac{1 - (1+i)^{-t}}{i}$	Yüksek ödemelerde, faiz-amortisman faktörü $\frac{A}{P} = \frac{i(1+i)^t}{(1+i)^t - 1}$	% 7 YIL
534 579	534 579	1 070 000	1
873 439	1 808 018	553 090	2
816 298	2 624 316	381 052	3
762 895	3 387 211	295 228	4
712 988	4 100 197	243 891	5
666 342	4 768 540	200 796	6
622 750	5 389 289	165 553	7
582 009	5 971 299	137 488	8
543 934	6 515 232	113 486	9
508 349	7 022 582	94 379	10
475 093	7 498 674	79 357	11
444 012	7 942 686	67 902	12
414 964	8 357 651	59 651	13
387 817	8 748 468	53 945	14
362 446	9 107 914	49 795	15
338 735	9 446 649	46 858	16
316 574	9 763 223	44 425	17
295 864	10 059 087	42 413	18
276 508	10 335 595	40 793	19
258 419	10 594 014	39 523	20
241 513	10 835 537	38 585	21
225 713	11 061 240	37 906	22
210 947	11 272 187	37 414	23
197 147	11 469 334	37 089	24
184 249	11 653 583	36 811	25
172 195	11 825 779	36 581	26
160 930	11 986 709	36 425	27
150 402	12 137 111	36 332	28
140 563	12 277 674	36 301	29
131 367	12 409 041	36 336	30
122 773	12 531 814	36 397	31
114 741	12 646 555	36 473	32
107 235	12 753 790	36 568	33
100 219	12 854 009	36 697	34
93 663	12 947 672	36 854	35
87 535	13 035 208	37 035	36
81 809	13 117 017	37 237	37
76 457	13 193 473	37 465	38
71 455	13 264 928	37 717	39
66 780	13 331 709	37 999	40
62 412	13 394 120	38 300	41
58 329	13 452 449	38 626	42
54 513	13 506 902	38 985	43
50 946	13 557 908	39 376	44
47 613	13 605 832	39 800	45
44 499	13 650 920	40 260	46
41 587	13 693 608	40 757	47
38 867	13 733 474	41 293	48
36 324	13 769 799	41 869	49
33 948	13 800 746	42 480	50

% 8	Tek ödemelerde, bileşik faiz faktörü	Yıllık eşit ödemelerde, bileşik faiz faktörü	Yıllık eşit ödemelerde, birikimle (jda fonu) faktörü
YIL	$\frac{F}{P} = q^n$	$\frac{F}{A} = q^n - 1/f$	$\frac{A}{F} = f(q^n - 1)$
1	1.080 000	1.000 000	1.000 000
2	1.168 400	2.080 000	480 269
3	1.259 712	3.246 400	308 034
4	1.360 489	4.506 112	221 921
5	1.469 328	5.866 601	170 456
6	1.586 874	7.335 929	136 315
7	1.713 824	8.922 603	112 072
8	1.850 930	10.636 628	94 015
9	1.999 005	12.487 658	80 080
10	2.158 925	14.486 562	69 029
11	2.331 639	16.645 482	60 076
12	2.518 170	18.977 126	52 695
13	2.719 624	21.495 297	46 522
14	2.937 194	24.214 920	41 297
15	3.172 169	27.152 114	36 830
16	3.425 943	30.324 283	32 977
17	3.700 018	33.750 226	29 629
18	3.996 019	37.450 244	26 702
19	4.315 701	41.446 263	24 128
20	4.660 957	45.761 964	21 852
21	5.033 834	50.422 921	19 832
22	5.436 540	55.456 755	18 032
23	5.871 464	60.893 296	16 422
24	6.341 181	66.764 759	14 978
25	6.848 475	73.105 940	13 679
26	7.396 253	79.964 415	12 507
27	7.988 061	87.380 768	11 448
28	8.627 106	95.398 830	10 489
29	9.317 275	103.968 936	9 619
30	10.062 857	113.283 211	8 827
31	10.867 680	123.346 858	8 107
32	11.737 063	134.213 537	7 451
33	12.676 050	145.950 620	6 852
34	13.689 134	158.626 670	6 304
35	14.785 344	172.316 804	5 803
36	15.968 172	187.102 148	5 345
37	17.245 526	203.070 320	4 924
38	18.625 276	220.315 945	4 539
39	20.115 296	238.941 221	4 185
40	21.724 521	259.066 518	3 860
41	23.462 483	280.781 040	3 561
42	25.339 482	304.243 523	3 287
43	27.366 640	329.583 005	3 034
44	29.555 972	356.949 646	2 802
45	31.920 449	386.505 617	2 587
46	34.474 085	418.426 067	2 390
47	37.232 012	452.900 162	2 208
48	40.210 573	490.132 164	2 040
49	43.427 415	530.342 737	1 886
50	46.901 613	573.770 156	1 743

Yık ödemelerde, hünlükü değer faktörü $\frac{P}{F} = 1/q^n$	Yılık epic ödemelerde, hünlükü değer faktörü $\frac{P}{A} = q^n - 1/fq^n$	Yılık epic ödemelerde, fuz-smortitman faktörü $\frac{A}{P} = fq^n(q^n - 1)$	% 8 YIL
925 926	925 926	1.060 000	1
857 339	1.783 265	560 759	2
793 832	2.577 097	368 034	3
735 030	3.312 127	301 691	4
680 583	3.992 710	250 455	5
630 170	4.622 880	210 315	6
583 490	5.206 370	182 072	7
540 259	5.748 639	174 015	8
500 249	6.248 888	160 080	9
463 183	6.710 061	149 029	10
428 863	7.138 264	140 076	11
397 114	7.536 076	132 695	12
367 698	7.903 776	126 522	13
340 461	8.244 237	121 297	14
315 242	8.559 475	116 830	15
291 890	8.851 369	112 977	16
270 269	9.121 838	109 629	17
250 249	9.371 887	106 702	18
231 712	9.603 599	104 128	19
214 548	9.818 147	101 852	20
198 686	10.016 803	99 852	21
183 941	10.200 744	98 032	22
170 315	10.371 059	96 422	23
157 699	10.528 758	94 978	24
145 018	10.674 776	93 679	25
133 202	10.809 978	92 507	26
122 187	10.935 165	91 448	27
111 914	11.051 078	90 489	28
102 328	11.158 406	89 619	29
93 477	11.257 793	88 827	30
85 216	11.349 739	88 107	31
77 500	11.434 999	87 451	32
70 389	11.513 888	86 852	33
63 845	11.586 934	86 304	34
57 835	11.654 568	85 803	35
52 425	11.717 193	85 345	36
47 568	11.775 179	84 924	37
43 300	11.828 869	84 539	38
39 573	11.878 582	84 188	39
36 351	11.924 613	83 860	40
33 581	11.967 235	83 561	41
31 204	12.006 699	83 287	42
29 164	12.043 240	83 034	43
27 404	12.077 074	82 802	44
25 879	12.108 402	82 587	45
24 557	12.137 409	82 390	46
23 409	12.164 257	82 208	47
22 409	12.189 136	82 040	48
21 527	12.212 163	81 886	49
20 741	12.233 485	81 743	50

% 9	Tek ödemelerde, bileşik faiz faktörü $\frac{F}{P} = q^n$	Yıllık eşit ödemelerde, bileşik faiz faktörü $\frac{F}{A} = q^n - 1 / i$	Yıllık eşit ödemelerde, birleştirme (ada fonu) faktörü $\frac{A}{F} = (iq^n - 1)$
YIL			
1	1.090 000	1.000 000	1.000 000
2	1.199 100	2.090 000	479 469
3	1.296 029	3.278 100	305 066
4	1.411 982	4.573 129	219 689
5	1.539 624	5.994 711	167 092
6	1.677 100	7.553 338	132 930
7	1.829 039	9.200 435	109 691
8	1.992 563	11.028 474	920 674
9	2.171 893	13.021 036	076 799
10	2.367 364	15.192 930	065 820
11	2.580 428	17.560 293	056 947
12	2.812 665	20.140 720	049 651
13	3.065 805	22.953 385	043 567
14	3.341 727	26.019 189	038 433
15	3.642 482	29.360 919	034 059
16	3.970 306	33.003 399	030 300
17	4.327 633	36.973 705	027 046
18	4.717 120	41.301 538	024 212
19	5.141 661	46.018 458	021 730
20	5.604 411	51.160 120	019 546
21	6.109 808	56.764 530	017 617
22	6.659 600	62.873 338	015 900
23	7.257 874	69.531 939	014 382
24	7.911 083	76.789 813	013 023
25	8.623 081	84.700 896	011 806
26	9.399 158	93.323 977	010 715
27	10.245 082	102.723 135	009 735
28	11.167 140	112.968 217	008 852
29	12.172 182	124.135 358	008 056
30	13.267 678	136.207 539	007 338
31	14.461 770	149.279 217	006 686
32	15.763 329	164.039 987	006 096
33	17.182 028	179.600 315	005 562
34	18.729 411	196.982 344	005 077
35	20.413 968	215.710 785	004 636
36	22.251 205	236.104 723	004 235
37	24.253 835	258.375 948	003 870
38	26.436 680	282.629 783	003 538
39	28.815 982	309.066 463	003 236
40	31.409 420	337.882 445	002 960
41	34.236 268	369.291 866	002 709
42	37.317 532	403.528 133	002 478
43	40.676 110	440.846 669	002 268
44	44.335 960	481.521 775	002 077
45	48.327 266	525.858 734	001 902
46	52.676 742	574.186 021	001 742
47	57.417 649	626.862 782	001 595
48	62.585 237	684.280 411	001 461
49	68.217 908	746.865 648	001 339
50	74.367 520	815.083 566	001 227

Tek ödemelerde, bugünkü değer faktörü $\frac{P}{F} = 1/q^n$	Yıllık eşit ödemelerde, bugün- kü değer faktörü $\frac{P}{A} = q^n - 1/q^n$	Yıllık eşit ödemelerde, faiz-amortisman faktörü $\frac{A}{P} = q^n/q^n - 1$	% 9 YIL
917 431	917 431	1 000 000	1
841 680	1 759 111	568 469	2
772 183	2 531 295	395 055	3
708 425	3 239 720	308 669	4
649 931	3 889 651	257 292	5
596 267	4 485 019	222 920	6
547 034	5 032 953	198 621	7
501 866	5 534 819	180 674	8
460 428	5 995 247	166 799	9
422 411	6 417 658	155 820	10
387 533	6 805 191	146 947	11
355 535	7 160 725	139 651	12
326 179	7 486 904	133 967	13
299 246	7 786 150	128 433	14
274 538	8 060 688	124 059	15
251 870	8 312 558	120 300	16
231 073	8 543 631	117 046	17
211 994	8 755 825	114 212	18
194 490	8 950 115	111 730	19
178 431	9 128 545	109 546	20
163 898	9 292 244	107 617	21
150 182	9 442 425	105 905	22
137 781	9 580 207	104 362	23
126 405	9 706 612	103 023	24
115 958	9 822 580	101 806	25
106 393	9 928 972	100 715	26
97 608	10 026 580	99 735	27
89 548	10 116 128	98 852	28
82 155	10 198 283	98 055	29
75 371	10 273 654	97 336	30
69 148	10 342 802	96 685	31
63 438	10 405 240	96 095	32
58 200	10 461 441	95 562	33
53 395	10 511 835	95 077	34
48 985	10 556 821	94 636	35
44 941	10 601 763	94 235	36
41 231	10 652 993	93 870	37
37 826	10 699 820	93 538	38
34 703	10 725 523	93 236	39
31 838	10 757 360	92 960	40
29 209	10 786 589	92 708	41
26 797	10 813 368	92 478	42
24 584	10 837 920	92 268	43
22 555	10 860 605	92 077	44
20 699	10 881 197	91 902	45
18 984	10 900 181	91 742	46
17 418	10 917 597	91 595	47
15 978	10 933 575	91 461	48
14 659	10 948 234	91 339	49
13 440	10 961 683	91 227	50

% 10	Tek ödemelerde, bileşik faiz faktörü	Yıllık eşit ödemelerde, bileşik faiz faktörü	Yıllık eşit ödemelerde, biriktilme (ifta fonu) faktörü
YIL	$\frac{F}{P} = q^n$	$\frac{F}{A} = q^n - 1$	$\frac{A}{P} = (q^n - 1)$
1	1,100 000	1,000 000	1,000 000
2	1,210 000	2,100 000	478 150
3	1,331 000	3,310 000	302 115
4	1,464 100	4,641 000	215 471
5	1,610 510	6,105 100	163 797
6	1,771 561	7,715 610	129 607
7	1,948 717	9,487 171	105 405
8	2,143 589	11,425 888	887 444
9	2,357 948	13,579 477	073 641
10	2,593 742	15,937 420	062 745
11	2,853 117	18,531 167	053 963
12	3,138 428	21,384 284	046 763
13	3,452 271	24,522 712	040 779
14	3,797 498	27,974 983	035 746
15	4,177 348	31,772 482	031 474
16	4,594 973	35,949 730	027 817
17	5,054 470	40,544 703	024 664
18	5,558 917	45,569 173	021 930
19	6,112 909	51,159 090	019 547
20	6,727 500	57,274 999	017 460
21	7,400 250	64,002 499	015 624
22	8,140 275	71,402 749	014 005
23	8,954 302	79,543 024	012 572
24	9,849 733	88,497 327	011 300
25	10,834 706	98,347 069	010 169
26	11,918 177	109,181 785	009 159
27	13,108 994	121,059 942	008 258
28	14,420 994	134,209 936	007 451
29	15,858 003	148,630 930	006 729
30	17,440 402	164,404 023	006 079
31	19,194 342	181,643 425	005 496
32	21,113 777	201,137 767	004 972
33	23,225 154	222,291 544	004 499
34	25,547 670	245,470 699	004 074
35	28,102 437	271,024 968	003 690
36	30,912 681	299,126 805	003 343
37	34,003 942	330,039 488	003 030
38	37,404 343	364,043 434	002 747
39	41,144 778	401,447 778	002 491
40	45,259 256	442,582 656	002 259
41	49,785 181	487,851 811	002 050
42	54,753 899	537,836 092	001 860
43	60,240 089	592,400 632	001 688
44	66,264 076	652,640 761	001 532
45	72,890 484	718,904 837	001 391
46	80,179 532	791,795 321	001 263
47	88,197 485	871,974 653	001 147
48	97,017 234	960,172 338	001 041
49	106,718 857	1,057,189 572	000 946
50	117,300 853	1,163,906 529	000 859

Tek. ödemelerde, bugünkü değer faktörü $\frac{P}{F} = 1/q^n$	Yıllık eşit ödemelerde, bugün- kü değer faktörü $\frac{P}{A} = x^n - 1/1q^n$	Yıllık eşit ödemelerde, faiz-amortisman faktörü $\frac{A}{P} = 1q^n / (q^n - 1)$	% 10
			YIL
909 091	909 091	1.100 000	1
826 446	1 726 537	576 150	2
751 315	2 486 852	402 115	3
683 013	3 169 855	315 471	4
620 921	3 790 787	263 797	5
564 474	4 353 261	229 607	6
513 108	4 868 419	205 405	7
466 507	5 334 926	187 444	8
424 098	5 759 024	173 641	9
385 543	6 144 567	162 745	10
350 494	6 495 051	153 963	11
318 631	6 813 692	146 753	12
289 654	7 113 356	140 779	13
263 331	7 386 687	135 746	14
239 392	7 636 080	131 474	15
217 629	7 863 709	127 817	16
197 846	8 071 553	124 654	17
179 859	8 251 412	121 930	18
163 506	8 394 920	119 547	19
148 644	8 513 564	117 460	20
135 131	8 608 684	115 624	21
122 946	8 771 540	114 005	22
111 878	8 883 218	112 572	23
101 826	8 984 744	111 300	24
92 696	9 077 040	110 168	25
843 905	9 160 945	109 159	26
776 378	9 237 223	108 258	27
709 343	9 306 567	107 451	28
653 039	9 369 606	106 728	29
607 309	9 426 914	106 079	30
562 099	9 479 013	105 496	31
517 362	9 526 376	104 972	32
473 057	9 569 432	104 499	33
429 143	9 608 575	104 074	34
385 584	9 644 159	103 690	35
342 349	9 676 908	103 343	36
299 408	9 706 917	103 030	37
256 735	9 734 651	102 747	38
214 304	9 759 656	102 491	39
172 095	9 779 051	102 259	40
130 086	9 799 137	102 050	41
118 260	9 817 397	101 860	42
116 600	9 833 906	101 690	43
115 091	9 849 089	101 532	44
113 719	9 862 908	101 391	45
112 472	9 875 680	101 263	46
111 338	9 888 618	101 147	47
110 307	9 899 926	101 041	48
109 370	9 909 296	100 946	49
108 519	9 914 814	100 859	50

% i	Tek ödemelerde, bileşik faiz faktörü $\frac{F}{P} = q^n$	Yıllık eşit ödemelerde, bileşik faiz faktörü $\frac{F}{A} = q^n - 1/i$	Yıllık eşit ödemelerde, biriktirme (ifsa fonu) faktörü $\frac{A}{P} = i(q^n - 1)$
YIL			
1	1.110 000	1.000 000	1.000 000
2	1.232 100	2.110 000	473 934
3	1.367 631	3.342 100	299 213
4	1.518 070	4.709 731	212 326
5	1.685 058	6.227 801	160 570
6	1.870 415	7.912 860	126 277
7	2.076 180	9.789 274	102 215
8	2.304 536	11.859 434	84 321
9	2.558 037	14.162 972	70 602
10	2.839 421	16.722 009	60 801
11	3.151 757	19.561 430	53 121
12	3.498 451	22.713 187	46 807
13	3.882 290	26.211 698	41 551
14	4.310 441	30.094 916	37 226
15	4.784 589	34.405 309	33 665
16	5.310 894	39.189 948	30 517
17	5.895 093	44.500 843	27 671
18	6.543 953	50.395 936	25 043
19	7.263 344	56.939 488	22 592
20	8.062 312	64.202 832	20 376
21	8.949 166	72.265 144	18 338
22	9.933 574	81.214 309	16 433
23	11.026 267	91.147 884	14 717
24	12.239 157	102.174 151	13 167
25	13.585 464	114.413 307	11 740
26	15.079 869	127.988 771	10 413
27	16.738 630	143.078 636	9 168
28	18.579 901	159.817 288	8 057
29	20.623 691	178.397 187	7 065
30	22.892 297	198.920 878	6 185
31	25.410 449	221.513 174	5 406
32	28.205 599	247.323 624	4 713
33	31.308 214	275.529 222	4 099
34	34.757 318	306.337 437	3 559
35	38.574 851	341.989 558	3 087
36	42.818 085	382.184 406	2 663
37	47.528 074	427.982 490	2 284
38	52.756 162	479.510 564	1 935
39	58.559 340	537.066 726	1 611
40	65.000 867	581.826 068	1 318
41	72.150 963	644.828 934	1 046
42	80.087 589	718.977 896	801
43	88.897 201	799.065 465	581
44	98.679 893	887.982 666	401
45	109.530 242	986.638 559	264
46	121.578 568	1.096.168 801	167
47	134.952 211	1.217.747 369	107
48	149.796 954	1.352.699 580	72
49	166.274 619	1.502.496 634	46
50	184.564 827	1.668.771 152	29

Tek ödemelerde, bugünkü değer faktörü	Yıllık eşit ödemelerde, bugün ki değer faktörü	Yıllık eşit ödemelerde, faiz-amortisman faktörü	% 11
$\frac{P}{i} - 1/iq^n$	$\frac{P}{A} - q^n - 1/iq^n$	$\frac{A}{P} = q^n/iq^n - 1$	YIL
900 301	900 901	1 110 000	1
811 622	1 712 523	553 934	2
731 191	2 443 715	409 213	3
658 731	3 102 446	322 326	4
593 451	3 695 867	270 570	5
534 641	4 230 538	236 277	6
481 659	4 712 196	212 215	7
433 926	5 146 123	194 321	8
390 925	5 537 048	180 602	9
352 184	5 889 232	169 801	10
317 283	6 208 515	161 121	11
285 841	6 492 356	154 027	12
257 514	6 748 670	148 191	13
231 995	6 981 885	143 228	14
209 004	7 190 870	139 065	15
188 292	7 379 162	135 517	16
169 633	7 548 754	132 471	17
152 822	7 701 617	129 843	18
137 678	7 839 294	127 563	19
124 034	7 963 328	125 576	20
111 742	8 075 070	123 838	21
100 669	8 175 739	122 313	22
090 693	8 266 432	120 971	23
081 705	8 348 137	119 787	24
073 606	8 421 746	118 740	25
066 314	8 488 058	117 813	26
059 742	8 547 800	116 989	27
053 822	8 601 622	116 257	28
048 498	8 650 110	115 605	29
043 683	8 693 793	115 029	30
039 394	8 733 146	114 506	31
035 654	8 768 600	114 043	32
031 940	8 800 541	113 629	33
028 775	8 829 316	113 259	34
025 924	8 855 240	112 927	35
023 355	8 878 594	112 630	36
021 040	8 899 635	112 364	37
018 955	8 918 590	112 125	38
017 077	8 935 688	111 911	39
015 384	8 951 051	111 719	40
013 860	8 964 911	111 546	41
012 488	8 977 397	111 391	42
011 249	8 988 646	111 251	43
010 134	8 998 780	111 126	44
009 130	9 007 910	111 014	45
008 225	9 016 130	110 912	46
007 410	9 023 545	110 821	47
006 676	9 030 221	110 739	48
006 014	9 036 235	110 666	49
005 419	9 041 653	110 599	50

% 12	Tek ödemelerde, bileşik faiz faktörü $\frac{F}{P} = q^n$	Yıllık eşit ödemelerde, bileşik faiz faktörü $\frac{F}{A} = q^n - 1/i$	Yıllık eşit ödemelerde, biriktirme (tutma fonu) faktörü $\frac{A}{P} = i(q^n - 1)$
YIL			
1	1.120 000	1.000 000	1.000 000
2	1.254 400	2.120 000	471 699
3	1.404 928	3.374 400	296 349
4	1.573 519	4.775 328	209 234
5	1.762 342	6.352 847	157 410
6	1.973 823	8.116 189	123 226
7	2.210 681	10.069 012	99 116
8	2.475 963	12.299 693	81 303
9	2.773 079	14.775 656	67 679
10	3.105 848	17.546 735	56 984
11	3.476 550	20.654 563	48 415
12	3.886 975	24.133 133	41 437
13	4.333 493	28.029 109	35 577
14	4.827 112	32.392 602	30 671
15	5.473 566	37.279 715	26 624
16	6.130 394	42.753 280	23 390
17	6.865 041	48.883 674	20 457
18	7.689 965	55.749 715	17 937
19	8.613 762	63.439 681	15 763
20	9.646 293	72.052 442	13 879
21	10.803 848	81.698 736	12 240
22	12.100 310	92.502 584	10 811
23	13.552 347	104.602 894	9 580
24	15.178 629	118.155 241	8 463
25	17.000 064	133.333 870	7 500
26	19.040 072	150.333 934	6 652
27	21.324 881	169.374 007	5 904
28	23.863 866	190.696 987	5 244
29	26.749 930	214.582 754	4 660
30	29.999 922	241.332 684	4 144
31	33.558 113	271.292 506	3 686
32	37.581 726	304.847 719	3 280
33	42.091 533	342.429 446	2 920
34	47.143 517	384.529 979	2 601
35	52.799 620	431.663 496	2 317
36	59.135 574	484.463 116	2 064
37	66.231 843	543.598 690	1 840
38	74.179 684	609.830 533	1 640
39	83.081 224	684.010 157	1 462
40	93.050 970	767.091 420	1 304
41	104.217 087	860.142 393	1 163
42	116.722 137	964.356 478	1 037
43	130.729 914	1.081.087 615	925
44	146.417 908	1.211.817 529	825
45	163.987 604	1.358.230 030	738
46	183.666 116	1.522.217 636	657
47	205.706 050	1.705.883 752	586
48	230.390 776	1.911.589 803	523
49	258.037 659	2.141.980 579	467
50	289.002 190	2.400.018 249	417

Tek ödemelerde, bugünkü değer faktörü $\frac{p}{F} = 1/q^n$	Yıllık eşit ödemelerde, bugün- kü değer faktörü $\frac{p}{A} = q^n - 1/q^n$	Yıllık eşit ödemelerde, faiz-amortisman faktörü $\frac{A}{p} = \frac{p}{i} (q^n - 1)$	% 12 YIL
892 857	892 857	1.120 000	1
797 194	1.090 051	591 898	2
711 780	2.401 831	416 348	3
635 518	3.037 349	329 234	4
567 427	3.854 776	277 410	5
506 631	4.111 407	243 226	6
452 349	4.363 757	219 118	7
403 883	4.067 640	201 303	8
360 610	5.328 250	187 679	9
321 973	5.650 223	176 984	10
287 476	5.937 699	158 415	11
256 675	6.194 374	161 437	12
229 174	6.423 548	155 677	13
204 620	6.628 168	150 671	14
182 696	6.810 864	146 624	15
163 122	6.973 986	143 390	16
145 644	7.119 630	140 457	17
130 040	7.249 670	137 937	18
116 107	7.365 777	135 763	19
103 667	7.469 444	133 879	20
092 560	7.562 003	132 240	21
082 643	7.644 646	130 811	22
073 788	7.718 434	129 560	23
065 882	7.784 316	128 463	24
058 823	7.843 139	127 500	25
052 521	7.895 660	126 652	26
046 894	7.942 554	125 904	27
041 852	7.984 423	125 244	28
037 383	8.021 806	124 660	29
033 378	8.055 184	124 144	30
029 802	8.084 986	123 686	31
026 609	8.111 594	123 280	32
023 758	8.135 352	122 920	33
021 212	8.156 964	122 601	34
018 940	8.175 504	122 317	35
016 910	8.192 414	122 064	36
015 098	8.207 513	121 840	37
013 481	8.220 993	121 640	38
012 036	8.233 030	121 462	39
010 747	8.243 777	121 304	40
009 595	8.253 372	121 163	41
008 567	8.261 939	121 037	42
007 648	8.269 589	120 926	43
006 830	8.276 418	120 825	44
006 098	8.282 516	120 736	45
005 445	8.287 961	120 657	46
004 881	8.292 822	120 586	47
004 340	8.297 163	120 523	48
003 875	8.301 038	120 467	49
003 460	8.304 498	120 417	50

% 13	Tek ödemelerde, bileşik faiz faktörü $\frac{F}{P} = q^n$	Yıllık eşit ödemelerde, bileşik faiz faktörü $\frac{F}{A} = q^n - 1$	Yıllık eşit ödemelerde, biriktirme (tdr fonu) faktörü $\frac{A}{F} = \frac{q^n - 1}{i}$
YIL			
1	1.130 000	1.000 000	1.000 000
2	1.276 900	2.130 000	469 484
3	1.442 897	3.406 900	293 522
4	1.630 474	4 849 797	206 194
5	1.842 435	6.480 271	154 315
6	2.081 952	8.322 706	120 153
7	2.352 605	10.404 658	99 111
8	2.658 444	12.757 263	82 387
9	3.004 042	15.415 707	69 869
10	3.394 567	18.419 749	59 290
11	3.835 861	21.814 317	50 841
12	4.334 533	25.650 178	43 986
13	4.898 011	29.984 701	38 350
14	5.534 753	34.882 713	33 667
15	6.254 270	40.417 464	29 742
16	7.067 326	46.671 735	26 426
17	7.986 078	53.739 060	23 606
18	9.024 268	61.725 138	21 201
19	10.197 423	70.749 406	19 134
20	11.523 088	80.946 829	17 354
21	13.021 089	92.469 817	15 814
22	14.713 823	105.491 006	14 479
23	16.628 629	120.204 837	13 319
24	18.788 091	136.831 465	12 308
25	21.230 642	155.619 556	11 426
26	23.990 513	176.850 098	10 655
27	27.109 279	200.840 611	10 079
28	30.633 486	227.949 890	9 687
29	34.615 839	258.583 376	9 407
30	39.115 898	293.199 215	9 211
31	44.200 965	332.315 113	9 099
32	49.947 090	376.516 078	9 056
33	56.440 212	426.463 168	9 039
34	63.777 439	482.903 380	9 071
35	72.068 506	546.680 819	9 129
36	81.437 412	618.749 325	9 216
37	92.024 278	700.188 738	9 328
38	103.987 432	792.211 014	9 462
39	117.505 798	896.198 445	9 616
40	132.781 552	1.013.704 243	9 796
41	150.043 153	1.146.485 795	9 992
42	169.568 783	1.296.528 948	10 211
43	191.800 103	1.466.077 713	10 452
44	216.496 616	1.657.687 814	10 713
45	244.641 402	1.874.164 530	11 004
46	276.444 784	2.119.806 032	11 322
47	312.382 606	2.399.350 815	11 667
48	352.992 345	2.707.633 422	12 039
49	398.881 350	3.060.625 767	12 437
50	450.735 925	3.469.507 117	12 862

Tek ödemelerde, bugünkü değer faktörü: $\frac{P}{F} = 1/q^n$	Yıllık eşit ödemelerde, bugün- kü değer faktörü: $\frac{P}{A} = q^n - 1/q^n$	Yıllık eşit ödemelerde, faiz-aktarılan faktörü: $\frac{A}{F} = iq^n/q^n - 1$	% 13 YIL
.884 956	.884 956	1.120 000	1
.783 147	1.668 102	599 484	2
.693 050	2.361 153	423 527	3
.613 319	2.974 471	306 194	4
.542 760	3.517 231	254 315	5
.480 319	3.997 550	250 153	6
.425 061	4.422 610	225 111	7
.376 160	4.798 770	208 387	8
.332 689	5.131 855	194 869	9
.294 588	5.426 243	184 290	10
.260 688	5.686 941	175 841	11
.230 706	5.917 647	168 986	12
.204 185	6.121 812	163 350	13
.180 677	6.302 468	158 667	14
.159 091	6.462 379	154 742	15
.141 496	6.603 875	151 426	16
.125 218	6.729 093	148 608	17
.110 812	6.839 905	146 201	18
.098 064	6.937 969	144 134	19
.086 782	7.024 752	142 304	20
.076 798	7.101 550	140 814	21
.067 963	7.169 513	139 479	22
.060 144	7.229 658	138 319	23
.053 225	7.282 883	137 308	24
.047 102	7.329 385	136 426	25
.041 683	7.371 868	135 655	26
.036 888	7.409 556	134 979	27
.032 644	7.441 300	134 387	28
.028 889	7.470 088	133 867	29
.025 565	7.495 853	133 411	30
.022 624	7.518 277	133 009	31
.020 021	7.538 299	132 656	32
.017 718	7.555 016	132 349	33
.015 680	7.571 896	132 071	34
.013 876	7.588 572	131 820	35
.012 279	7.597 851	131 616	36
.010 867	7.608 718	131 428	37
.009 617	7.618 394	131 262	38
.008 510	7.626 844	131 116	39
.007 531	7.634 376	130 986	40
.006 665	7.641 040	130 872	41
.005 899	7.646 838	130 771	42
.005 219	7.652 168	130 682	43
.004 619	7.656 777	130 603	44
.004 088	7.660 864	130 534	45
.003 617	7.664 482	130 472	46
.003 201	7.667 683	130 417	47
.002 833	7.670 516	130 369	48
.002 507	7.673 023	130 327	49
.002 219	7.675 242	130 289	50

% 14	Tek. ödemelerde, bireşik faiz faktörü $\frac{F}{P} = q^n$	Yıllık eşit ödemelerde, bireşik faiz faktörü $\frac{F}{A} = q^n - 1$	Yıllık eşit ödemelerde, biriciklik (ifa fonu) faktörü $\frac{A}{F} = \frac{1}{q^n - 1}$
YIL			
1	1.140.000	1.000.000	1.000.000
2	1.299.800	2.140.000	467.290
3	1.481.044	3.439.600	290.731
4	1.688.960	4.921.144	203.205
5	1.925.415	6.610.104	151.284
6	2.194.873	8.535.519	117.157
7	2.502.269	10.730.491	093.192
8	2.852.588	13.232.760	075.570
9	3.251.349	16.085.347	062.168
10	3.707.221	19.337.295	051.714
11	4.226.232	23.046.516	043.394
12	4.817.905	27.270.749	036.669
13	5.490.411	32.088.654	031.164
14	6.251.349	37.561.065	026.609
15	7.117.938	43.842.414	022.809
16	8.117.248	50.980.352	019.615
17	9.276.464	59.117.601	016.918
18	10.575.169	68.394.066	014.621
19	12.055.693	78.969.235	012.663
20	13.743.490	91.004.928	010.986
21	15.667.578	104.768.418	009.545
22	17.861.039	120.435.998	008.303
23	20.361.585	138.297.035	007.231
24	23.212.207	158.658.620	006.303
25	26.461.916	181.870.827	005.498
26	30.166.584	208.332.743	004.800
27	34.389.906	238.499.327	004.193
28	39.204.493	272.889.233	003.664
29	44.693.122	312.093.725	003.204
30	50.950.199	356.786.947	002.803
31	58.083.181	407.727.005	002.463
32	66.214.926	465.820.188	002.147
33	75.484.902	532.026.012	001.890
34	86.052.788	607.519.914	001.646
35	98.100.178	693.572.702	001.442
36	111.834.203	791.872.881	001.263
37	127.490.992	903.507.084	001.107
38	145.339.731	1.030.998.076	000.970
39	165.687.293	1.176.337.806	000.850
40	188.883.514	1.342.029.089	000.745
41	215.327.206	1.530.908.813	000.653
42	245.473.015	1.746.226.819	000.573
43	279.639.237	1.991.708.833	000.502
44	319.016.730	2.271.548.070	000.440
45	363.879.072	2.590.364.800	000.386
46	414.594.142	2.954.243.872	000.338
47	472.637.322	3.368.638.014	000.297
48	538.806.547	3.841.475.336	000.260
49	614.239.464	4.380.281.883	000.228
50	700.232.988	4.994.821.346	000.200

Tek ödemelerde, bugünkü değer faktörü $\frac{P}{r} = 1/q^n$	Yıllık eşit ödemelerde, bugün- kü değer faktörü $\frac{P}{A} = \frac{q^n - 1}{q^n r}$	Yıllık eşit ödemelerde, hiz-amortisman faktörü $\frac{A}{P} = \frac{r(q^n - 1)}{q^n}$	% 14 YIL
.877 193	.877 193	1.140 000	1
.769 468	1.040 661	.607 290	2
.674 972	2.321 630	.430 731	3
.590 080	2.913 712	.343 205	4
.516 369	3.433 081	.291 264	5
.450 587	3.898 668	.257 157	6
.390 637	4.298 305	.233 192	7
.336 659	4.638 864	.215 570	8
.287 508	4.940 372	.202 168	9
.243 744	5.216 116	.191 714	10
.204 617	5.452 723	.183 394	11
.170 559	5.660 292	.176 669	12
.139 069	5.842 362	.171 164	13
.109 710	6.002 072	.166 609	14
.082 096	6.142 168	.162 909	15
.055 892	6.265 060	.159 615	16
.030 800	6.372 859	.156 615	17
.007 561	6.467 420	.154 621	18
.002 948	6.550 969	.152 663	19
.001 762	6.623 131	.150 966	20
.000 836	6.686 957	.149 545	21
.000 466	6.742 944	.148 303	22
.000 248	6.792 066	.147 231	23
.000 131	6.835 137	.146 303	24
.000 067	6.872 927	.145 498	25
.000 034	6.905 077	.144 800	26
.000 018	6.932 155	.144 193	27
.000 009	6.954 662	.143 664	28
.000 005	6.973 037	.143 204	29
.000 002	7.002 864	.142 803	30
.000 001	7.019 881	.142 453	31
.000 000	7.034 983	.142 147	32
.000 000	7.048 231	.141 880	33
.000 000	7.059 852	.141 646	34
.000 000	7.070 045	.141 442	35
.000 000	7.078 967	.141 263	36
.000 000	7.086 831	.141 107	37
.000 000	7.093 711	.140 970	38
.000 000	7.099 747	.140 850	39
.000 000	7.105 041	.140 745	40
.000 000	7.109 685	.140 653	41
.000 000	7.113 759	.140 573	42
.000 000	7.117 332	.140 502	43
.000 000	7.120 467	.140 440	44
.000 000	7.123 217	.140 386	45
.000 000	7.125 629	.140 338	46
.000 000	7.127 744	.140 297	47
.000 000	7.129 600	.140 260	48
.000 000	7.131 228	.140 228	49
.000 000	7.132 656	.140 200	50

%	Tek ödemelerde, bileşik faiz faktörü	Yıllık eşit ödemelerde, bileşik faiz faktörü	Yıllık eşit ödemelerde, biriktirme (olağan) faktörü
15	$\frac{F}{P} = q^n$	$\frac{F}{A} = q^n - 1$	$\frac{A}{F} = 1/q^n - 1$
YIL			
1	1.150 000	1.000 000	1.000 000
2	1.322 500	2.150 000	465 116
3	1.520 873	3.472 500	267 977
4	1.748 006	4.993 373	200 265
5	2.011 357	6.742 381	148 316
6	2.313 061	8.753 738	114 237
7	2.650 020	11.066 799	890 360
8	3.029 033	13.728 819	672 800
9	3.517 876	16.785 842	509 574
10	4.045 558	20.303 718	399 252
11	4.622 391	24.349 276	301 059
12	5.250 250	28.961 567	224 481
13	5.932 788	34.281 917	167 110
14	6.675 706	40.354 706	124 688
15	7.483 062	47.230 411	94 017
16	8.357 621	54.971 472	70 948
17	9.303 264	63.637 093	53 367
18	10.325 454	73.286 387	40 686
19	11.431 772	83.981 811	30 836
20	12.620 537	95.784 583	23 761
21	13.891 518	108.750 130	18 417
22	15.244 746	122.931 638	14 266
23	16.681 458	138.398 394	10 978
24	18.202 176	155.216 841	8 400
25	19.808 953	173.453 017	6 300
26	21.502 706	193.171 970	4 700
27	23.284 315	214.448 766	3 400
28	25.155 612	237.354 080	2 500
29	27.117 454	261.969 693	1 800
30	29.271 772	288.374 146	1 300
31	31.619 538	316.658 918	900
32	34.162 068	346.914 456	600
33	36.901 829	379.245 524	400
34	39.841 803	413.768 353	300
35	42.984 523	450.601 156	200
36	46.333 852	489.884 680	150
37	49.893 630	531.767 532	100
38	53.668 824	576.409 161	70
39	57.664 583	623.870 485	50
40	61.886 956	674.323 308	35
41	66.342 078	727.850 854	25
42	71.037 980	784.548 933	18
43	75.981 771	844.514 473	13
44	81.181 561	907.854 443	9
45	86.645 369	974.685 460	6
46	92.381 209	1.045.234 779	4
47	98.397 098	1.119.740 388	3
48	104.701 952	1.198.444 746	2
49	111.314 889	1.281.604 458	1
50	1.083.657 442	7.217.716 277	0

Tek ödemelerde, bugünkü değer faktörü	Yıllık eşit ödemelerde, bugün- kü değer faktörü	Yıllık eşit ödemelerde, faiz amortisman faktörü	% 15
$\frac{P}{i} = 1/q^n$	$\frac{P}{A} = q^n - 1/iq^n$	$\frac{A}{P} = iq^n/q^n - 1$	YIL
069 965	069 965	1.150 000	1
756 144	1.625 709	615 116	2
657 516	2.263 225	437 977	3
571 753	2.954 979	350 265	4
497 177	3.702 150	298 316	5
432 328	4.514 483	264 237	6
375 937	5.400 420	240 360	7
326 903	6.369 322	222 850	8
284 262	7.421 584	209 574	9
247 185	8.558 769	199 252	10
214 948	9.783 712	191 069	11
186 907	11.100 619	184 481	12
162 528	12.515 147	179 110	13
141 329	14.024 476	174 688	14
122 894	15.627 370	171 017	15
106 865	17.324 235	167 948	16
092 926	19.117 161	165 367	17
080 805	20.999 966	163 185	18
070 265	22.976 231	161 336	19
061 100	25.050 331	159 761	20
053 131	27.227 462	158 417	21
046 201	29.514 653	157 266	22
040 174	31.919 837	156 278	23
034 934	34.450 771	155 430	24
030 378	37.114 149	154 699	25
026 415	39.918 564	154 070	26
022 970	42.863 534	153 528	27
019 974	45.948 508	153 057	28
017 369	49.173 877	152 651	29
015 103	52.549 980	152 300	30
013 133	56.077 113	151 996	31
011 420	59.756 533	151 733	32
009 931	63.590 463	151 505	33
008 638	67.582 099	151 307	34
007 509	71.735 607	151 135	35
006 529	76.055 137	150 986	36
005 678	80.545 815	150 857	37
004 937	85.213 750	150 744	38
004 293	90.065 045	150 647	39
003 753	95.107 778	150 562	40
003 246	100.348 025	150 489	41
002 823	105.792 848	150 425	42
002 465	111.448 302	150 369	43
002 134	117.322 437	150 321	44
001 856	123.424 293	150 279	45
001 614	129.763 907	150 242	46
001 403	136.350 310	150 211	47
001 220	143.194 531	150 183	48
001 061	150.296 592	150 159	49
000 923	157.667 515	150 139	50

% 16	Tek ödemelerde, bileşik faiz faktörü $\frac{F}{F} = q^n$	Yıllık eşit ödemelerde, bileşik faiz faktörü $\frac{F}{A} = q^n - 1, i$	Yıllık eşit ödemelerde, biriktirme (ifa temli) faktörü $\frac{A}{F} = (iq^n - 1)$
YIL			
1	1.160 000	1.000 000	1.000 000
2	1.349 620	2.160 000	460 963
3	1.560 896	3.505 600	285 258
4	1.810 639	5.066 486	197 375
5	2.100 342	6.877 135	145 409
6	2.436 366	8.977 477	111 360
7	2.826 220	11.413 873	867 613
8	3.278 415	14.240 093	670 224
9	3.802 961	17.518 508	527 082
10	4.411 435	21.321 469	446 901
11	5.117 265	25.732 904	388 861
12	5.936 027	30.890 169	332 415
13	6.885 791	36.788 198	277 184
14	7.987 518	43.671 967	222 898
15	9.268 521	51.699 505	179 308
16	10.748 004	60.925 026	136 414
17	12.467 685	71.673 030	103 952
18	14.462 514	84.140 715	79 885
19	16.776 317	98.603 230	60 142
20	19.460 768	115.379 747	44 667
21	22.574 481	134.840 506	32 416
22	26.186 398	157.414 987	22 353
23	30.376 222	183.601 365	14 447
24	35.296 417	213.977 607	9 673
25	40.976 244	249.214 024	6 613
26	47.414 123	290.088 267	4 447
27	55.000 382	337.502 390	2 963
28	63.800 444	392.502 773	1 958
29	74.008 515	456.303 216	1 342
30	85.849 877	530.311 731	916
31	99.585 857	616.161 606	623
32	115.519 594	715.747 465	427
33	134.002 729	831.267 059	293
34	155.443 166	965.208 789	203
35	180.314 073	1.120.712 955	143
36	209.164 324	1.301.027 028	101
37	242.620 616	1.510.191 352	72
38	281.461 515	1.752.821 968	51
39	326.483 757	2.034.273 483	36
40	378.721 158	2.360.757 241	26
41	439.316 544	2.739.478 369	18
42	509.607 191	3.178.794 943	13
43	591.144 341	3.688.402 134	9
44	685.727 436	4.279.546 475	6
45	795.443 826	4.965.273 911	4
46	922.714 838	5.760.717 737	3
47	1.070.349 212	6.683.432 575	2
48	1.241.605 086	7.753.781 767	1
49	1.440.261 300	8.995.386 873	1
50	1.670.703 804	10.435.648 77	0

Tek ödemelerde, bugünkü değer faktörü $\frac{P}{F} = 1/q^n$	Yıllık eşit ödemelerde, bugün- kü değer faktörü $\frac{P}{A} = q^n - 1/q^n$	Yıllık eşit ödemelerde, faiz-amortisman faktörü $\frac{A}{P} = 1/q^n \cdot q^n - 1$	% 16
			YIL
862 069	862 069	1 160 000	1
743 163	1 605 232	622 963	2
640 658	2 245 850	445 258	3
552 391	2 798 181	357 373	4
476 113	3 274 294	305 409	5
410 442	3 684 735	271 590	6
353 830	4 038 566	247 613	7
305 025	4 343 591	230 224	8
262 953	4 606 544	217 082	9
226 684	4 833 227	206 901	10
195 417	5 028 644	198 651	11
166 463	5 197 107	192 415	12
145 227	5 342 334	187 184	13
125 195	5 467 329	182 658	14
107 927	5 575 456	179 356	15
923 041	5 668 497	176 414	16
080 207	5 748 704	173 952	17
069 144	5 817 608	171 885	18
059 907	5 877 455	170 142	19
051 385	5 928 841	168 657	20
044 298	5 973 139	167 416	21
038 188	6 011 326	166 353	22
032 920	6 044 247	165 447	23
028 380	6 072 627	164 673	24
024 465	6 097 002	164 013	25
021 091	6 118 193	163 447	26
018 182	6 136 364	162 963	27
015 674	6 152 038	162 548	28
013 512	6 165 950	162 192	29
011 648	6 177 198	161 895	30
010 042	6 187 240	161 623	31
008 657	6 195 827	161 397	32
007 463	6 203 309	161 203	33
006 433	6 209 752	161 036	34
005 546	6 215 338	160 892	35
004 781	6 220 119	160 769	36
004 121	6 224 241	160 662	37
003 553	6 227 794	160 571	38
003 063	6 230 857	160 490	39
002 640	6 233 497	160 424	40
002 276	6 235 773	160 366	41
001 962	6 237 736	160 315	42
001 692	6 239 427	160 271	43
001 458	6 240 886	160 234	44
001 257	6 242 143	160 201	45
001 084	6 243 227	160 174	46
000 934	6 244 161	160 150	47
000 805	6 244 966	160 129	48
000 694	6 245 661	160 111	49
000 599	6 246 259	160 096	50

$\frac{q}{p}$ 17	Tek ödemelerde, birekik faiz faktörü $\frac{F}{p} = q^n$	Yıllık eşit ödemelerde, birekik faiz faktörü $\frac{F}{A} = q^n - 1$	Yıllık eşit ödemelerde, birikimsiz (Hfa fonu) faktörü $\frac{A}{F} = (q^n - 1)$
YIL			
1	1.170 000	1.000 000	1.000 000
2	1.368 900	2.170 000	460 829
3	1.601 613	3.538 900	282 574
4	1.873 887	5.140 513	194 533
5	2.192 448	7.014 400	142 584
6	2.565 164	9.206 848	108 615
7	3.001 242	11.772 012	884 947
8	3.511 453	14.773 350	667 690
9	4.108 400	18.284 708	554 691
10	4.806 828	22.353 108	444 657
11	5.623 989	27.199 937	336 765
12	6.580 067	32.823 926	230 468
13	7.698 679	39.403 883	126 378
14	8.997 454	47.102 672	221 230
15	10.538 721	56.110 128	117 822
16	12.330 304	66.648 848	115 004
17	14.426 456	78.979 152	112 662
18	16.878 953	93.405 608	110 708
19	19.748 375	110.284 561	109 067
20	23.105 586	130.032 936	107 690
21	27.033 551	153.138 635	106 530
22	31.629 255	180.172 088	105 550
23	37.006 228	211.801 341	104 721
24	43.297 287	248.607 589	104 019
25	50.657 626	292.104 856	103 422
26	59.269 656	343.762 661	102 917
27	69.345 497	403.032 337	102 487
28	81.134 232	471.377 838	102 121
29	94.927 091	552.512 096	101 810
30	111.064 650	647.439 118	101 546
31	129.945 641	758.903 788	101 318
32	152.006 399	888.449 408	101 126
33	177.882 587	1.040.485.808	100 961
34	208.122 527	1.218.368 396	100 821
35	243.503 474	1.426.491 022	100 701
36	284.899 064	1.669.994 486	100 599
37	333.331 905	1.954.893 560	100 512
38	389.998 329	2.288.325 465	100 437
39	456.298 045	2.678.223 794	100 373
40	533.868 713	3.134.521 839	100 319
41	624.626 394	3.668.390 552	100 273
42	730.812 681	4.293.016 946	100 233
43	855.051 071	5.023.829 627	100 198
44	1.000.409 753	5.878.880 897	100 170
45	1.170.479 411	6.879.290 650	100 145
46	1.369.460 910	8.049.770 060	100 124
47	1.602.269 265	9.419.230 971	100 106
48	1.874.655 040	11.021.500 24	100 091
49	2.193.346 397	12.896.165 28	100 078
50	2.566.215 284	15.089 601 67	100 066

Tek ödemelerde, bugünkü değer faktörü $\frac{P}{r} = 1/q^n$	Yıllık eşit ödemelerde, bugün/ vü değer faktörü $\frac{P}{A} = q^n - 1/q^n$	Yıllık eşit ödemelerde, faiz-amortisman faktörü $\frac{A}{P} = (q^n/n^n) - 1$	9/ 17 YIL
854 701	854 701	1 170 000	1
730 514	1 585 214	630 829	2
624 371	2 209 588	452 574	3
533 650	2 743 225	364 530	4
456 111	3 199 346	312 564	5
389 839	3 589 185	278 615	6
333 195	3 922 390	254 947	7
284 782	4 207 153	237 680	8
243 404	4 450 558	224 691	9
208 037	4 658 604	214 657	10
177 810	4 836 413	206 765	11
151 974	4 988 387	200 468	12
129 892	5 118 260	195 378	13
111 019	5 229 259	191 230	14
94 888	5 324 187	187 822	15
81 101	5 405 288	185 004	16
69 117	5 474 605	182 662	17
59 249	5 533 851	180 706	18
50 637	5 584 488	179 067	19
43 280	5 627 757	177 690	20
36 991	5 664 758	176 530	21
31 618	5 696 375	175 590	22
27 022	5 723 397	174 721	23
23 096	5 746 493	174 019	24
19 740	5 766 234	173 423	25
16 872	5 783 106	172 917	26
14 421	5 797 526	172 487	27
12 328	5 809 851	172 121	28
10 534	5 820 388	171 810	29
9 004	5 829 320	171 545	30
7 696	5 837 085	171 318	31
6 577	5 843 663	171 126	32
5 622	5 849 284	170 961	33
4 805	5 854 089	170 821	34
4 107	5 858 196	170 701	35
3 510	5 861 706	170 599	36
3 000	5 864 706	170 512	37
2 564	5 867 270	170 437	38
2 192	5 869 461	170 373	39
1 873	5 871 335	170 319	40
1 601	5 872 936	170 273	41
1 368	5 874 304	170 233	42
1 170	5 875 473	170 199	43
1 000	5 876 473	170 170	44
854	5 877 327	170 145	45
730	5 878 058	170 124	46
624	5 878 662	170 106	47
533	5 879 215	170 091	48
456	5 879 671	170 078	49
390	5 880 061	170 066	50

% 18	Tek ödemelerde, bileşik faiz faktörü	Yıllık eşit ödemelerde, bileşik faiz faktörü	Yıllık eşit ödemelerde, biriktirme (ada fonu) faktörü
YIL	$\frac{F}{P} = q^n$	$\frac{F}{A} = q^n - 1/f$	$\frac{A}{F} = f(q^n - 1)$
1	1.180.000	1.000.000	1.000.000
2	1.392.400	2.180.000	458.716
3	1.643.032	3.572.400	279.924
4	1.938.778	5.215.432	191.739
5	2.287.788	7.154.210	139.778
6	2.699.554	9.441.968	106.910
7	3.185.474	12.141.522	82.362
8	3.758.859	15.326.996	66.244
9	4.435.454	19.066.855	52.395
10	5.233.886	23.521.309	42.515
11	6.175.926	28.755.144	34.776
12	7.287.593	34.931.070	28.628
13	8.599.359	42.218.663	23.686
14	10.147.244	50.818.022	19.678
15	11.973.748	60.965.266	16.403
16	14.129.023	72.939.014	13.710
17	16.672.247	87.068.036	11.485
18	19.673.251	103.740.383	9.629
19	23.214.436	123.413.534	8.103
20	27.393.036	146.627.970	6.800
21	32.323.781	174.021.005	5.746
22	38.142.061	206.344.785	4.846
23	45.007.632	244.486.847	4.090
24	53.109.006	289.494.479	3.454
25	62.688.627	342.603.486	2.919
26	73.948.980	405.272.113	2.467
27	87.259.757	479.221.093	2.087
28	102.966.560	566.480.890	1.765
29	121.500.541	669.447.460	1.494
30	143.370.638	790.947.991	1.264
31	169.177.353	934.318.630	1.070
32	199.629.277	1.103.495.963	906
33	235.562.547	1.303.125.260	767
34	277.963.805	1.538.687.807	650
35	327.697.290	1.814.651.812	556
36	387.036.902	2.144.648.002	480
37	458.703.437	2.531.685.708	419
38	538.910.044	2.989.389.132	365
39	635.913.852	3.527.299.179	314
40	750.378.345	4.163.213.027	264
41	885.446.447	4.913.591.312	214
42	1.044.826.807	5.799.007.818	172
43	1.232.895.633	6.843.894.625	140
44	1.454.816.847	8.076.750.258	114
45	1.716.883.879	9.531.577.105	95
46	2.025.686.977	11.248.260.98	79
47	2.390.210.623	13.273.947.96	67
48	2.820.566.547	15.664.258.59	54
49	3.329.268.505	18.484.825.14	44
50	3.927.356.860	21.813.093.67	36

Tek ödemelerde, bugünkü değer faktörü $\frac{P}{F} = \frac{1}{1+i^n}$	Yıllık eşit ödemelerde, bugün- kü değer faktörü $\frac{P}{A} = \frac{i}{1-i^n}$	Yıllık eşit ödemelerde, faiz-amortisman faktörü $\frac{A}{P} = \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1}$	% 18 YIL
847 458	847 458	1.180 000	1
718 184	1.065 642	638 716	2
608 631	2.174 273	459 924	3
513 789	3.690 062	371 739	4
437 109	5.127 171	310 778	5
370 432	6.497 603	265 910	6
313 925	7.811 528	232 362	7
266 038	9.077 986	205 244	8
225 496	10.303 032	182 395	9
191 064	11.494 086	162 515	10
161 919	12.656 005	144 776	11
137 220	13.793 328	128 628	12
116 288	14.909 513	113 686	13
98 549	16.008 062	99 679	14
83 516	17.091 578	86 403	15
70 776	18.162 354	73 710	16
59 980	19.222 334	61 485	17
50 830	20.273 164	50 539	18
43 077	21.316 241	40 103	19
36 506	22.352 746	30 820	20
30 937	23.383 683	22 746	21
26 218	24.409 901	15 846	22
22 218	25.432 120	10 090	23
18 829	26.450 949	6 454	24
15 957	27.466 908	3 819	25
13 523	28.480 429	2 167	26
11 460	29.491 889	1 287	27
9 672	30.501 601	765	28
8 230	31.509 831	494	29
6 975	32.516 806	284	30
5 911	33.522 717	170	31
5 009	34.527 726	906	32
4 245	35.531 971	767	33
3 598	36.535 569	650	34
3 049	37.538 618	550	35
2 584	38.541 201	466	36
2 190	39.543 391	395	37
1 856	40.545 247	335	38
1 573	41.546 819	284	39
1 333	42.548 152	240	40
1 129	43.549 281	204	41
957	44.550 238	172	42
811	45.551 049	146	43
687	46.551 737	124	44
583	47.552 319	105	45
494	48.552 813	89	46
418	49.553 231	75	47
355	50.553 586	64	48
300	51.553 886	54	49
255	52.554 141	46	50

%	Tek ödemelerde, bileşik faiz faktörü	Yıllık eşit ödemelerde, bileşik faiz faktörü	Yıllık eşit ödemelerde, biriktirme (ada fonu) faktörü
YIL	$\frac{f}{p} = q^n$	$\frac{r}{A} = q^n - 1/f$	$\frac{A}{f} = f/q^n - 1$
1	1.190 000	1.000 000	1.000 000
2	1.416 100	2.190 000	.456 621
3	1.685 159	3.606 100	.277 308
4	2.005 339	5.291 259	.188 991
5	2.386 354	7.296 598	.137 050
6	2.839 761	9.682 952	.103 274
7	3.379 515	12.522 713	.079 866
8	4.021 385	15.902 028	.062 885
9	4.785 449	19.923 413	.050 192
10	5.694 684	24.708 862	.040 471
11	6.776 674	30.403 546	.032 891
12	8.064 242	37.180 220	.026 896
13	9.596 448	45.244 461	.022 102
14	11.419 772	54.840 009	.018 236
15	13.589 530	66.260 682	.015 092
16	16.171 540	79.850 211	.012 623
17	19.244 133	96.021 751	.010 414
18	22.900 518	115.265 884	.008 676
19	27.251 616	138.166 402	.007 238
20	32.429 423	165.418 018	.006 045
21	38.591 014	197.847 442	.005 054
22	45.923 307	236.438 458	.004 229
23	54.648 735	282.361 762	.003 542
24	65.031 954	337.010 497	.002 967
25	77.388 073	402.042 491	.002 487
26	92.091 807	478.430 565	.002 086
27	109.589 251	571.822 372	.001 750
28	130.411 208	681.311 623	.001 468
29	155.189 336	811.822 833	.001 232
30	184.675 312	966.712 169	.001 034
31	219.763 621	1.151.367 481	.000 869
32	261.518 710	1.371.151 103	.000 729
33	311.207 294	1.632.669 812	.000 612
34	370.336 645	1.943.877 077	.000 514
35	440.700 607	2.314.213 721	.000 432
36	524.433 722	2.754.914 328	.000 363
37	624.076 130	3.279.348 051	.000 305
38	742.680 694	3.903.424 180	.000 256
39	883.794 207	4.646.074 775	.000 215
40	1.051.667 507	5.529.828 982	.000 181
41	1.251.484 333	6.561.496 488	.000 152
42	1.489.266 356	7.832.980 821	.000 128
43	1.772.226 954	9.322.247 177	.000 107
44	2.108.950 087	11.054.474 14	.000 090
45	2.509.650 603	13.203.424 23	.000 076
46	2.986.484 218	15.713.074 83	.000 064
47	3.553.916 219	18.659.659 05	.000 053
48	4.229 180 301	22.253.475 27	.000 045
49	5.032.700 758	26.482.635 57	.000 038
50	5.988.913 902	31.515.336 33	.000 032

Tek ödemelerde, bugünkü değer faktörü $\frac{P}{F} = 1/q^n$	Yıllık eşit ödemelerde, bugün- kü değer faktörü $\frac{P}{A} = q^n - 1/q^n$	Yıllık eşit ödemelerde, faiz-amortisman faktörü $\frac{A}{P} = 1/q^n (1/q^n - 1)$	% 19
			YIL
840 336	840 336	1 190 000	1
700 165	1 546 501	646 621	2
593 414	2 139 917	467 308	3
498 669	2 838 586	378 991	4
419 040	3 657 635	327 050	5
352 142	4 609 777	293 274	6
295 910	5 705 695	268 855	7
248 671	6 954 356	252 885	8
208 967	8 363 332	240 182	9
175 602	9 938 935	230 471	10
147 565	11 686 500	222 891	11
124 004	13 610 504	216 896	12
104 205	15 714 709	212 102	13
887 567	18 002 277	208 235	14
073 580	20 475 863	205 092	15
061 837	23 137 700	202 823	16
051 964	26 989 654	200 414	17
043 867	31 033 331	198 576	18
036 895	35 070 026	197 238	19
030 836	3 990 862	196 045	20
025 913	5 136 775	195 054	21
021 775	5 148 650	194 229	22
018 299	5 186 849	193 542	23
015 377	5 182 226	192 967	24
012 922	5 195 148	192 487	25
010 859	5 208 007	192 085	26
009 125	5 215 132	191 750	27
007 068	5 222 800	191 468	28
006 444	5 229 243	191 232	29
005 415	5 234 658	191 034	30
004 550	5 239 209	190 869	31
003 824	5 243 033	190 729	32
003 213	5 246 246	190 612	33
002 700	5 248 948	190 514	34
002 269	5 251 215	190 432	35
001 907	5 253 122	190 363	36
001 602	5 254 724	190 305	37
001 347	5 256 071	190 256	38
001 132	5 257 202	190 215	39
000 951	5 258 153	190 181	40
000 799	5 258 952	190 152	41
000 671	5 259 624	190 128	42
000 564	5 260 188	190 107	43
000 474	5 260 662	190 090	44
000 398	5 261 061	190 076	45
000 338	5 261 396	190 064	46
000 281	5 261 677	190 053	47
000 236	5 261 913	190 045	48
000 199	5 262 112	190 038	49
000 167	5 262 279	190 032	50

$\frac{q}{100}$	Tek ödemelerde, bileşik faiz faktörü	Yıllık ağırlı ödemelerde, bileşik faiz faktörü	Yıllık ağırlı ödemelerde, biriktirme (ifa fonu) faktörü
$\frac{20}{}$	$\frac{F}{P} = q^n$	$\frac{F}{A} = q^n - 1/i$	$\frac{A}{F} = i(q^n - 1)$
YIL			
1	1.200 000	1.000 000	1.000 000
2	1.440 000	2.200 000	.454 545
3	1.728 000	3.640 000	.274 725
4	2.073 600	5.368 000	.186 289
5	2.488 320	7.441 600	.134 380
6	2.985 984	9.929 320	.100 706
7	3.583 181	12.915 904	.077 424
8	4.299 817	16.499 065	.060 609
9	5.159 780	20.798 902	.048 079
10	6.191 736	25.958 882	.038 523
11	7.430 084	32.150 419	.031 104
12	8.916 100	39.580 502	.025 255
13	10.699 331	48.486 503	.020 620
14	12.839 185	59.195 823	.016 893
15	15.407 022	72.035 108	.013 882
16	18.488 425	87.442 129	.011 436
17	22.186 113	105.930 555	.009 440
18	26.623 333	128.116 955	.007 805
19	31.948 000	154.740 000	.006 462
20	38.337 600	186.688 000	.005 357
21	46.005 120	225.025 600	.004 444
22	55.206 144	271.030 719	.003 690
23	66.247 372	326.236 863	.003 065
24	79.496 847	392.484 236	.002 548
25	95.396 217	471.981 083	.002 119
26	114.475 460	567.377 300	.001 762
27	137.370 552	681.852 760	.001 467
28	164.844 652	819.223 312	.001 221
29	197.813 585	984.067 974	.001 016
30	237.375 314	1.181.881 569	.000 848
31	284.851 577	1.419.287 883	.000 705
32	341.821 892	1.704.109 459	.000 587
33	410.186 270	2.045.931 351	.000 489
34	492.223 524	2.456 117 621	.000 407
35	590.668 229	2.949 341 146	.000 339
36	708.801 875	3.539 009 375	.000 283
37	850.562 250	4.247 811 250	.000 235
38	1.020.674 700	5.098 373 500	.000 196
39	1.224.809 640	6.119 048 200	.000 163
40	1.469.371 568	7.343 857 940	.000 136
41	1.763.725 882	8.813.629 408	.000 113
42	2.118.471 058	10.577 355 29	.000 095
43	2.539.765 269	12.693 826 35	.000 079
44	3.047.718 323	15.233 591 62	.000 066
45	3.657 261 988	18.281 309 94	.000 055
46	4.389.714 386	21.938 571 92	.000 046
47	5.266 457 263	26.327 296 21	.000 038
48	6.319 748 715	31.593 743 68	.000 032
49	7.583 898 458	37.913 482 29	.000 026
50	9.100 438 150	45.497 190 75	.000 022

Tek ödemelerde, bugünkü değer faktörü $\frac{P}{F} = 1/q^n$	Yıllık eşit ödemelerde, bugün- kü değer faktörü $\frac{P}{A} = q^n - 1 / iq^n$	Yıllık eşit ödemelerde, faiz amortisman faktörü $\frac{A}{F} = iq^n / (q^n - 1)$	% 20
			YIL
833 333	833 333	1 200 000	1
694 444	1 527 778	654 545	2
578 704	2 106 481	474 725	3
482 253	2 588 735	366 288	4
401 878	2 990 612	334 380	5
334 898	3 328 510	300 706	6
279 382	3 604 592	277 424	7
232 568	3 837 160	260 809	8
193 807	4 030 967	248 079	9
161 506	4 192 472	238 523	10
134 888	4 327 060	231 104	11
112 157	4 439 217	225 289	12
93 464	4 532 681	220 620	13
77 887	4 610 567	216 803	14
64 905	4 678 472	213 882	15
54 088	4 729 561	211 436	16
45 073	4 774 034	209 440	17
37 581	4 812 195	207 805	18
31 301	4 843 496	206 462	19
26 084	4 869 580	205 357	20
21 737	4 891 318	204 444	21
18 114	4 909 430	203 690	22
15 095	4 924 525	203 065	23
12 579	4 937 104	202 548	24
10 483	4 947 587	202 119	25
8 735	4 956 323	201 762	26
7 380	4 963 602	201 467	27
6 266	4 969 668	201 221	28
5 355	4 974 724	201 018	29
4 613	4 978 926	200 846	30
4 03 511	4 982 447	200 705	31
3 52 926	4 985 372	200 587	32
3 02 438	4 987 810	200 489	33
2 52 032	4 989 942	200 407	34
2 01 693	4 991 535	200 339	35
1 51 411	4 992 946	200 283	36
1 01 176	4 994 122	200 235	37
000 980	4 995 101	200 196	38
000 828	4 995 918	200 163	39
000 680	4 996 598	200 136	40
000 587	4 997 165	200 113	41
000 472	4 997 638	200 095	42
000 394	4 998 031	200 079	43
000 328	4 998 359	200 066	44
000 273	4 998 633	200 055	45
000 228	4 998 861	200 046	46
000 190	4 999 051	200 038	47
000 158	4 999 209	200 032	48
000 132	4 999 341	200 028	49
000 110	4 999 451	200 022	50

% 21	Tek ödemelerde, bileşik faiz faktörü $\frac{F}{f} = q^n$	Yıllık eşit ödemelerde, bileşik faiz faktörü $\frac{f}{A} = q^n - 1, i$	Yıllık eşit ödemelerde, biriktirme (öfe fonu) faktörü $\frac{A}{F} = f/q^n - 1$
YIL			
1	1.210.000	1.000.000	1.000.000
2	1.464.100	2.210.000	452.489
3	1.771.561	3.674.100	272.175
4	2.143.589	5.445.561	183.632
5	2.593.742	7.589.250	131.765
6	3.129.426	10.182.992	989.203
7	3.797.499	13.321.421	675.067
8	4.594.973	17.118.919	468.415
9	5.559.917	21.713.892	348.053
10	6.727.300	27.273.809	266.665
11	8.140.275	34.001.309	209.411
12	9.849.733	42.141.584	162.730
13	11.918.177	51.893.217	124.234
14	14.420.994	63.909.499	95.847
15	17.449.400	78.330.487	73.766
16	21.113.777	95.779.889	57.441
17	25.547.670	116.893.666	45.555
18	30.912.681	142.441.336	36.020
19	37.404.343	173.354.018	28.769
20	45.259.256	210.758.360	22.746
21	54.763.699	256.017.615	18.906
22	66.264.076	310.781.315	15.218
23	80.179.532	377.045.391	12.652
24	97.017.234	457.294.923	10.187
25	117.390.853	564.242.157	8.004
26	142.042.632	671.633.009	6.489
27	171.871.948	813.675.941	5.229
28	207.965.057	985.547.689	4.215
29	251.637.719	1.193.512.946	3.338
30	304.881.640	1.445.150.654	2.650
31	368.422.784	1.749.632.304	2.152
32	445.791.568	2.118.095.088	1.777
33	539.407.798	2.563.846.656	1.480
34	652.683.435	3.103.254.454	1.240
35	789.746.957	3.755.937.890	1.036
36	955.883.818	4.545.684.848	830
37	1.156.266.519	5.501.279.664	675
38	1.399.084.009	6.657.547.193	550
39	1.692.892.739	8.056.632.062	454
40	2.048.400.215	9.749.524.831	373
41	2.478.584.260	11.797.025.05	305
42	2.999.062.754	14.276.493.31	250
43	3.628.685.933	17.275.968.06	204
44	4.390.927.778	20.904.417.99	164
45	5.313.022.612	25.295.345.77	133
46	6.428.757.360	30.608.398.39	109
47	7.778.796.406	37.037.125.74	87
48	9.412.343.651	44.815.922.15	70
49	11.388.925.82	54.239.265.80	56
50	13.780.612.39	65.617.201.62	45

Tek ödemenin, bugünkü değer faktörü $\frac{P}{F} = 1/q^n$	Yıllık eşit ödemelerin, bugünkü değer faktörü $\frac{P}{A} = q^n - 1/iq^n$	Yıllık eşit ödemelerin, faiz-amortisman faktörü $\frac{A}{F} = iq^n/q^n - 1$	% 21 YIL
826 446	826 446	1 210 000	1
683 013	1 509 460	662 489	2
564 474	2 073 934	482 175	3
466 507	2 540 441	393 632	4
388 043	2 925 984	341 765	5
318 631	3 244 615	308 203	6
262 331	3 507 946	285 067	7
217 629	3 726 576	268 415	8
179 859	3 905 434	256 053	9
148 644	4 054 078	246 665	10
122 846	4 176 924	239 411	11
101 526	4 278 450	233 730	12
83 905	4 362 355	229 234	13
69 343	4 431 090	225 647	14
57 309	4 489 007	222 766	15
47 362	4 538 369	220 441	16
39 143	4 579 512	218 655	17
32 349	4 607 861	217 000	18
26 735	4 634 596	215 769	19
22 095	4 658 691	214 745	20
18 290	4 674 951	213 906	21
15 091	4 689 042	213 218	22
12 472	4 702 614	212 652	23
10 307	4 715 822	212 187	24
8 519	4 727 340	211 804	25
7 040	4 738 380	211 489	26
5 818	4 748 199	211 229	27
4 809	4 756 907	211 015	28
4 024	4 764 981	210 838	29
3 394	4 772 265	210 692	30
2 914	4 778 980	210 572	31
2 483	4 785 023	210 477	32
2 104	4 790 477	210 390	33
1 773	4 795 409	210 322	34
1 486	4 799 875	210 266	35
1 240	4 799 922	210 220	36
1 035	4 797 786	210 182	37
861	4 795 501	210 150	38
715	4 793 092	210 124	39
591	4 790 580	210 103	40
488	4 787 984	210 085	41
403	4 785 317	210 070	42
333	4 782 593	210 058	43
276	4 780 820	210 048	44
228	4 779 008	210 040	45
188	4 777 164	210 033	46
156	4 775 293	210 027	47
129	4 773 399	210 022	48
106	4 771 487	210 018	49
888	4 769 559	210 015	50
073			

% 22	Tek ödemelerde, büyük faiz faktörü $\frac{F}{i} = q^n$	Yıllık eşit ödemelerde, büyük faiz faktörü $\frac{F}{A} = q^n - 1$	Yıllık eşit ödemelerde, biriktirme (tda fonu) faktörü $\frac{A}{F} = (q^n - 1)$
YIL			
1	1.220.000	1.000.000	1.000.000
2	1.488.400	2.220.000	450.450
3	1.815.848	3.708.400	269.038
4	2.215.339	5.524.248	181.020
5	2.702.708	7.738.563	129.206
6	3.297.304	10.447.291	99.764
7	4.022.711	13.739.595	77.782
8	4.907.707	17.782.300	59.299
9	5.987.403	22.670.013	44.113
10	7.304.833	28.657.438	34.895
11	8.911.650	35.982.047	27.807
12	10.872.213	44.873.697	22.286
13	13.264.100	55.745.911	17.939
14	16.182.202	69.010.011	14.491
15	19.742.287	85.182.213	11.738
16	24.085.590	104.934.500	9.530
17	29.384.420	129.020.090	7.751
18	35.848.982	158.404.510	6.313
19	43.735.771	194.253.503	5.148
20	53.357.840	237.989.273	4.202
21	65.096.321	291.346.913	3.432
22	79.417.512	356.443.234	2.805
23	96.889.364	435.850.748	2.294
24	118.205.024	532.750.110	1.877
25	144.210.130	650.955.134	1.538
26	175.936.298	795.165.264	1.258
27	214.642.357	971.101.632	1.030
28	261.863.675	1.185.743.978	843
29	319.473.684	1.447.607.654	691
30	389.757.854	1.767.081.337	566
31	475.504.621	2.158.839.232	464
32	580.115.450	2.632.343.863	380
33	707.741.083	3.212.459.812	311
34	863.444.133	3.920.200.605	255
35	1.053.401.842	4.783.644.738	209
36	1.285.150.248	5.837.046.581	171
37	1.567.683.302	7.123.196.629	140
38	1.912.817.629	8.690.080.131	115
39	2.333.637.607	10.602.897.76	94
40	2.847.037.759	12.836.535.27	77
41	3.473.386.066	15.782.573.03	63
42	4.237.531.000	19.256.959.09	52
43	5.169.787.820	23.494.490.09	43
44	6.307.141.140	28.654.277.91	35
45	7.694.712.191	34.971.419.05	29
46	9.387.548.873	42.666.131.24	23
47	11.452.809.63	52.053.680.12	19
48	13.972.427.74	63.508.489.74	16
49	17.046.361.65	77.478.917.48	13
50	20.796.561.48	94.525.279.33	11

Tek ödemelerde, bugünkü değer faktörü	Yıllık eşit ödemelerde, bugün- kü değer faktörü	Yıllık eşit ödemelerde, faiz-amortisman faktörü	% 22
$\frac{P}{i} - 1 \cdot q^n$	$\frac{P}{A} = q^n - 1 \cdot q^n$	$\frac{A}{P} = i q^n / q^n - 1$	YIL
819 672	819 672	1.220 000	1
671 862	1.491 535	870 450	2
550 707	2.042 241	489 658	3
451 399	2.493 641	401 020	4
369 990	2.863 640	348 206	5
303 278	3.166 918	315 764	6
248 569	3.415 506	292 782	7
203 761	3.619 268	276 299	8
167 017	3.788 285	264 111	9
136 899	3.923 184	254 895	10
112 213	4.035 307	247 837	11
91 878	4.127 375	242 295	12
75 301	4.202 766	237 939	13
61 796	4.264 562	234 491	14
50 853	4.315 215	231 738	15
41 519	4.365 734	229 530	16
34 032	4.400 765	227 761	17
27 895	4.418 850	226 313	18
22 865	4.441 625	225 148	19
18 741	4.460 266	224 202	20
15 352	4.475 628	223 432	21
12 592	4.488 220	222 805	22
10 321	4.498 541	222 294	23
8 460	4.507 001	221 877	24
6 934	4.513 835	221 536	25
5 684	4.519 619	221 258	26
4 659	4.524 278	221 030	27
3 819	4.528 096	220 843	28
3 130	4.531 227	220 691	29
2 566	4.533 702	220 566	30
2 103	4.535 695	220 464	31
1 724	4.537 619	220 380	32
1 413	4.539 032	220 311	33
1 158	4.540 190	220 255	34
9 549	4.541 140	220 209	35
7 778	4.541 918	220 171	36
6 338	4.542 555	220 140	37
5 223	4.543 078	220 115	38
4 229	4.543 507	220 094	39
3 451	4.543 858	220 077	40
2 888	4.544 146	220 063	41
2 336	4.544 382	220 052	42
1 933	4.544 576	220 043	43
1 599	4.544 734	220 035	44
1 300	4.544 854	220 029	45
1 037	4.544 970	220 023	46
807	4.545 058	220 019	47
672	4.545 129	220 016	48
559	4.545 188	220 013	49
448	4.545 236	220 011	50

% 23	Tek ödemelerde, bileşik faiz faktörü	Yıllık eşit ödemelerde, bileşik faiz faktörü	Yıllık eşit ödemelerde, birikimsiz (ifa) (onu) faktörü
YIL	$\frac{F}{P} = q^n$	$\frac{F}{A} = q^n - 1$	$\frac{A}{F} = (q^n - 1)$
1	1.230 000	1.000 000	1.000 000
2	1.512 900	2.230 000	.448 430
3	1.860 867	3.742 900	.267 173
4	2.288 866	5.603 767	.178 451
5	2.815 305	7.892 633	.126 700
6	3.462 828	10.707 839	.093 389
7	4.259 276	14.170 765	.070 568
8	5.238 909	18.430 041	.054 259
9	6.443 859	23.668 950	.042 349
10	7.925 946	30.112 809	.033 208
11	9.748 914	38.038 755	.026 289
12	11.991 184	47.787 689	.020 936
13	14.749 132	59.778 833	.016 728
14	18.141 432	74.527 964	.013 418
15	22.313 961	92.669 396	.010 791
16	27.446 172	114.863 357	.008 697
17	33.758 792	142.429 529	.007 021
18	41.523 314	176.188 321	.005 876
19	51.073 676	217.711 635	.004 903
20	62.820 622	268.785 311	.003 720
21	77.269 364	331.605 932	.003 016
22	95.041 318	408.875 297	.002 446
23	116.900 822	503.919 615	.001 984
24	143.788 010	620.817 437	.001 611
25	176.859 253	764.605 447	.001 308
26	217.526 881	941.464 700	.001 062
27	267.570 364	1.159.001 581	.000 863
28	329.111 547	1.426.571 945	.000 701
29	404.807 203	1.755.883 492	.000 570
30	497.912 860	2.160.490 695	.000 463
31	612.432 618	2.658.403 555	.000 376
32	753.292 366	3.270.836 373	.000 306
33	925.549 610	4.004.128 738	.000 249
34	1.139.656 020	4.950.678 348	.000 202
35	1.401.776 905	6.090.334 368	.000 164
36	1.724.185 583	7.492.111 273	.000 133
37	2.129.748 279	9.216.096 966	.000 109
38	2.608.500 383	11.337.045 14	.000 088
39	3.208.480 071	13.945 565 53	.000 072
40	3.946 430 488	17.154.045 60	.000 058
41	4.854.109 500	21.100.478 09	.000 047
42	5.970.554 685	25.954 585 59	.000 039
43	7.343.782 263	31.998 140 27	.000 031
44	9.032.892 183	39.268 922 53	.000 025
45	11.110.408 19	48.901.774 72	.000 021
46	13.655.802 07	59.412.182 90	.000 017
47	16.808.536 54	73.077.984 97	.000 014
48	20.674.991 95	89.886.921 51	.000 011
49	25.430.240 10	110.561.913 5	.000 009
50	31.279.195 32	135.992.153 6	.000 007

Tek ödemelerde, bugünkü değer faktörü: $\frac{P}{E} = (1+i)^{-n}$	Yıllık eşit ödemelerde, bugün- kü değer faktörü $\frac{P}{A} = \frac{i}{1+i} (1+i)^{-n}$	Yıllık eşit ödemelerde, faiz- amortisman faktörü $\frac{A}{P} = (1+i)^n (1+i)^{-n} - 1$	% 23 YIL
813 008	813 008	1 230 000	1
660 962	1 473 690	578 430	2
537 394	2 011 374	492 173	3
436 897	2 448 272	408 451	4
355 201	2 803 473	356 700	5
288 791	3 092 254	323 388	6
234 782	3 327 038	300 588	7
190 879	3 517 916	284 259	8
155 187	3 673 102	272 249	9
126 168	3 799 270	263 208	10
102 576	3 901 848	256 289	11
83 365	3 985 240	250 606	12
67 801	4 053 041	246 728	13
55 122	4 108 163	243 418	14
44 815	4 152 978	240 791	15
36 435	4 189 413	238 697	16
29 622	4 219 035	237 021	17
24 083	4 243 118	235 676	18
19 580	4 262 698	234 593	19
15 918	4 278 016	233 720	20
12 942	4 291 556	233 016	21
10 522	4 302 079	232 446	22
8 554	4 310 634	231 984	23
6 855	4 317 588	231 611	24
5 454	4 323 243	231 308	25
4 297	4 327 839	231 062	26
3 337	4 331 577	230 863	27
2 538	4 334 615	230 701	28
1 870	4 337 086	230 570	29
1 308	4 339 094	230 463	30
853	4 340 727	230 378	31
628	4 342 054	230 306	32
479	4 343 134	230 249	33
377	4 344 011	230 202	34
313	4 344 724	230 164	35
260	4 345 304	230 133	36
212	4 345 776	230 109	37
163	4 346 159	230 088	38
112	4 346 471	230 072	39
75	4 346 724	230 058	40
46	4 346 930	230 047	41
27	4 347 098	230 039	42
16	4 347 234	230 031	43
9	4 347 345	230 025	44
5	4 347 435	230 021	45
3	4 347 506	230 017	46
2	4 347 567	230 014	47
1	4 347 616	230 011	48
0	4 347 655	230 009	49
0	4 347 687	230 007	50

%	Tek ödemelerde, bileşik faiz faktörü	Yıllık eşit ödemelerde, bileşik faiz faktörü	Yıllık eşit ödemelerde, biriktirme (rdz.fona) faktörü
24			
YIL	$\frac{F}{i} = q^n$	$\frac{f}{A} = q^n - 1$	$\frac{A}{f} = (1/q^n - 1)$
1	1.240.000	1.000.000	1.000.000
2	1.537.600	2.240.000	446.429
3	1.906.624	3.777.600	264.718
4	2.364.214	5.684.224	175.820
5	2.931.625	8.048.438	124.248
6	3.635.215	10.980.063	091.074
7	4.507.667	14.615.278	068.422
8	5.589.507	19.122.945	052.293
9	6.930.988	24.712.451	040.465
10	8.594.426	31.643.440	031.632
11	10.657.088	40.227.855	024.852
12	13.214.789	50.894.953	019.648
13	16.386.338	64.109.741	015.598
14	20.319.059	80.496.079	012.423
15	25.165.633	100.815.138	009.819
16	31.242.585	126.010.772	007.936
17	38.740.806	157.252.297	006.259
18	48.038.399	195.994.162	005.102
19	59.567.863	244.032.761	004.058
20	73.864.150	303.600.624	003.294
21	91.591.546	377.464.774	002.649
22	113.573.517	469.056.320	002.132
23	140.831.161	582.629.836	001.716
24	174.630.639	723.460.997	001.382
25	216.541.993	898.091.636	001.113
26	268.512.071	1.114.633.629	000.897
27	332.954.968	1.383.145.700	000.723
28	412.864.160	1.716.100.666	000.583
29	511.951.529	2.128.994.838	000.470
30	634.819.923	2.640.916.387	000.379
31	787.176.717	3.275.726.320	000.305
32	976.099.129	4.062.912.037	000.246
33	1.210.362.920	5.039.012.166	000.198
34	1.500.850.021	6.248.379.088	000.160
35	1.861.054.026	7.750.225.106	000.129
36	2.307.706.992	9.611.279.132	000.104
37	2.861.556.670	11.918.986.12	000.084
38	3.548.330.270	14.780.542.39	000.068
39	4.399.929.525	18.328.873.06	000.055
40	5.455.912.624	22.728.802.80	000.044
41	6.765.331.653	28.184.715.22	000.035
42	8.389.011.260	34.950.046.88	000.029
43	10.402.373.95	43.339.058.13	000.023
44	12.898.943.70	53.741.432.08	000.019
45	15.994.690.19	66.940.375.77	000.015
46	19.833.415.83	82.635.065.96	000.012
47	24.593.435.63	102.468.481.8	000.010
48	30.495.860.18	127.061.917.4	000.008
49	37.914.866.62	157.557.777.6	000.006
50	46.890.434.61	195.372.644.2	000.005

Tak ödemelerde, bugünkü değer faktörü $\frac{P}{i} = i \cdot n^*$	Yıllık eşit ödemelerde, bugün- kü değer faktörü $\frac{P}{A} = q^n - 1 / iq^n$	Yıllık eşit ödemelerde, faiz-amortisman faktörü $\frac{A}{P} = iq^n / iq^n - 1$	% 24 YIL
806 452	806 452	1 240 000	1
650 364	1 456 816	886 428	2
524 487	1 861 303	504 718	3
422 974	2 404 277	415 926	4
341 108	2 796 384	354 248	5
275 087	3 030 471	331 074	6
221 844	3 242 316	328 422	7
178 907	3 421 222	297 293	8
144 289	3 565 502	280 465	9
116 354	3 681 856	271 602	10
943 834	3 775 691	264 852	11
375 673	3 851 363	258 648	12
367 026	3 912 390	255 598	13
049 316	3 961 605	252 423	14
039 689	4 001 284	249 919	15
032 008	4 033 302	247 835	16
028 813	4 058 114	246 388	17
026 817	4 078 931	245 107	18
016 788	4 096 718	244 066	19
013 538	4 110 257	243 294	20
010 018	4 121 175	242 649	21
008 805	4 129 980	242 132	22
007 101	4 137 080	241 718	23
005 726	4 142 807	241 362	24
004 618	4 147 425	241 113	25
003 724	4 151 149	240 897	26
003 003	4 154 152	240 723	27
002 422	4 156 575	240 583	28
001 953	4 158 528	240 470	29
001 575	4 160 103	240 379	30
001 270	4 161 373	240 305	31
001 024	4 162 358	240 246	32
000 826	4 163 224	240 198	33
000 666	4 163 890	240 160	34
000 537	4 164 438	240 129	35
000 433	4 164 881	240 104	36
000 349	4 165 211	240 084	37
000 282	4 165 492	240 068	38
000 227	4 165 720	240 055	39
000 183	4 165 903	240 044	40
000 148	4 166 051	240 035	41
000 119	4 166 170	240 029	42
000 096	4 166 268	240 023	43
000 078	4 166 344	240 019	44
000 063	4 166 406	240 015	45
000 050	4 166 457	240 012	46
000 041	4 166 497	240 010	47
000 033	4 166 530	240 008	48
000 026	4 166 556	240 006	49
000 021	4 166 578	240 005	50

% 25	Tek ödemelerde, bileşik faiz faktörü	Yıllık eşit ödemelerde, bileşik faiz faktörü	Yıllık eşit ödemelerde, birikimine (tfa fonu) faktörü
YIL	$\frac{F}{P} = q^n$	$\frac{F}{A} = q^n - iF$	$\frac{A}{F} = i(q^n - 1)$
1	1.250.000	1.000.000	1.000.000
2	1.562.500	2.260.000	.444.444
3	1.953.125	3.812.500	.762.295
4	2.441.406	5.755.625	1.173.442
5	3.051.758	8.207.031	1.618.647
6	3.814.697	11.258.789	2.098.819
7	4.758.372	15.073.486	2.612.342
8	5.980.464	19.841.858	3.169.399
9	7.450.581	25.862.322	3.770.796
10	9.313.226	33.252.903	4.418.073
11	11.641.532	42.500.129	5.102.493
12	14.551.815	54.207.661	5.824.448
13	18.189.894	68.759.576	6.584.543
14	22.737.368	86.646.470	7.383.501
15	28.421.709	108.686.808	8.221.117
16	35.527.127	138.106.547	9.107.241
17	44.408.921	173.630.684	10.041.792
18	55.511.151	218.044.605	11.024.586
19	69.388.939	273.555.756	12.056.636
20	86.736.174	342.944.695	13.238.916
21	108.420.217	429.680.869	14.572.327
22	135.525.272	538.101.086	16.067.888
23	169.406.589	673.626.358	17.725.609
24	211.758.237	843.032.947	19.546.491
25	265.697.796	1.054.791.184	21.531.534
26	330.872.245	1.319.488.980	23.681.758
27	413.590.306	1.650.361.225	26.007.172
28	516.987.663	2.060.951.531	28.507.786
29	646.234.854	2.580.939.414	31.192.600
30	807.793.067	3.227.174.268	34.061.624
31	1.008.741.929	4.034.967.835	37.124.868
32	1.263.177.448	5.044.709.793	40.382.332
33	1.577.721.810	6.306.887.242	43.835.026
34	1.972.152.263	7.884.609.052	47.483.950
35	2.465.190.329	9.856.761.315	51.339.104
36	3.081.487.911	12.321.951.64	55.391.588
37	3.851.899.889	15.403.439.56	59.642.402
38	4.814.824.861	19.255.289.44	64.092.646
39	6.018.531.078	24.070.124.30	68.743.320
40	7.523.163.845	30.088.655.38	74.594.534
41	9.403.254.807	37.611.819.23	80.647.288
42	11.754.943.51	47.015.774.03	86.992.692
43	14.693.679.29	58.770.717.54	93.630.746
44	18.367.099.23	73.464.396.93	100.561.450
45	22.958.874.04	91.831.496.16	107.885.804
46	28.698.592.55	114.790.370.2	115.603.908
47	35.873.240.69	143.488.962.7	123.716.762
48	44.841.650.86	179.382.203.4	132.224.366
49	56.051.938.57	224.203.754.3	141.136.720
50	70.064.923.22	280.255.692.9	150.453.924

Tek ödemelerde, bugünkü değer faktörü $\frac{P}{P} = 1/q^n$	Yıllık eşit ödemelerde, bugün- kü değer faktörü $\frac{P}{A} = q^n - 1 / iq^n$	Yıllık eşit ödemelerde, faiz-amortisman faktörü $\frac{A}{P} = iq^n / q^n - 1$	% 25 YIL
300 000	800 000	1 250 000	1
640 000	1 440 000	694 444	2
512 000	1 952 000	512 295	3
409 600	2 351 600	423 442	4
327 680	2 689 280	371 847	5
262 144	2 951 424	338 810	6
209 715	3 161 139	316 342	7
167 772	3 328 911	300 395	8
134 218	3 463 129	288 758	9
107 374	3 570 503	280 073	10
85 899	3 656 403	273 493	11
68 719	3 725 122	268 448	12
54 976	3 780 098	264 543	13
43 980	3 824 078	261 501	14
35 184	3 859 263	259 117	15
28 147	3 887 410	257 241	16
22 518	3 909 929	255 759	17
18 014	3 927 942	254 685	18
14 412	3 942 354	253 856	19
11 529	3 955 883	253 216	20
9 223	3 967 107	252 327	21
7 370	3 976 485	251 658	22
5 903	3 976 388	251 485	23
4 722	3 981 111	251 186	24
3 778	3 984 898	250 948	25
3 029	3 987 911	250 758	26
2 418	3 990 329	250 606	27
1 934	3 992 363	250 485	28
1 547	3 993 810	250 387	29
1 236	3 995 048	250 310	30
990	3 996 039	250 248	31
792	3 996 831	250 198	32
634	3 997 465	250 159	33
507	3 997 972	250 127	34
406	3 998 377	250 101	35
325	3 998 702	250 081	36
260	3 998 962	250 065	37
208	3 999 169	250 052	38
166	3 999 339	250 042	39
133	3 999 468	250 033	40
106	3 999 570	250 027	41
85	3 999 660	250 021	42
68	3 999 728	250 017	43
54	3 999 782	250 014	44
44	3 999 825	250 011	45
35	3 999 861	250 009	46
28	3 999 888	250 007	47
22	3 999 911	250 006	48
18	3 999 929	250 004	49
14	3 999 943	250 004	50

% 26	Tek ödemelerde, bileşik faiz faktörü	Yıllık eşit ödemelerde, bileşik faiz faktörü	Yıllık eşit ödemelerde, biriktirme (itfa fonu) faktörü
YIL	$\frac{F}{P} = q^n$	$\frac{F}{A} = q^n - 1 / i$	$\frac{A}{F} = i(q^n - 1)$
1	1.260.000	1.000.000	1.000.000
2	1.587.600	2.260.000	442.478
3	2.000.376	3.847.600	259.902
4	2.520.474	5.847.976	170.999
5	3.175.797	8.368.450	119.456
6	4.001.904	11.544.247	86.623
7	5.041.895	15.545.751	64.326
8	6.352.788	20.587.649	48.573
9	8.004.513	26.940.434	37.119
10	10.080.686	34.944.947	28.616
11	12.707.969	45.030.633	22.207
12	16.012.029	57.738.098	17.319
13	20.175.165	73.750.633	13.559
14	25.420.707	93.925.796	10.647
15	32.030.091	119.346.505	8.379
16	40.357.915	151.376.596	6.606
17	50.850.073	191.734.511	5.216
18	64.072.226	242.585.484	4.122
19	80.731.005	306.657.710	3.261
20	101.721.066	387.388.715	2.581
21	128.168.543	489.109.781	2.045
22	161.492.364	617.278.324	1.620
23	203.480.379	776.770.686	1.284
24	256.385.277	982.251.067	1.018
25	323.045.450	1.238.636.345	807
26	407.027.266	1.561.681.794	640
27	512.866.956	1.968.719.061	508
28	648.212.364	2.481.588.016	403
29	814.227.679	3.117.798.381	320
30	1.025.928.749	3.942.025.959	254
31	1.290.067.704	4.967.952.709	201
32	1.625.761.307	6.280.620.413	160
33	2.052.329.247	7.889.391.721	127
34	2.585.821.452	9.841.620.988	101
35	3.258.135.029	12.227.442.42	80
36	4.105.250.137	15.185.577.45	63
37	5.172.815.172	18.890.827.99	50
38	6.517.495.117	23.663.442.76	40
39	8.212.043.847	29.580.937.66	32
40	10.347.176.29	36.792.981.72	25
41	13.037.440.61	45.140.166.97	20
42	16.427.175.42	54.877.597.78	16
43	20.698.241.03	66.404.773.21	13
44	26.079.783.70	79.303.014.2	10
45	32.860.527.46	93.882.797.9	8
46	41.404.264.61	110.243.325.4	6
47	52.169.373.40	128.647.590.0	5
48	65.733.410.49	150.814.963.4	4
49	82.824.057.22	176.550.373.9	3
50	104.158.382.5	201.374.471.1	2

Tek ödemelerde, bugünkü değer faktörü $\frac{P}{P} = 1/q^n$	Yıllık eşit ödemelerde, bugün- kü değer faktörü $\frac{P}{A} = q^n - 1/iq^n$	Yıllık eşit ödemelerde, faiz-amerccisman faktörü $\frac{A}{P} = iq^n/q^n - 1$	% 26 YIL
.703 651	.703 651	1 260 000	1
.629 882	1 423 532	.702 478	2
.499 906	1 923 438	.519 902	3
.396 751	2 320 189	.430 989	4
.314 882	2 635 071	.379 496	5
.249 906	2 894 977	.346 623	6
.198 338	3 083 315	.324 326	7
.157 411	3 240 726	.308 573	8
.124 930	3 365 856	.297 119	9
.099 150	3 464 806	.288 616	10
.078 491	3 543 497	.282 207	11
.062 453	3 605 950	.277 319	12
.049 566	3 655 510	.273 589	13
.038 338	3 694 854	.270 647	14
.031 221	3 726 074	.268 079	15
.024 778	3 750 853	.266 306	16
.019 666	3 770 518	.265 216	17
.015 607	3 786 125	.264 122	18
.012 387	3 798 612	.263 261	19
.009 831	3 808 343	.262 581	20
.007 802	3 816 145	.262 045	21
.006 192	3 822 338	.261 620	22
.004 914	3 827 252	.261 284	23
.003 900	3 831 162	.261 018	24
.003 096	3 834 248	.260 807	25
.002 457	3 836 705	.260 640	26
.001 950	3 838 655	.260 508	27
.001 547	3 840 202	.260 403	28
.001 228	3 841 430	.260 320	29
.000 975	3 842 405	.260 254	30
.000 774	3 843 178	.260 201	31
.000 614	3 843 792	.260 160	32
.000 487	3 844 280	.260 127	33
.000 387	3 844 666	.260 101	34
.000 307	3 844 973	.260 080	35
.000 244	3 845 217	.260 063	36
.000 192	3 845 410	.260 050	37
.000 153	3 845 564	.260 040	38
.000 122	3 845 685	.260 032	39
.000 097	3 845 782	.260 025	40
.000 077	3 845 859	.260 020	41
.000 061	3 845 920	.260 016	42
.000 048	3 845 968	.260 013	43
.000 038	3 845 006	.260 010	44
.000 030	3 845 037	.260 008	45
.000 024	3 845 061	.260 006	46
.000 019	3 845 080	.260 005	47
.000 015	3 845 095	.260 004	48
.000 012	3 845 107	.260 003	49
.000 010	3 845 117	.260 002	50

%	Tek ödemelerde, bileşik faiz faktörü:	Yıllık eşit ödemelerde, bileşik faiz faktörü	Yıllık eşit ödemelerde, biriktirme (ifa fonu) faktörü
YIL	$\frac{F}{P} = q^n$	$\frac{F}{A} = q^n - 1, f$	$\frac{A}{F} = \frac{1}{q^n - 1}$
1	1.270 000	1.000 000	1.000 000
2	1.612 900	2.270 000	440 529
3	2.048 363	3.882 900	257 539
4	2.601 446	5.931 263	168 598
5	3.303 837	8.532 729	117 196
6	4.195 873	11.836 586	984 484
7	5.328 759	16.032 439	062 374
8	6.767 523	21.961 198	846 814
9	8.594 755	28.128 721	035 551
10	10.915 329	36.723 476	027 231
11	13.862 480	47.638 615	030 001
12	17.605 350	61.901 295	016 260
13	22.358 754	79.106 644	012 641
14	28.395 668	101.465 438	009 856
15	36.062 489	129.861 100	007 701
16	45.799 373	165.923 605	006 027
17	58.165 204	211.722 978	004 723
18	73.869 809	269.888 182	003 705
19	93.814 658	343.757 991	002 900
20	119.144 615	437.572 649	002 285
21	151.312 861	556.717 264	001 798
22	192.168 350	708.030 920	001 412
23	244.053 804	900.199 276	001 111
24	309.948 332	1.144.253 080	000 874
25	393.634 361	1.454.201 412	000 688
26	499.015 664	1.847.835 783	000 541
27	634.892 883	2.347.751 457	000 426
28	806.312 074	2.982.644 350	000 335
29	1.024.018 748	3.788.958 324	000 264
30	1.300.503 809	4.812.977 072	000 208
31	1.651.629 838	6.113.480 881	000 164
32	2.097.562 594	7.765.120 720	000 129
33	2.653.929 895	9.862.703 314	000 101
34	3.333.190 965	12.526.533 21	000 080
35	4.246.852 527	15.909.826 17	000 063
36	5.404.748 710	20.206.476 70	000 049
37	6.830.070 861	25.663.225 41	000 039
38	8.601.189 984	32.593.296 27	000 031
39	11.177.911 29	41.394.486 27	000 024
40	14.195.439 34	52.571.997 56	000 019
41	18.028 207 96	66.767 436 90	000 015
42	22.895 624 11	84.795.644 86	000 012
43	29.077.896 62	107.691.469 0	000 009
44	36.928 674 71	136.788 165 6	000 007
45	46.899 416 88	173.697.840 3	000 006
46	59.562.259 44	220.597.257 2	000 005
47	75.644.069 49	280.159 516 6	000 004
48	96.067 968 25	355.803 596 1	000 003
49	122.006 319 7	451.871 554 4	000 002
50	154.948 026 0	573.877 874 1	000 002

Tak ödemelerde, bugünkü değer faktörü $\frac{p}{i} - 1/q^n$	Yıllık eşit ödemelerde, bugün- kü değer faktörü $\frac{p}{A} = q^n - 1/q^n$	Yıllık eşit ödemelerde, faiz-amortisman faktörü $\frac{A}{p} = (q^n/q^n) - 1$	% 27 YIL
787 402	787 402	1 270 000	1
620 001	1 407 403	710 529	2
488 190	1 898 593	527 539	3
384 402	2 279 994	428 598	4
302 678	2 582 673	387 196	5
238 329	2 821 002	354 484	6
187 061	3 008 653	332 274	7
147 766	3 156 428	316 814	8
116 350	3 272 778	305 551	9
91 614	3 364 342	297 231	10
72 137	3 436 329	290 991	11
56 801	3 488 330	286 200	12
44 726	3 538 055	282 641	13
35 217	3 579 272	279 856	14
27 730	3 601 001	277 701	15
21 834	3 622 836	276 027	16
17 192	3 640 028	274 723	17
13 537	3 653 585	273 705	18
10 659	3 664 225	272 909	19
8 393	3 672 618	272 285	20
6 609	3 679 227	271 796	21
5 204	3 684 430	271 412	22
4 037	3 688 528	271 111	23
3 226	3 691 754	270 874	24
2 540	3 694 296	270 688	25
2 000	3 696 295	270 541	26
1 576	3 697 870	270 426	27
1 240	3 699 110	270 335	28
977	3 700 087	270 264	29
765	3 700 856	270 208	30
605	3 701 461	270 164	31
477	3 701 938	270 129	32
376	3 702 313	270 101	33
296	3 702 609	270 080	34
233	3 702 842	270 063	35
183	3 703 025	270 049	36
144	3 703 169	270 039	37
114	3 703 283	270 031	38
89	3 703 372	270 024	39
670	3 703 443	270 019	40
55	3 703 498	270 015	41
44	3 703 542	270 012	42
34	3 703 576	270 009	43
27	3 703 603	270 007	44
21	3 703 625	270 006	45
17	3 703 642	270 005	46
13	3 703 655	270 004	47
10	3 703 665	270 003	48
8	3 703 673	270 002	49
6	3 703 680	270 002	50

% 28	Tek ödemelerde, bileşik faiz faktörü	Yıllık eşit ödemelerde, bileşik faiz faktörü	Yıllık eşit ödemelerde, biriktirme (rtfa fonu) faktörü
YIL	$\frac{F}{P} = q^n$	$\frac{F}{A} = q^n - 1$	$\frac{A}{F} = f \cdot q^n - 1$
1	1.280 000	1 000 000	1 000 000
2	1.638 400	2 280 000	438 596
3	2.097 152	3 918 400	295 256
4	2.684 355	6 015 352	166 230
5	3.435 974	8 699 907	114 944
6	4 399 047	12 135 880	362 400
7	5 629 500	16 533 927	650 492
8	7 205 750	22 163 426	945 119
9	9 223 372	29 369 186	134 049
10	11 805 918	38 592 558	225 912
11	15 111 572	50 398 474	319 647
12	19 342 813	65 510 047	415 265
13	24 758 801	84 652 860	511 785
14	31 691 265	109 611 661	609 125
15	40 564 819	141 302 926	707 077
16	51 922 959	181 867 745	805 499
17	66 481 400	233 750 714	904 277
18	85 070 592	300 252 113	1 002 331
19	108 890 357	385 332 705	1 100 595
20	139 379 657	494 213 062	1 200 022
21	178 405 963	633 592 720	1 301 576
22	228 359 631	811 998 682	1 405 232
23	292 300 327	1 040 358 312	1 510 961
24	374 144 819	1 332 658 640	1 618 750
25	478 904 857	1 706 803 059	1 728 589
26	612 998 210	2 185 707 916	1 840 498
27	784 637 717	2 798 706 132	1 954 357
28	1 004 336 278	3 583 343 848	2 070 279
29	1 285 550 425	4 567 690 126	2 188 218
30	1 645 504 557	5 873 230 562	2 308 170
31	2 105 245 833	7 518 735 119	2 430 133
32	2 695 994 667	9 624 980 953	2 554 104
33	3 450 873 174	12 320 975 62	2 680 081
34	4 417 117 662	15 771 848 79	2 808 063
35	5 653 910 607	20 168 966 45	2 938 050
36	7 237 005 377	25 842 877 06	3 069 039
37	9 263 367 139	33 079 882 64	3 201 030
38	11 857 109 94	42 343 249 78	3 334 024
39	15 177 100 72	54 236 352 72	3 468 018
40	19 425 688 92	69 377 460 44	3 603 014
41	24 855 161 82	88 604 149 36	3 739 011
42	31 928 687 13	113 670 311 2	3 876 009
43	40 740 719 53	145 496 948 3	3 994 007
44	52 148 120 99	186 239 717 8	4 113 005
45	66 745 594 87	238 387 838 8	4 233 004
46	85 439 481 44	305 137 433 7	4 354 003
47	109 362 526 2	390 576 915 1	4 476 003
48	139 984 046 4	499 939 451 4	4 600 002
49	179 179 579 4	639 923 407 8	4 725 002
50	229 349 861 8	819 105 077 1	4 851 001

Tek ödemelerde, bugünkü değer faktörü $\frac{P}{F} = 1/q^n$	Yıllık eşit ödemelerde, bugün- kü değer faktörü $\frac{P}{A} = q^n - 1/fg^n$	Yıllık eşit ödemelerde, faiz-amortisman faktörü $\frac{A}{F} = fg^n (q^n - 1)$	% 28 YIL
.791 250	.791 250	1.280 000	1
.810 352	1.291 600	719 596	2
.476 837	1.868 439	535 206	3
.372 529	2.240 968	446 236	4
.291 038	2.532 005	394 944	5
.227 374	2.759 380	362 400	6
.177 636	2.937 015	340 482	7
.138 778	3.075 793	325 119	8
.108 420	3.184 214	314 049	9
.084 703	3.268 917	305 912	10
.066 174	3.335 091	299 942	11
.051 699	3.388 790	295 265	12
.040 390	3.427 180	291 785	13
.031 954	3.458 734	289 123	14
.024 652	3.483 388	287 077	15
.019 259	3.502 645	285 499	16
.015 046	3.517 692	284 277	17
.011 755	3.529 447	283 331	18
.009 184	3.538 630	282 595	19
.007 173	3.545 805	282 023	20
.005 605	3.551 410	281 579	21
.004 379	3.555 789	281 232	22
.003 421	3.559 210	280 961	23
.002 673	3.561 883	280 750	24
.002 088	3.563 971	280 600	25
.001 631	3.565 602	280 498	26
.001 274	3.566 877	280 427	27
.000 996	3.567 873	280 379	28
.000 778	3.568 650	280 349	29
.000 608	3.569 259	280 329	30
.000 475	3.569 733	280 313	31
.000 371	3.570 104	280 304	32
.000 290	3.570 394	280 291	33
.000 225	3.570 620	280 283	34
.000 177	3.570 797	280 280	35
.000 138	3.570 935	280 280	36
.000 108	3.571 043	280 280	37
.000 084	3.571 127	280 280	38
.000 066	3.571 189	280 280	39
.000 051	3.571 245	280 280	40
.000 040	3.571 285	280 280	41
.000 031	3.571 316	280 280	42
.000 025	3.571 341	280 280	43
.000 019	3.571 360	280 280	44
.000 015	3.571 375	280 280	45
.000 012	3.571 387	280 280	46
.000 009	3.571 396	280 280	47
.000 007	3.571 403	280 280	48
.000 006	3.571 409	280 280	49
.000 004	3.571 413	280 280	50

% 29	Tek ödemelerde, bileşik faiz faktörü, $\frac{F}{P} = q^n$	Türk emr. ödemelerde, bileşik faiz faktörü $\frac{F}{A} = q^n - 1$	Yıllık emr. ödemelerde, biriktirme (ifz fonu) faktörü $\frac{A}{F} = (1/q)^n - 1$
YIL			
1	1.290 000	1.000 000	1.000 000
2	1.664 100	2.290 000	436 601
3	2.146 689	3.954 100	252 902
4	2.790 229	6.100 789	162 913
5	3.572 305	8.870 018	112 729
6	4.508 274	12.442 323	890 371
7	5.644 673	17.050 537	058 649
8	7.028 628	22.995 270	043 487
9	8.692 630	30.693 898	032 612
10	10.661 364	40.556 428	024 657
11	13.062 160	53.017 792	018 755
12	16.036 188	69.779 952	014 331
13	19.734 680	91.016 138	010 987
14	24.339 137	118.410 819	008 445
15	29.987 487	153.749 956	006 504
16	36.807 699	199.337 443	005 017
17	44.862 137	258.146 302	003 874
18	54.262 157	334.007 439	002 994
19	65.242 183	431.889 596	002 318
20	78.052 416	558.111 776	001 792
21	93.079 617	720.964 195	001 387
22	110.002 705	921.043 812	001 074
23	129.590 490	1.202.046 518	000 832
24	150.976 602	1.551.640 008	000 644
25	184.758 527	2.002.615 610	000 499
26	220.468 500	2.584.374 137	000 387
27	268.104 385	3.334.842 636	000 300
28	328.854 630	4.302.947 001	000 232
29	393.022 472	5.551.801 631	000 180
30	471.218 950	7.162.824 104	000 140
31	564.002 497	9.241.043 094	000 108
32	672.864 222	11.921.945 59	000 084
33	798.289 846	15.380.309 81	000 065
34	941.063 901	19.641.599 68	000 050
35	1.102.032 433	25.598.663 56	000 039
36	1.284.001 838	33.020.695 89	000 030
37	1.488.332 37	42.597.697 83	000 023
38	1.717.088 76	54.952.030 20	000 018
39	20.558 844 10	70.889 118 06	000 014
40	24.520 909 40	91.447 965 46	000 011
41	29.211 973 13	117.968.872 9	000 008
42	34.733 445 34	152.180.846 0	000 007
43	41.132 144 49	196.914.791 3	000 005
44	48.442 466 39	253.246.435 8	000 004
45	56.740.781 64	325.688.902 2	000 003
46	66.215.608 3	421.429.665 8	000 002
47	77.658.134 7	543.645.292 2	000 002
48	90.378.993 8	701.303.426 9	000 001
49	104.396.902 0	904.682.420 7	000 001
50	129.842.983 6	1.167.641.323	000 001

Tek ödemelerde, bugünkü değer faktörü	Yıllık eşit ödemelerde, bugün- kü değer faktörü	Yıllık eşit ödemelerde, faiz-amortisman faktörü	% 29
$\frac{P}{i} - 1 \cdot q^n$	$\frac{P}{A} - q^n - 1 \cdot i q^n$	$\frac{A}{P} = i q^n (1 + q^n) - 1$	YIL
775 164	775 164	1 290 000	1
600 935	1 376 110	226 681	2
465 834	1 841 953	642 902	3
361 111	2 203 064	413 913	4
279 931	2 482 956	400 739	5
217 001	2 699 097	370 371	6
168 218	2 868 214	348 649	7
130 401	2 998 616	333 487	8
101 086	3 099 702	322 612	9
778 362	3 178 064	314 857	10
660 745	3 238 809	308 750	11
647 089	3 285 899	304 331	12
636 803	3 322 402	300 987	13
628 297	3 350 699	298 445	14
621 936	3 373 635	296 504	15
617 005	3 389 640	295 017	16
613 182	3 402 621	293 874	17
610 218	3 413 040	293 094	18
607 921	3 420 961	292 516	19
606 141	3 427 102	291 792	20
604 760	3 431 962	291 397	21
603 690	3 435 952	291 074	22
602 860	3 438 412	290 832	23
602 217	3 440 630	290 644	24
601 719	3 442 549	290 499	25
601 333	3 443 981	290 387	26
601 033	3 444 714	290 300	27
600 801	3 445 511	290 232	28
600 621	3 446 135	290 180	29
600 481	3 446 617	290 140	30
600 373	3 446 990	290 108	31
600 289	3 447 279	290 084	32
600 224	3 447 503	290 065	33
600 174	3 447 677	290 050	34
600 135	3 447 811	290 039	35
600 104	3 447 916	290 030	36
600 081	3 447 997	290 023	37
600 063	3 448 059	290 018	38
600 049	3 448 108	290 014	39
600 038	3 448 146	290 011	40
600 029	3 448 175	290 008	41
600 023	3 448 198	290 007	42
600 018	3 448 215	290 006	43
600 014	3 448 229	290 004	44
600 011	3 448 239	290 003	45
600 008	3 448 248	290 002	46
600 006	3 448 254	290 002	47
600 005	3 448 259	290 001	48
600 004	3 448 263	290 001	49
600 003	3 448 266	290 001	50

YIL	Tek ödemelerde, hizmet faizi faktörü $\frac{F}{P} = q^n$	Yıllık eşit ödemelerde, hizmet faizi faktörü $\frac{F}{A} = q^n - 1$	Yıllık eşit ödemelerde, biriktilerine (istfa fonu) faktörü $\frac{A}{F} = \frac{1}{q^n} - 1$
1	1.300 000	1 000 000	1 000 000
2	1.890 000	2 300 000	434 783
3	2.197 000	3 990 000	250 627
4	2.858 100	6.187 000	163 629
5	3.712 930	9.043 100	110 582
6	4.826 809	12.756 040	78 394
7	6.224 852	17.582 839	56 874
8	8.157 307	23.857 601	41 915
9	10.604 489	32.014 998	31 235
10	13.785 849	42.610 467	23 463
11	17.921 604	56.405 346	17 729
12	23.298 085	74.325 950	13 454
13	30.287 511	97.625 036	10 243
14	39.373 764	127.912 546	7 813
15	51.185 893	167.298 310	5 978
16	66.541 681	218.472 203	4 577
17	86.504 159	285.013 864	3 509
18	112.455 407	371.518 029	2 697
19	146.192 029	483.973 430	2 066
20	190.049 638	630.165 459	1 587
21	247.064 529	820.255 097	1 219
22	321.182 898	1,067.379 626	937
23	417.539 054	1.388.463 514	720
24	542.800 770	1.806.002 569	554
25	705 641 001	2.348.803 338	426
26	917 332 302	3.056.444 340	327
27	1.192.532 293	3.971 777 642	252
28	1.550.252 280	5.164.310 934	194
29	2.019 381 264	6.714.604 214	149
30	2.619 995 644	8.729 985 479	115
31	3.405 994 337	11.349 981 12	88
32	4.427 782 638	14.765 975 46	68
33	5.756 130 429	19.183.768 10	52
34	7.482.969 858	24.939 898 53	40
35	9.727 860 425	32.422 868 08	31
36	12.648.218 55	42.150.728 51	24
37	16.440.084 12	54.796 947 06	18
38	21.372.109 35	71.237 031 18	14
39	27.763.742 16	92.609 140 53	11
40	36.118.864 81	120.392 982 7	8
41	46.954.524 25	156.511.747 5	6
42	61.040.891 53	203.466 2.1 8	5
43	78.253 145 98	264.507.153 3	4
44	101.159.080 8	343.860 299 3	3
45	134.106.816 7	447.019 389 0	2
46	174.338.851 7	581.126.205 8	1
47	226.640.520 2	755.465.067 5	1
48	294.632.676 3	982.105.587 7	1
49	383.022 479 2	1.276.735.264	1
50	497.928 223 0	1.659.760.743	1

Tek ödemelerde, bugünkü değer faktörü $\frac{p}{F} = 1/q^n$	Yıllık eşit ödemelerde, bugün- kü değer faktörü $\frac{p}{A} = q^n - 1/q^n$	Yıllık eşit ödemelerde, faiz-amortisman faktörü $\frac{A}{p} = \frac{q^n}{q^n - 1}$	% 30 Yıl
789 231	789 231	1 300 000	1
591 718	1 360 947	734 782	2
455 166	1 815 113	550 627	3
350 128	2 166 241	441 628	4
269 329	2 435 930	410 582	5
207 176	2 642 746	378 394	6
159 366	2 802 112	350 674	7
122 589	2 924 702	341 915	8
94 300	3 019 001	331 235	9
72 538	3 081 539	323 463	10
55 799	3 147 338	317 729	11
42 922	3 190 260	313 454	12
33 017	3 223 277	310 243	13
25 398	3 248 678	307 818	14
19 537	3 268 211	305 978	15
15 028	3 283 239	304 577	16
11 560	3 294 800	303 509	17
8 892	3 303 692	302 692	18
6 840	3 310 832	302 065	19
5 262	3 315 794	301 587	20
4 048	3 319 842	301 219	21
3 113	3 322 955	300 937	22
2 395	3 325 360	300 720	23
1 842	3 327 192	300 554	24
1 417	3 328 609	300 426	25
1 090	3 329 700	300 327	26
839	3 330 538	300 252	27
645	3 331 183	300 194	28
495	3 331 679	300 149	29
362	3 332 061	300 115	30
284	3 332 365	300 088	31
226	3 332 581	300 066	32
174	3 332 754	300 052	33
134	3 332 888	300 040	34
103	3 332 991	300 031	35
79	3 333 070	300 024	36
61	3 333 131	300 018	37
47	3 333 177	300 014	38
36	3 333 213	300 011	39
28	3 333 241	300 008	40
21	3 333 262	300 006	41
16	3 333 279	300 005	42
13	3 333 291	300 004	43
10	3 333 301	300 003	44
7	3 333 308	300 002	45
6	3 333 314	300 002	46
4	3 333 319	300 001	47
3	3 333 322	300 001	48
2	3 333 325	300 001	49
1	3 333 327	300 001	50

% 31	Tek ödemelerde, bileşik faiz faktörü $\frac{F}{P} = q^n$	Yıllık eşit ödemelerde, bileşik faiz faktörü $\frac{F}{A} = q^n - 1 / i$	Yıllık eşit ödemelerde, biriktirme (ifa fonu) faktörü $\frac{A}{P} = i(q^n - 1)$
YIL			
1	1.310 000	1.000 000	1.000 000
2	1.716 100	2.310 000	432 900
3	2.248 091	4.026 100	248 279
4	2.944 999	6.274 191	159 383
5	3.857 949	9.219 190	108 469
6	5.053 913	13.077 139	76 469
7	6.620 626	18.121 052	55 154
8	8.673 020	24.751 679	40 401
9	11.381 657	33.424 699	29 918
10	14.883 770	44.786 356	22 328
11	19.497 738	59.670 126	16 759
12	25.542 038	79.167 865	12 631
13	33.460 070	104.709 903	9 550
14	43.832 692	138.169 673	7 237
15	57.420 826	182.002 664	5 494
16	75.221 282	239.425 490	4 177
17	98.539 879	314.644 772	3 178
18	129.687 242	413.164 651	2 420
19	169.104 297	542.271 893	1 844
20	221.528 816	711.378 180	1 406
21	289.199 867	932.902 796	1 072
22	380.161 826	1.223.100 663	818
23	498.011 991	1.603.264 488	624
24	652.395 709	2.101.276 480	476
25	854.636 378	2.753.672 189	363
26	1.119.976 276	3.608.310 567	277
27	1.466.644 921	4.727.886 643	212
28	1.921.304 847	6.194.531 764	161
29	2.516.909 349	8.115.836 611	123
30	3.297.151 248	10.632.748 96	94
31	4.319.268 126	13.979.897 21	72
32	5.658.241 258	18.249.165 34	55
33	7.412.296 046	23.907.406 60	42
34	9.710.107 820	31.319.702 65	32
35	12.720.241 24	41.029.810 46	24
36	16.653.516 03	53.750.051 71	19
37	21.829.206 00	70.413.567 74	14
38	28.595.259 86	92.242.773 74	11
39	37.461.100 42	120.839 033 8	8
40	49.074.041 54	158.300 134 0	6
41	64.268 994 42	207.374 175 6	5
42	84.215 962 69	271.661 170 0	4
43	110.322 911 1	355.877 132 7	3
44	144.523 013 6	466.300 043 8	2
45	189.325 147 8	610.723 057 4	2
46	248.015 943 6	800.046 205 2	1
47	324.900.886 1	1.048.054.149	1
48	425.820.180 8	1.372.965.035	1
49	557.562.410 7	1.798.385.196	1
50	730.406.758 0	2.356.147.606	0

Tek ödemelerde, bugünkü değer faktörü $\frac{P}{F} = 1/q^n$	Yıllık eşit ödemelerde, bugün- kü değer faktörü $\frac{P}{A} = q^n - 1 / iq^n$	Yıllık eşit ödemelerde, faiz-emsal değeri faktörü $\frac{A}{P} = iq^n / q^n - 1$	% 31
			YIL
763 358	763 358	1 310 000	1
582 717	1 348 075	742 900	2
444 822	1 750 887	528 379	3
339 559	2 130 456	469 383	4
265 205	2 389 563	418 488	5
197 808	2 587 527	386 489	6
151 043	2 738 571	365 154	7
115 300	2 857 871	350 401	8
886 015	2 941 886	339 918	9
667 187	3 009 073	332 328	10
511 288	3 060 381	326 789	11
399 151	3 099 512	322 631	12
309 888	3 129 399	319 550	13
232 814	3 152 313	317 337	14
174 415	3 168 628	315 494	15
131 294	3 180 922	314 177	16
101 148	3 193 070	313 138	17
76 747	3 200 817	312 420	18
58 914	3 206 731	311 844	19
44 514	3 211 245	311 406	20
33 446	3 214 881	311 072	21
25 630	3 217 321	310 818	22
19 008	3 219 329	310 624	23
14 533	3 220 862	310 478	24
10 170	3 222 032	310 363	25
7 893	3 222 825	310 277	26
6 082	3 223 607	310 212	27
4 520	3 224 127	310 161	28
3 387	3 224 525	310 123	29
2 503	3 224 828	310 094	30
1 820	3 225 060	310 072	31
1 377	3 225 236	310 055	32
1 025	3 225 371	310 042	33
763	3 225 474	310 032	34
579	3 225 553	310 024	35
430	3 225 613	310 019	36
320	3 225 658	310 014	37
238	3 225 694	310 011	38
177	3 225 720	310 008	39
132	3 225 741	310 006	40
100	3 225 756	310 005	41
75	3 225 766	310 004	42
56	3 225 777	310 003	43
42	3 225 784	310 002	44
31	3 225 789	310 002	45
23	3 225 793	310 001	46
17	3 225 797	310 001	47
13	3 225 799	310 001	48
10	3 225 801	310 001	49
7	3 225 802	310 000	50

% 32	Tek ödemelerde, bireysel faiz faktörü	Yıllık eşit ödemelerde, bireysel faiz faktörü	Yıllık eşit ödemelerde, birikime (defa formu) faktörü
YIL	$\frac{F}{P} = q^n$	$\frac{F}{A} = q^n - 1$	$\frac{A}{F} = \frac{1}{q^n - 1}$
1	1.020 000	1 000 000	1.000 000
2	1.742 400	2 320 000	431 034
3	2.289 968	4 062 400	246 160
4	3 025 968	6 352 368	157 174
5	4 007 464	9 398 328	106 402
6	5 289 853	13 408 700	774 555
7	6 982 676	18 695 643	553 488
8	9 217 040	25 678 249	438 943
9	12 165 492	34 896 288	328 657
10	16 059 770	47 061 780	221 249
11	21 198 896	63 121 550	158 942
12	27 982 543	84 320 448	111 860
13	36 836 956	112 302 988	88 904
14	48 758 782	149 239 945	66 701
15	64 358 953	197 996 727	505 051
16	84 953 818	262 355 680	383 812
17	112 139 039	347 309 487	287 879
18	148 023 532	459 448 536	217 177
19	195 391 062	607 472 068	164 646
20	257 816 202	802 863 130	124 246
21	340 448 386	1 060 779 331	943 943
22	448 393 190	1 401 228 717	714 000
23	593 199 010	1 850 621 807	540 000
24	783 022 684	2 443 820 917	409 000
25	1 033 889 956	3 228 843 811	310 000
26	1 384 328 741	4 260 430 568	235 000
27	1 800 927 138	5 624 772 307	178 000
28	2 377 223 823	7 428 599 446	135 000
29	3 137 835 446	9 803 923 268	102 000
30	4 142 074 789	12 940 858 71	77 000
31	5 467 538 721	17 082 833 50	59 000
32	7 217 151 112	22 550 472 22	44 000
33	9 526 629 467	29 767 623 34	34 000
34	12 575 164 10	39 294 262 80	25 000
35	16 599 218 61	51 869 426 90	19 000
36	21 910 965 92	69 468 643 51	15 000
37	28 922 475 02	90 379 609 43	11 000
38	38 177 667 02	119 302 084 4	8 000
39	50 394 520 47	157 479 751 5	6 000
40	66 520 767 02	207 874 271 9	4 500
41	87 807 412 47	274 395 039 0	3 400
42	115 905 784 5	362 202 451 4	2 600
43	152 995 635 5	478 108 285 9	2 000
44	201 954 238 8	631 103 871 4	1 500
45	266 579 595 3	833 058 110 2	1 100
46	351 885 085 8	1 099 637 705	800
47	464 488 288 6	1 451 522 771	600
48	613 124 538 6	1 916 011 058	450
49	809 324 390 9	2 529 125 097	330
50	1 068 308 106	3 338 489 988	250

Tek ödemelerde, bugünkü değer faktörü		Yıllık eşit ödemelerde, bugün- kü değer faktörü	Yıllık eşit ödemelerde, faiz-emisyonlu faktörü	% 32
$\frac{p}{i}$	$\frac{1}{iq^n}$	$\frac{p}{A} = q^n - (iq)^n$	$\frac{A}{P} = iq^n - q^n - 1$	YIL
757 576		757 576	1 320 000	1
573 921		1 331 457	751 034	2
434 789		1 766 285	566 160	3
329 385		2 098 671	477 174	4
249 534		2 348 206	426 402	5
189 041		2 534 246	394 595	6
143 213		2 677 459	373 488	7
108 495		2 789 054	358 943	8
82 193		2 868 147	348 657	9
62 267		2 930 414	341 249	10
47 172		2 977 587	335 842	11
35 737		3 013 323	331 880	12
27 073		3 040 396	328 904	13
20 510		3 060 908	326 701	14
15 538		3 076 446	325 051	15
11 771		3 088 215	323 812	16
9 018		3 097 133	322 879	17
6 756		3 103 888	322 177	18
5 118		3 108 036	321 646	19
3 877		3 111 884	321 246	20
2 937		3 115 621	320 943	21
2 225		3 118 046	320 714	22
1 686		3 119 732	320 540	23
1 277		3 121 009	320 409	24
968		3 121 977	320 310	25
733		3 122 710	320 235	26
555		3 123 268	320 178	27
421		3 123 685	320 135	28
319		3 124 004	320 102	29
241		3 124 246	320 077	30
183		3 124 428	320 059	31
139		3 124 567	320 044	32
105		3 124 672	320 034	33
80		3 124 751	320 025	34
60		3 124 812	320 019	35
46		3 124 857	320 015	36
35		3 124 892	320 011	37
26		3 124 918	320 008	38
20		3 124 938	320 006	39
15		3 124 953	320 005	40
11		3 124 964	320 004	41
9		3 124 973	320 003	42
7		3 124 980	320 002	43
5		3 124 985	320 002	44
4		3 124 988	320 001	45
3		3 124 991	320 001	46
2		3 124 993	320 001	47
2		3 124 995	320 001	48
1		3 124 996	320 000	49
1		3 124 997	320 000	50

% 33	Tek ödemelerde, bileşik faiz faktörü	Yıllık eşit ödemelerde, bileşik faiz faktörü	Yıllık eşit ödemelerde, birikimsiz (irtifa fonu) faktörü
YIL	$\frac{F}{i} = q^n$	$\frac{F}{A} = q^n - 1/i$	$\frac{A}{F} = i/q^n - 1$
1	1.330.000	1.000.000	1.000.000
2	1.768.900	2.330.000	.429.185
3	2.352.637	4.099.900	.243.908
4	3.129.007	6.451.537	.155.002
5	4.161.580	9.580.544	.104.378
6	5.534.901	13.742.124	.072.768
7	7.361.418	19.777.025	.051.875
8	9.790.686	28.638.443	.037.540
9	13.021.013	36.429.129	.027.451
10	17.318.745	49.490.741	.020.222
11	23.033.930	66.769.486	.014.977
12	30.635.137	89.803.417	.011.135
13	40.744.720	120.438.544	.008.203
14	54.190.477	161.183.264	.006.204
15	72.073.234	213.373.740	.004.643
16	95.957.035	287.447.075	.003.479
17	127.400.521	383.304.610	.002.609
18	169.962.293	510.796.131	.001.958
19	228.517.983	680.357.524	.001.470
20	309.938.817	905.876.507	.001.104
21	406.918.780	1.205.814.424	.000.829
22	530.961.951	1.604.733.184	.000.623
23	705.647.394	2.135.296.135	.000.466
24	938.511.035	2.840.942.529	.000.352
25	1.249.219.678	3.770.453.564	.000.265
26	1.660.132.169	5.027.673.239	.000.199
27	2.207.975.795	6.687.806.408	.000.150
28	2.936.807.794	8.895.781.193	.000.112
29	3.905.688.256	11.832.388.09	.000.085
30	5.194.565.526	15.738.077.05	.000.064
31	6.908.772.150	20.932.642.88	.000.048
32	9.188.060.960	27.841.415.03	.000.036
33	12.220.027.06	37.030.081.99	.000.027
34	16.253.832.98	49.251.009.04	.000.020
35	21.617.697.87	65.904.842.03	.000.015
36	28.751.405.17	87.122.439.90	.000.011
37	38.239.368.87	115.873.845.1	.000.009
38	50.898.360.60	154.132.213.9	.000.006
39	67.641.819.60	204.971.574.5	.000.005
40	89.963.354.07	272.613.194.1	.000.004
41	119.651.260.9	362.576.548.2	.000.003
42	159.136.177.0	482.227.809.1	.000.002
43	211.651.115.4	641.363.986.1	.000.002
44	281.495.983.5	853.015.101.5	.000.001
45	374.389.658.1	1.134.511.085	.000.001
46	497.938.245.2	1.508.900.743	.000.001
47	662.257.866.2	2.004.838.968	.000.000
48	880.803.952.0	2.688.096.894	.000.000
49	1.171.467.939	3.549.899.816	.000.000
50	1.568.052.398	4.721.367.756	.000.000

Tek ödemelerde, bugünkü değer faktörü	Yıllık eşit ödemelerde, bugün- kü değer faktörü	Yıllık eşit ödemelerde, Yatırım oranı ile faktörü	% 33
$\frac{P}{F} = 1/q^n$	$\frac{P}{A} = q^n - 1/q^n$	$\frac{A}{P} = 1/q^n - 1$	YIL
751 880	751 880	2.330 000	1
565 323	1.317 203	759 105	2
425 055	1.742 258	573 968	3
319 590	2.064 948	485 002	4
240 293	2.322 141	434 378	5
180 672	2.482 813	402 769	6
135 843	2.618 856	381 875	7
102 138	2.720 794	367 540	8
76 706	2.797 590	357 451	9
57 741	2.855 331	350 222	10
43 414	2.898 745	344 977	11
32 642	2.931 387	341 135	12
24 543	2.955 930	338 303	13
18 453	2.974 384	336 204	14
13 875	2.988 258	334 643	15
10 432	2.998 690	333 479	16
7 844	3.006 534	332 609	17
5 898	3.012 432	331 958	18
4 434	3.016 865	331 470	19
3 334	3.020 200	331 104	20
2 507	3.022 707	330 829	21
1 885	3.024 592	330 623	22
1 417	3.025 909	330 468	23
1 066	3.027 074	330 352	24
801	3.027 875	330 265	25
602	3.028 478	330 199	26
453	3.028 931	330 150	27
341	3.029 271	330 112	28
256	3.029 527	330 085	29
193	3.029 720	330 064	30
145	3.029 864	330 048	31
109	3.029 973	330 036	32
82	3.030 052	330 027	33
62	3.030 117	330 020	34
46	3.030 163	330 015	35
35	3.030 198	330 011	36
26	3.030 224	330 009	37
20	3.030 243	330 008	38
15	3.030 256	330 009	39
11	3.030 265	330 004	40
8	3.030 278	330 003	41
6	3.030 284	330 002	42
4	3.030 289	330 002	43
3	3.030 292	330 001	44
2	3.030 295	330 001	45
2	3.030 297	330 001	46
2	3.030 298	330 000	47
1	3.030 300	330 000	48
1	3.030 300	330 000	49
1	3.030 301	330 000	50

% 34	Tek ödemelerde, bileşik faiz faktörü $\frac{F}{P} = q^n$	Yıllık eşit ödemelerde, bileşik faiz faktörü $\frac{F}{A} = q^n - 1/i$	Yıllık eşit ödemelerde, biriktirme (ifa fonu) faktörü $\frac{A}{F} = i(q^n - 1)$
YIL			
1	1.340.000	1.000.000	1.000.000
2	1.795.600	2.340.000	.427.350
3	2.406.104	4.135.600	.241.803
4	3.224.179	6.541.704	.152.866
5	4.320.400	9.755.863	.102.297
6	5.789.336	14.086.284	.070.591
7	7.757.711	19.875.620	.050.313
8	10.395.333	27.631.321	.036.189
9	13.929.746	38.028.664	.026.294
10	18.665.859	51.958.409	.019.246
11	25.012.251	70.624.268	.014.159
12	33.516.417	95.626.520	.010.456
13	44.911.958	129.152.926	.007.743
14	60.182.078	174.064.934	.005.745
15	80.643.984	234.247.012	.004.288
16	108.062.939	314.890.996	.003.176
17	144.804.338	422.953.035	.002.364
18	194.037.813	567.758.273	.001.761
19	260.010.669	761.798.086	.001.313
20	348.414.297	1.021.806.755	.000.979
21	466.875.157	1.370.321.051	.000.730
22	625.612.711	1.837.096.209	.000.544
23	838.321.033	2.462.708.920	.000.406
24	1.123.350.184	3.301.029.953	.000.303
25	1.505.289.246	4.424.380.137	.000.228
26	2.017.087.690	5.929.669.383	.000.168
27	2.702.897.371	7.946.756.973	.000.126
28	3.621.882.477	10.649.654.34	.000.094
29	4.853.322.519	14.271.536.82	.000.070
30	6.503.452.176	19.124.689.34	.000.052
31	8.714.625.916	25.628.311.52	.000.039
32	11.677.588.73	34.342.937.43	.000.029
33	15.847.982.29	46.020.536.16	.000.022
34	20.968.296.27	61.668.518.45	.000.016
35	28.097.517.01	82.636.814.73	.000.012
36	37.650.672.79	110.734.331.7	.000.008
37	50.451.901.54	148.385.004.6	.000.007
38	67.805.548.06	198.836.906.1	.000.005
39	90.591.434.40	266.442.454.1	.000.004
40	121.392.522.1	357.033.888.5	.000.003
41	162.665.979.6	478.426.410.6	.000.002
42	217.972.412.7	641.092.390.2	.000.002
43	292.083.033.0	859.064.802.9	.000.001
44	391.391.264.2	1.151.147.826	.000.001
45	524.464.294.0	1.542.539.100	.000.001
46	702.782.154.0	2.067.003.394	.000.000
47	941.728.086.4	2.769.785.548	.000.000
48	1.261.915.636	3.711.513.635	.000.000
49	1.690.966.552	4.973.429.170	.000.000
50	2.265.895.716	6.664.396.222	.000.000

Tek ödemelerde, bugünkü değer faktörü $\frac{P}{F} = 1/q^n$	Yıllık eşit ödemelerde, bugün- kü değer faktörü $\frac{P}{A} = \frac{q^n - 1}{i q^n}$	Yıllık eşit ödemelerde, faiz-amsurşiman faktörü $\frac{A}{P} = \frac{i q^n}{q^n - 1}$	% 34 YIL
746 269	746 269	1 340 000	1
556 917	1 303 186	767 350	2
415 610	1 718 755	581 803	3
310 156	2 028 952	492 865	4
231 460	2 260 412	442 397	5
172 731	2 433 143	410 991	6
128 904	2 562 047	390 313	7
96 197	2 658 244	376 188	8
71 789	2 730 033	366 296	9
53 674	2 783 607	359 246	10
40 980	2 823 587	354 159	11
30 836	2 853 421	350 856	12
22 266	2 875 689	347 743	13
16 616	2 892 305	345 745	14
12 400	2 904 706	344 659	15
9 254	2 913 929	343 176	16
6 906	2 920 865	342 364	17
5 154	2 925 019	341 761	18
3 848	2 928 865	341 313	19
2 870	2 932 735	340 929	20
2 142	2 934 877	340 730	21
1 598	2 936 475	340 544	22
1 193	2 937 666	340 406	23
880	2 938 558	340 302	24
654	2 939 223	340 226	25
496	2 939 718	340 169	26
370	2 940 088	340 126	27
276	2 940 364	340 094	28
206	2 940 570	340 070	29
154	2 940 724	340 057	30
115	2 940 839	340 039	31
86	2 940 925	340 029	32
654	2 940 989	340 027	33
448	2 941 036	340 016	34
336	2 941 070	340 010	35
257	2 941 099	340 009	36
200	2 941 118	340 007	37
155	2 941 133	340 005	38
111	2 941 144	340 004	39
88	2 941 152	340 003	40
66	2 941 158	340 002	41
50	2 941 163	340 002	42
37	2 941 166	340 001	43
28	2 941 169	340 001	44
21	2 941 171	340 001	45
16	2 941 172	340 000	46
12	2 941 173	340 000	47
9	2 941 174	340 000	48
7	2 941 175	340 000	49
5	2 941 175	340 000	50

%	Tek ödemelerde, birelik faiz faktörü	Yıllık eşit ödemelerde, birelik faiz faktörü	Yıllık eşit ödemelerde, birikme (itfa fonu) faktörü
35	$\frac{F}{P} = q^n$	$\frac{F}{A} = q^n - 1$	$\frac{A}{F} = (q^n - 1)$
YIL			
1	1.350.000	1.000.000	1.000.000
2	1.822.500	2.350.000	.426.532
3	2.460.375	4.172.500	.239.664
4	3.321.506	6.832.875	.150.764
5	4.484.033	9.954.381	.100.498
6	6.053.445	14.438.415	.069.250
7	8.172.151	20.491.860	.048.800
8	11.032.404	28.664.011	.034.887
9	14.893.745	39.896.415	.026.191
10	20.106.556	54.590.160	.018.318
11	27.143.850	74.896.715	.013.387
12	36.644.198	101.840.566	.009.819
13	49.469.657	138.484.764	.007.221
14	66.784.051	187.954.431	.005.320
15	90.158.469	254.738.482	.003.926
16	121.713.833	344.896.951	.002.899
17	164.313.909	466.610.884	.002.143
18	221.823.643	630.924.694	.001.685
19	299.461.918	852.748.338	.001.373
20	404.273.589	1.152.310.254	.000.968
21	543.789.345	1.556.483.843	.000.642
22	736.788.616	2.100.253.188	.000.478
23	994.664.631	2.829.041.804	.000.352
24	1.342.797.252	3.823.706.435	.000.261
25	1.812.776.291	5.176.503.687	.000.192
26	2.447.247.682	6.999.279.978	.000.143
27	3.303.284.789	9.426.527.670	.000.106
28	4.460.109.466	12.740.312.76	.000.078
29	6.021.147.779	17.200.423.23	.000.058
30	8.128.549.501	23.221.570.00	.000.042
31	10.973.541.83	31.350.119.51	.000.032
32	14.814.281.47	42.223.651.33	.000.024
33	19.999.279.08	57.137.942.80	.000.018
34	26.999.027.97	77.137.222.78	.000.013
35	36.448.687.78	104.136.250.6	.000.010
36	49.205.728.48	140.584.938.5	.000.007
37	66.427.733.45	189.720.667.0	.000.005
38	89.677.440.15	255.218.400.4	.000.004
39	121.064.544.2	343.896.840.6	.000.003
40	162.437.134.7	466.960.384.8	.000.002
41	220.640.131.8	630.397.519.5	.000.002
42	297.864.178.0	851.037.651.3	.000.001
43	402.118.640.2	1.148.901.829	.000.001
44	542.357.464.3	1.551.018.470	.000.001
45	732.887.576.8	2.093.875.934	.000.000
46	988.357.728.7	2.826.733.511	.000.000
47	1.335.632.934	3.818.091.238	.000.000
48	1.803.104.483	5.151.724.173	.000.000
49	2.434.191.022	6.954.828.634	.000.000
50	3.286.157.879	9.389.018.656	.000.000

Tek. ödemelerde, bugünkü değer faktörü $\frac{P}{i} = 1/q^t$	Yıllık eşit ödemelerde, bugün- kü değer faktörü, $\frac{P}{A} = a^n - 1/q^n$	Yıllık eşit ödemelerde, faiz-amortisman faktörü $\frac{A}{P} = (q^n/q^n - 1)$	% 35
			YIL
740 741	740 741	1 350 000	1
548 657	1 288 438	775 532	2
406 442	1 695 880	589 684	3
301 068	1 996 948	500 784	4
223 014	2 219 961	450 458	5
168 195	2 385 157	419 260	6
122 367	2 507 523	398 800	7
90 642	2 596 165	384 887	8
67 142	2 665 308	375 191	9
49 735	2 715 043	368 318	10
36 841	2 751 884	363 367	11
27 285	2 779 173	359 819	12
20 214	2 799 387	357 221	13
14 974	2 814 361	355 325	14
11 052	2 825 453	353 826	15
8 216	2 833 689	352 899	16
6 088	2 839 755	352 143	17
4 508	2 844 263	351 585	18
3 339	2 847 602	351 171	19
2 474	2 850 076	350 866	20
1 832	2 851 908	350 642	21
1 357	2 853 265	350 476	22
1 005	2 854 270	350 352	23
745	2 855 015	350 261	24
552	2 855 567	350 193	25
409	2 855 975	350 143	26
303	2 856 278	350 106	27
224	2 856 502	350 078	28
166	2 856 668	350 058	29
123	2 856 791	350 043	30
91	2 856 882	350 022	31
68	2 856 950	350 024	32
50	2 857 000	350 018	33
37	2 857 037	350 013	34
27	2 857 064	350 010	35
20	2 857 085	350 007	36
15	2 857 100	350 005	37
11	2 857 111	350 004	38
8	2 857 119	350 003	39
6	2 857 125	350 002	40
5	2 857 130	350 002	41
4	2 857 133	350 001	42
3	2 857 136	350 001	43
2	2 857 138	350 001	44
1	2 857 139	350 000	45
0	2 857 140	350 000	46
0	2 857 141	350 000	47
0	2 857 141	350 000	48
0	2 857 142	350 000	49
0	2 857 142	350 000	50

%	Tek ödemelerde, bölgeik faiz faktörü	Yıllık eşit ödemelerde, bölgeik faiz faktörü	Yıllık eşit ödemelerde, biriktirme (ttda fonu) faktörü
36	$\frac{F}{p} = q^n$	$\frac{F}{A} = q^n - 1/f$	$\frac{A}{F} = f/q^n - 1$
YIL			
1	1.360.000	1.000.000	1.000.000
2	1.849.600	2.360.000	423.729
3	2.515.456	4.209.600	237.552
4	3.421.020	6.725.056	149.696
5	4.652.587	10.146.076	996.500
6	6.327.519	14.798.664	657.574
7	8.609.428	21.126.182	447.335
8	11.703.379	29.731.608	333.634
9	15.916.095	41.434.987	234.134
10	21.646.570	57.391.582	174.436
11	29.439.335	78.998.152	123.859
12	40.037.495	108.437.487	90.922
13	54.450.954	148.974.992	66.725
14	74.053.351	202.925.976	49.928
15	100.712.558	276.979.327	36.610
16	136.969.078	377.651.885	26.648
17	185.277.947	514.660.963	19.943
18	253.338.006	700.936.910	14.427
19	344.539.890	954.276.918	10.648
20	468.573.979	1.298.816.608	7.770
21	637.260.611	1.767.350.587	5.666
22	866.674.431	2.404.651.198	4.116
23	1.178.677.227	3.271.325.629	3.006
24	1.603.001.028	4.450.002.856	2.225
25	2.180.081.398	6.053.003.884	1.655
26	2.964.910.702	8.233.085.282	1.211
27	4.032.278.554	11.197.995.96	0.889
28	5.483.898.833	15.230.274.54	0.666
29	7.458.162.414	20.714.173.37	0.498
30	10.143.019.28	28.172.275.78	0.366
31	13.794.506.22	38.315.298.07	0.276
32	18.760.528.46	52.109.601.29	0.209
33	25.514.318.71	70.870.329.76	0.154
34	34.899.473.45	96.384.648.47	0.110
35	47.191.283.89	131.084.121.9	0.080
36	64.180.146.09	178.275.405.8	0.060
37	87.284.998.68	242.455.551.9	0.044
38	118.707.598.2	329.740.550.0	0.033
39	161.442.333.6	448.448.148.8	0.025
40	219.561.373.6	609.890.482.4	0.018
41	298.603.740.2	829.462.066.0	0.013
42	406.101.086.6	1.128.055.796	0.010
43	552.297.477.8	1.534.156.883	0.007
44	751.124.569.9	2.086.454.381	0.005
45	1.021.529.415	2.837.578.939	0.004
46	1.385.260.004	3.859.108.345	0.003
47	1.889.420.806	5.248.368.360	0.002
48	2.589.612.296	7.137.809.156	0.001
49	3.494.672.723	9.707.421.452	0.001
50	4.752.754.903	13.202.094.17	0.000

Tek ödemelerde, bugünkü değer faktörü $\frac{P}{i} = 1/q^n$	Yük eşit ödemelerde, bugün- kü değer faktörü $\frac{P}{A} = q^n - 1/iq^n$	Yük eşit ödemelerde, faiz-amortisman faktörü $\frac{A}{P} = -iq^n/q^n - 1$	% 36 VİL
735 264	735 264	- 1.360 000	1
540 657	1.271 862	783 729	2
397 542	1.673 494	597 652	3
282 310	1.965 804	508 688	4
214 934	2.180 738	428 560	5
159 040	2.338 776	427 574	6
116 306	2.454 884	407 335	7
885 445	2.540 429	393 634	8
662 828	2.603 267	384 134	9
506 197	2.649 464	377 436	10
383 968	2.683 422	372 859	11
294 977	2.708 398	369 221	12
218 365	2.726 764	366 735	13
161 564	2.740 267	364 928	14
120 929	2.750 197	363 610	15
907 301	2.757 497	362 646	16
685 368	2.762 865	361 842	17
503 947	2.768 813	361 427	18
382 902	2.769 715	361 048	19
292 134	2.771 850	360 770	20
221 569	2.773 419	360 566	21
161 154	2.774 573	360 416	22
120 648	2.775 421	360 306	23
90 624	2.776 045	360 225	24
68 469	2.776 504	360 165	25
50 337	2.776 841	360 121	26
38 248	2.777 089	360 089	27
29 182	2.777 271	360 065	28
21 134	2.777 405	360 048	29
16 039	2.777 504	360 035	30
12 072	2.777 576	360 026	31
9 053	2.777 630	360 019	32
6 839	2.777 666	360 014	33
5 225	2.777 698	360 010	34
4 021	2.777 719	360 008	35
3 016	2.777 734	360 006	36
2 211	2.777 744	360 004	37
1 608	2.777 754	360 003	38
1 200	2.777 761	360 002	39
900	2.777 765	360 002	40
680	2.777 768	360 001	41
500	2.777 771	360 001	42
380	2.777 773	360 001	43
290	2.777 774	360 000	44
210	2.777 775	360 000	45
160	2.777 776	360 000	46
120	2.777 776	360 000	47
90	2.777 777	360 000	48
68	2.777 777	360 000	49
50	2.777 777	360 000	50

%	Tek ödemelerde, bileşik faiz faktörü	Yıllık eşit ödemelerde, bileşik faiz faktörü	Yıllık eşit ödemelerde, biriktime (tda fonu) faktörü
37	$\frac{F}{P} = q^n$	$\frac{F}{A} = q^n - 1/i$	$\frac{A}{Z} = i(q^n - 1)$
YIL			
1	1.370 000	1.000 000	1.000 000
2	1.876 900	2.370 000	.421 941
3	2.571 353	4.246 900	.235 466
4	3.522 764	6.818 253	.146 655
5	4.826 172	10.341 007	.095 702
6	6.511 856	15.167 179	.065 932
7	8.058 243	21.779 035	.045 916
8	10.409 793	30.837 278	.032 428
9	13.701 416	43.247 071	.023 123
10	18.291 940	60.248 488	.016 558
11	24.909 958	83.540 428	.011 970
12	33.716 643	115.450 387	.008 652
13	45.891 801	159.167 030	.006 283
14	62.051 767	218.058 831	.004 565
15	82.410 931	297.110 588	.003 321
16	109.002 962	403.521 520	.002 418
17	144.984 058	547.324 452	.001 782
18	195.048 160	738.508 540	.001 285
19	265.995 979	1.007.556 700	.000 937
20	359.514 491	1.403.552 679	.000 683
21	483.244 853	1.906.067 170	.000 498
22	648.245 448	2.599.312 023	.000 364
23	868.996 264	3.567.557 471	.000 265
24	1.161.144 882	4.862.553 735	.000 194
25	1.561.266 488	6.553.698 617	.000 141
26	2.117.027 829	8.851.957 106	.000 103
27	2.844.228 126	12.078.994 94	.000 075
28	3.812.492 533	16.493.222 08	.000 055
29	5.112.514 770	22.525.715 59	.000 040
30	6.846.215 23	30.619.230 36	.000 029
31	9.191.614 87	41.585.445 60	.000 021
32	12.376.812 37	56.097.060 47	.000 016
33	16.602.169 95	75.813.972 84	.000 011
34	22.214.272 83	103.306.142 8	.000 008
35	29.864.553 78	141.820.415 6	.000 006
36	40.548.338 68	194.804.969 4	.000 004
37	54.461.909 0	265.353.808 1	.000 003
38	73.112.815 3	360.615.717 1	.000 002
39	98.333.557 0	486.628.532 4	.000 002
40	132.321.973 1	658.462.089 4	.000 001
41	178.221.103 1	898.784.062	.000 001
42	240.412.911 3	1.209.005.166	.000 001
43	324.805.628 4	1.648.412.077	.000 000
44	438.623.793	2.262.223.765	.000 000
45	590.448.587	3.089.047.558	.000 000
46	794.014 5/7	4.205.496 155	.000 000
47	1.066.038 9/71	5.725.510 732	.000 000
48	1.432.474 760	7.771.550 703	.000 000
49	1.945.890 422	10.524.025 46	.000 000
50	2.655.329 878	14.327.915 89	.000 000

Tek ödemelerde, bugünkü değer faktörü	Yıllık eşit ödemelerde, bugün- kü değer faktörü	Yıllık eşit ödemelerde, faiz amortisman faktörü	% 37
$\frac{P}{F} = 1/q^n$	$\frac{P}{A} = q^n - 1/q^n$	$\frac{A}{F} = \frac{1/q^n - 1}{i}$	YIL
729 927	729 927	1 370 000	1
532 793	1 262 720	791 941	2
368 800	1 651 621	825 486	3
263 869	1 935 490	516 665	4
207 204	2 142 693	466 702	5
151 243	2 293 537	436 032	6
110 397	2 404 333	415 916	7
80 560	2 484 915	402 428	8
58 619	2 543 733	392 123	9
42 933	2 586 667	385 598	10
31 338	2 618 005	381 970	11
22 875	2 640 880	378 662	12
16 697	2 657 576	376 283	13
12 187	2 669 764	374 965	14
8 896	2 678 660	373 321	15
6 463	2 685 153	372 418	16
4 740	2 689 893	371 782	17
3 460	2 693 382	371 285	18
2 525	2 695 678	370 937	19
1 843	2 697 721	370 683	20
1 348	2 698 666	370 488	21
982	2 700 048	370 364	22
717	2 700 765	370 265	23
523	2 701 289	370 184	24
382	2 701 670	370 141	25
279	2 701 949	370 109	26
203	2 702 153	370 079	27
149	2 702 303	370 055	28
108	2 702 410	370 040	29
79	2 702 489	370 029	30
58	2 702 547	370 021	31
42	2 702 589	370 016	32
31	2 702 620	370 011	33
22	2 702 642	370 008	34
16	2 702 658	370 006	35
12	2 702 670	370 004	36
9	2 702 679	370 003	37
6	2 702 685	370 002	38
5	2 702 690	370 002	39
4	2 702 694	370 001	40
3	2 702 696	370 001	41
2	2 702 698	370 001	42
1	2 702 699	370 000	43
1	2 702 700	370 000	44
1	2 702 701	370 000	45
1	2 702 701	370 000	46
0	2 702 702	370 000	47
0	2 702 702	370 000	48
0	2 702 702	370 000	49
0	2 702 702	370 000	50

%	Tek ödemelerde, bileşik faiz faktörü	Yıllık eşit ödemelerde, bileşik faiz faktörü	Yıllık eşit ödemelerde, biriktirme (ifa fonu) faktörü
38	$\frac{F}{P} = q^n$	$\frac{F}{A} = q^n - 1/f$	$\frac{A}{F} = f/q^n - 1$
YIL			
1	1.380 000	1.000 000	1.000 000
2	1.904 400	2.380 000	420 168
3	2.628 072	4.284 400	233 405
4	3.626 739	6.912 472	144 666
5	5.004 900	10.539 211	994 884
6	6.906 762	15.544 112	664 333
7	9.531 332	22.430 874	444 542
8	13.153 238	31.982 206	331 267
9	18.151 469	45.135 445	222 156
10	25.049 027	62.286 914	175 807
11	34.567 658	86.336 941	111 320
12	47.703 362	122.903 598	808 136
13	65.830 647	170.606 966	605 861
14	90.846 283	238.437 613	464 229
15	125.367 884	327.283 905	362 065
16	173.007 680	452.851 730	292 209
17	238.750 598	625.659 470	231 598
18	329.475 826	864.410 068	181 157
19	454.676 640	1.193.585 484	140 838
20	627.453 783	1.648.582 333	110 607
21	865.886 193	2.278.016 296	86 439
22	1.194.922 948	3.141.902 489	66 318
23	1.648.993 665	4.326.825 434	50 231
24	2.275.611 258	5.985.819 100	38 167
25	3.146.343 536	8.261.430 367	28 121
26	4.333.674 079	11.401.773 89	21 088
27	5.980.470 230	15.735.447 87	15 064
28	8.253.048 917	21.715.918 30	11 046
29	11.389.207 51	29.968.967 12	8 033
30	15.717.106 36	41.358.174 62	6 024
31	21.689.606 73	57.075.280 98	4 018
32	29.931.857 35	78.764.887 75	3 013
33	41.305.687 14	108.656.345 1	2 009
34	57.001.848 25	150.002.232 2	1 007
35	78.662.550 59	207.004.080 5	0 005
36	108.554.319 8	285.666.631 1	0 004
37	149.804.961 3	394.220.950 9	0 003
38	205.730.848 6	544.025.912 2	0 002
39	285.288 568 4	750.756.758 9	0 001
40	393.698.204 4	1.036.045.337	0 001
41	543.303.549 6	1.429.743.552	0 001
42	749.758.898 5	1.971.047.101	0 001
43	1.034.667.380	2.702.006.000	0 000
44	1.427.840.846	3.757.473.280	0 000
45	1.970.420.368	5.185.314.128	0 000
46	2.719.180.108	7.156.734.483	0 000
47	3.752.468.548	9.874.614.801	0 000
48	5.178.408.597	13.627.383.15	0 000
49	7.146.201.104	18.805.789.75	0 000
50	9.861.757.523	25.951.990.85	0 000

Tek ödemelerde, bugünkü değer faktörü $\frac{P}{i} = 1/q^n$	Yıllık eşit ödemelerde, bugün- kü değer faktörü $\frac{P}{A} = q^n - 1/iq^n$	Yıllık eşit ödemelerde, faiz-amortisman faktörü $\frac{A}{P} = iq^n(q^n - 1)$	% 38
			YIL
724 638	724 638	1.380 000	1
529 100	1.249 737	800 168	2
380 507	1.630 245	513 405	3
275 730	1.905 974	524 666	4
199 804	2.105 778	474 884	5
144 788	2.250 564	444 333	6
104 917	2.355 481	424 542	7
76 027	2.431 508	411 267	8
55 022	2.486 600	402 158	9
39 822	2.526 522	395 801	10
28 929	2.555 451	391 320	11
20 963	2.576 412	388 136	12
15 150	2.591 604	385 861	13
11 008	2.602 612	384 229	14
8 07 977	2.610 588	383 055	15
5 905 780	2.616 366	382 209	16
4 404 188	2.620 557	381 508	17
3 203 035	2.623 592	381 107	18
2 302 199	2.625 791	380 838	19
1 601 594	2.627 385	380 607	20
1 101 155	2.628 540	380 438	21
800 837	2.629 377	380 316	22
600 606	2.629 983	380 231	23
400 439	2.630 423	380 187	24
300 318	2.630 741	380 121	25
200 231	2.630 972	380 089	26
100 167	2.631 139	380 064	27
000 121	2.631 260	380 046	28
000 088	2.631 348	380 033	29
000 064	2.631 412	380 024	30
000 046	2.631 458	380 018	31
000 033	2.631 491	380 013	32
000 024	2.631 515	380 009	33
000 018	2.631 533	380 007	34
000 013	2.631 545	380 005	35
000 009	2.631 555	380 004	36
000 007	2.631 561	380 003	37
000 005	2.631 566	380 002	38
000 004	2.631 570	380 001	39
000 003	2.631 572	380 001	40
000 002	2.631 574	380 001	41
000 001	2.631 575	380 001	42
000 001	2.631 576	380 000	43
000 001	2.631 577	380 000	44
000 001	2.631 578	380 000	45
000 000	2.631 578	380 000	46
000 000	2.631 578	380 000	47
000 000	2.631 578	380 000	48
000 000	2.631 579	380 000	49
000 000	2.631 579	380 000	50

% 39	Tek ödemelerde, bileşik faiz faktörü	Yıllık eşit ödemelerde, bileşik faiz faktörü	Yıllık eşit ödemelerde, biriktirme (vfa fonu) faktörü
YIL	$\frac{F}{i} = q^n$	$\frac{F}{A} = q^n - 1/i$	$\frac{A}{F} = 1/q^n - 1$
1	1.390 000	1.000 000	1.000 000
2	1.932 100	2.390 000	418 410
3	2.685 619	4.322 100	231 369
4	3.733 010	7.007 719	142 750
5	5.188 884	10.740 729	093 104
6	7.212 549	15.929 614	062 778
7	10.025 444	23.142 169	042 211
8	13.935 367	33.167 607	030 150
9	19.370 180	47.102 974	021 230
10	26.924 522	66.473 133	015 044
11	37.425 086	93.397 655	010 707
12	52.020 869	130.822 741	007 644
13	72.309 008	182.843 610	005 469
14	100.609 521	255.152 618	003 918
15	139.708 234	355.662 139	002 812
16	194.194 446	495.370 373	002 019
17	269.930 279	689.564 819	001 450
18	379.203 088	959.495 099	001 042
19	521.532 293	1.334.698 187	000 749
20	724.929 887	1.856.230 480	000 538
21	1.007.652 543	2.561.160 367	000 387
22	1.400.637 035	3.588.812 910	000 279
23	1.946.985 478	4.989.449 945	000 200
24	2.706.170 815	6.936.325 424	000 144
25	3.761.577 433	9.642.506 240	000 104
26	5.228.592 632	13.404.083 67	000 078
27	7.267.743 759	18.632.676 31	000 054
28	10.102.163 83	25.900.420 06	000 039
29	14.042.007 72	36.002.583 89	000 028
30	19.518.390 73	50.044.591 61	000 020
31	27.130.563 11	69.562.982 33	000 014
32	37.711.482 72	96.693.548 44	000 010
33	52.418.860 98	134.405.028 2	000 007
34	72.862.355 77	186.823.989 2	000 005
35	101.279.674 6	259.686.344 9	000 004
36	140.777.357 6	360.965.019 4	000 003
37	195.680.527 0	501.742.377 0	000 002
38	271.995.932 6	697.422.904 1	000 001
39	378.074.346 3	965.418.836 6	000 001
40	525.523.341 3	1.347.493.183	000 001
41	730.477.444 5	1.873.016.524	000 001
42	1.015.363.648	2.603.493.969	000 000
43	1.411.355.470	3.618.857.617	000 000
44	1.961.784.104	5.030.213.087	000 000
45	2.726.679.904	6.991.997.191	000 000
46	3.790.363.067	9.719.877.095	000 000
47	5.268.604.663	13.509.240.16	000 000
48	7.323.360.482	18.777.644.83	000 000
49	10.179.471.07	26.101.205.31	000 000
50	14.149.464.79	36.280.676.38	000 000

Tek ödemelerde, bugünkü değer faktörü $\frac{P}{F} = 1/q^n$	Yıllık eşit ödemelerde, bugün- kü değer faktörü $\frac{P}{A} = q^n - 1/q^n$	Yıllık eşit ödemelerde, faz-amortisman faktörü $\frac{A}{P} = 1/q^n - 1$	% 39 YIL
719 428	719 428	1 390 000	1
519 572	1 236 996	808 410	2
372 354	1 029 350	621 369	3
267 880	1 877 230	530 700	4
192 720	1 069 950	483 104	5
138 647	2 208 537	452 776	6
99 746	2 308 343	433 211	7
72 760	2 380 103	420 150	8
53 626	2 431 729	411 220	9
39 141	2 468 870	405 044	10
28 720	2 495 590	400 707	11
21 223	2 514 813	397 644	12
15 830	2 528 642	395 409	13
11 849	2 538 590	393 819	14
8 718	2 545 749	392 812	15
6 518	2 550 899	392 010	16
4 905	2 554 600	391 450	17
3 660	2 557 269	391 040	18
2 787	2 559 188	390 749	19
2 129	2 560 566	390 529	20
1 592	2 561 558	390 387	21
1 174	2 562 272	390 319	22
8 514	2 562 798	390 300	23
6 370	2 563 175	390 344	24
4 860	2 563 421	390 354	25
3 691	2 563 612	390 375	26
2 838	2 563 750	390 384	27
2 199	2 563 844	390 378	28
1 671	2 563 890	390 328	29
1 251	2 563 871	390 320	30
9 037	2 564 008	390 314	31
6 827	2 564 035	390 310	32
5 119	2 564 054	390 307	33
3 814	2 564 067	390 305	34
2 810	2 564 077	390 304	35
2 007	2 564 084	390 303	36
1 405	2 564 089	390 302	37
1 004	2 564 093	390 301	38
7 007	2 564 096	390 301	39
5 000	2 564 098	390 301	40
3 001	2 564 099	390 301	41
2 001	2 564 100	390 300	42
1 001	2 564 101	390 300	43
0 001	2 564 101	390 300	44
0 000	2 564 102	390 300	45
0 000	2 564 102	390 300	46
0 000	2 564 102	390 300	47
0 000	2 564 102	390 300	48
0 000	2 564 102	390 300	49
0 000	2 564 102	390 300	50

%	Tek ödemelerde, bileşik faiz faktörü	Yıllık eşit ödemelerde, bileşik faiz faktörü	Yıllık eşit ödemelerde, biriktirme (ifa fonu) faktörü
40	$\frac{F}{F} = q^n$	$\frac{F}{A} = q^n - 1/f$	$\frac{A}{F} = f(q^n - 1)$
YIL			
1	1.400 000	1.000 000	1.000 000
2	1.960 000	2.400 000	416 667
3	2.744 000	4.360 000	229 356
4	3.841 600	7.104 000	140 766
5	5.376 240	10.945 600	99 381
6	7.529 536	16.323 840	66 1 200
7	10.541 350	23.850 376	44 1 923
8	14.757 891	34.394 720	30 9 074
9	20.661 047	48.152 617	22 0 345
10	28.925 465	69.810 664	16 4 324
11	40.405 652	98.729 129	12 0 128
12	56.563 912	139.234 781	8 7 182
13	79.371 477	195.928 693	6 0 5 104
14	111.120 068	275.300 171	4 3 632
15	155.569 095	385.420 239	3 1 566
16	217.795 334	541.866 334	2 1 845
17	304.913 467	759.783 668	1 3 316
18	426.578 854	1.064.697 136	0 9 329
19	597.630 385	1.491.575 960	0 6 670
20	830.682 954	2.088.206 380	0 4 479
21	1.171.355 572	2.925.808 940	0 3 347
22	1.639.897 805	4.097.244 516	0 2 244
23	2.295.856 929	5.737.142 322	0 1 174
24	3.214.199 700	8.032.999 251	0 0 124
25	4.499.879 581	11.247.188 95	0 0 089
26	6.299.631 413	15.747.078 53	0 0 064
27	8.819.763 978	22.046.909 94	0 0 045
28	12.347.689 57	30.856.673 92	0 0 032
29	17.286 737 40	43.214.345 46	0 0 023
30	24.201.432 36	60.501.080 89	0 0 017
31	33.882.005 30	84.702.513 24	0 0 012
32	47.434.807 42	118.584 518 5	0 0 008
33	66.408 730 38	166.019 326 0	0 0 006
34	92.872.222 54	232.428 056 3	0 0 004
35	130.161.111 6	325.400 278 9	0 0 003
36	182.225.556 2	455.561 390 4	0 0 002
37	255.115.778 6	637.786 946 6	0 0 002
38	357.162.090 1	892.902 725 2	0 0 001
39	500.026.926 1	1.250.064 615	0 0 001
40	700.037.686 6	1.750.091 741	0 0 001
41	980.052.775 2	2.450.129 438	0 0 000
42	1.372.073.885	3.430.182 213	0 0 000
43	1.920 903 439	4.802.296 099	0 0 000
44	2.689.264.615	6.723.159 538	0 0 000
45	3.764.970.741	9.412.424 353	0 0 000
46	5.270.959 038	13.177.295 09	0 0 000
47	7.379.342.653	18.448 354 13	0 0 000
48	10.331.079 71	25.627.696 79	0 0 000
49	14.463.511 60	36.158.776 50	0 0 000
50	20.248.916 24	50.622.288 10	0 0 000

Tek ödemelerde, bugünkü değer faktörü $\frac{P}{F} = 1/q^n$	Yıllık eşit ödemelerde, bugün- kü değer faktörü $\frac{P}{A} = q^n - 1/fq^n$	Yıllık eşit ödemelerde, faiz-amsortisman faktörü $\frac{A}{F} = fq^n/q^n - 1$	% 40 YIL
714 286	714 286	1 400 000	1
810 204	1 224 490	810 667	2
364 431	1 588 921	628 358	3
290 308	1 849 229	540 766	4
185 934	2 035 154	491 361	5
132 810	2 167 974	461 260	6
094 895	2 262 639	441 923	7
067 762	2 330 599	429 074	8
048 400	2 378 999	420 345	9
034 572	2 413 571	414 324	10
024 694	2 438 265	410 128	11
017 639	2 455 904	407 182	12
012 599	2 468 503	405 104	13
008 999	2 477 502	403 852	14
006 428	2 483 930	402 588	15
004 581	2 488 521	401 845	16
003 280	2 491 801	401 916	17
002 343	2 494 144	400 939	18
001 673	2 495 817	400 670	19
001 158	2 497 012	400 479	20
000 854	2 497 866	400 342	21
000 610	2 498 476	400 244	22
000 436	2 498 911	400 174	23
000 311	2 499 222	400 124	24
000 222	2 499 444	400 089	25
000 159	2 499 603	400 064	26
000 113	2 499 717	400 045	27
000 081	2 499 798	400 032	28
000 058	2 499 856	400 023	29
000 041	2 499 897	400 017	30
000 030	2 499 926	400 012	31
000 021	2 499 947	400 009	32
000 016	2 499 962	400 006	33
000 011	2 499 972	400 004	34
000 008	2 499 981	400 003	35
000 006	2 499 989	400 002	36
000 004	2 499 990	400 000	37
000 003	2 499 993	400 001	38
000 002	2 499 995	400 001	39
000 001	2 499 996	400 001	40
000 001	2 499 997	400 000	41
000 001	2 499 998	400 000	42
000 001	2 499 999	400 000	43
000 000	2 499 999	400 000	44
000 000	2 499 999	400 000	45
000 000	2 500 000	400 000	46
000 000	2 500 000	400 000	47
000 000	2 500 000	400 000	48
000 000	2 500 000	400 000	49
000 000	2 500 000	400 000	50

% 41	Tek ödemelerde, bölgeik faiz faktörü	Yıllık eşit ödemelerde, bölgeik faiz faktörü	Yıllık eşit ödemelerde, biriktirme (tefe fonu) faktörü
YIL	$\frac{F}{f} = q^n$	$\frac{F}{A} = q^n - 1/f$	$\frac{A}{F} = f/q^n - 1$
1	1.410 000	1 000 000	1 000 000
2	1.988 100	2 410 000	414 938
3	2.803 221	4 398 100	227 371
4	3.952 542	7 201 321	138 863
5	5.573 084	11 153 863	889 655
6	7.858 048	16 728 946	059 784
7	11 079 848	24 584 894	040 675
8	15 622 585	35 664 842	028 039
9	22 027 845	51 287 427	019 488
10	31 059 262	73 315 372	013 640
11	43 793 559	104 274 534	009 581
12	61 748 918	148 168 093	006 749
13	87 085 974	209 917 011	004 764
14	122 763 024	296 982 965	003 367
15	173 095 884	419 748 009	002 382
16	244 085 168	592 841 872	001 687
17	344 121 886	836 907 040	001 195
18	485 225 960	1 181 038 926	000 847
19	684 168 603	1 666 284 888	000 600
20	964 677 731	2 350 433 490	000 425
21	1 360 195 600	3 318 111 220	000 302
22	1 917 875 797	4 675 306 821	000 214
23	2 704 204 873	6 593 182 617	000 152
24	3 812 928 871	9 297 387 490	000 108
25	5 376 229 708	13 110 316 38	000 076
26	7 580 483 889	18 486 546 07	000 054
27	10 688 482 28	26 067 029 86	000 038
28	15 070 760 02	36 785 512 24	000 027
29	21 249 771 63	51 828 272 26	000 019
30	29 982 177 99	73 078 043 89	000 014
31	42 245 670 97	103 038 221 9	000 010
32	59 567 806 07	145 284 892 3	000 007
33	83 980 606 58	204 862 698 9	000 005
34	118 428 755 2	288 843 305 5	000 003
35	168 981 724 9	407 270 060 7	000 002
36	235 444 232 1	574 251 785 6	000 002
37	331 976 367 3	806 896 017 7	000 001
38	468 086 677 8	1 141 672 388	000 001
39	660 002 215 8	1 609 759 063	000 001
40	930 603 124 2	2 285 761 279	000 000
41	1 312 150 406	3 290 364 403	000 000
42	1 850 132 071	4 512 514 808	000 000
43	2 608 986 220	6 362 648 879	000 000
44	3 678 247 571	8 971 333 100	000 000
45	5 185 329 075	12 649 580 67	000 000
46	7 312 723 996	17 835 909 75	000 000
47	10 310 940 83	25 148 633 74	000 000
48	14 538 426 58	35 459 574 58	000 000
49	20 499 181 47	49 998 001 15	000 000
50	28 903 845 88	70 497 182 62	000 000

Teb. ödemelerde, bugünkü değer faktörü $\frac{P}{P} = 1/q^n$	Yıllık eşit ödemelerde, bugün- kü değer faktörü $\frac{P}{A} = q^n - 1/iq^n$	Yıllık eşit ödemelerde, faiz-amortisman faktörü $\frac{A}{P} = iq^n/q^n - 1$	% 41
			YIL
709 220	709 220	1 410 000	1
502 993	1 213 213	824 938	2
356 732	1 568 045	637 371	3
253 002	1 821 947	548 863	4
179 434	2 001 381	499 655	5
127 258	2 128 629	469 784	6
90 254	2 218 893	450 675	7
64 010	2 282 903	438 039	8
44 397	2 328 300	429 498	9
32 197	2 360 466	423 640	10
22 834	2 383 321	419 581	11
16 199	2 399 825	416 749	12
11 488	2 411 011	414 764	13
8 146	2 419 157	413 367	14
5 777	2 424 934	412 382	15
4 097	2 429 031	411 667	16
2 906	2 431 937	411 196	17
2 061	2 433 998	410 847	18
1 462	2 435 459	410 600	19
1 037	2 436 496	410 425	20
739	2 437 231	410 302	21
521	2 437 753	410 214	22
370	2 438 122	410 152	23
262	2 438 385	410 108	24
186	2 438 571	410 076	25
132	2 438 703	410 054	26
994	2 438 796	410 038	27
666	2 438 863	410 027	28
447	2 438 910	410 019	29
333	2 438 943	410 014	30
234	2 438 967	410 010	31
171	2 438 983	410 007	32
121	2 438 995	410 005	33
88	2 439 004	410 003	34
66	2 439 010	410 002	35
49	2 439 014	410 002	36
37	2 439 017	410 001	37
28	2 439 019	410 001	38
21	2 439 021	410 001	39
16	2 439 022	410 000	40
12	2 439 023	410 000	41
9	2 439 023	410 000	42
7	2 439 023	410 000	43
5	2 439 024	410 000	44
4	2 439 024	410 000	45
3	2 439 024	410 000	46
2	2 439 024	410 000	47
2	2 439 024	410 000	48
2	2 439 024	410 000	49
2	2 439 024	410 000	50

%	Tek ödemelerde, bilyik faiz faktörü	Yıllık eşit ödemelerde bilyik faiz faktörü	Yıllık eşit ödemelerde, biriktirme (tds tonu) faktörü
42	$\frac{F}{i} = q^n$	$\frac{F}{A} = q^n - 1$	$\frac{A}{i} = (q^n - 1)$
YIL			
1	1.420 000	1.000 000	1.000 000
2	2.016 400	2.420 000	413 223
3	2.863 288	4.436 400	225 408
4	4.065 669	7.298 688	136 992
5	5.773 534	11.365 557	867 065
6	8.198 418	17.139 091	568 346
7	11.641 754	25.337 509	393 467
8	16.531 290	36.979 253	277 042
9	23.474 432	53.510 558	198 688
10	33.333 694	76.984 986	142 960
11	47.333 846	110.318 680	109 065
12	67.214 061	157.652 525	806 343
13	95.443 966	224.866 586	584 447
14	135.530 432	320.310 551	433 122
15	192.453 213	456.640 983	312 194
16	273.963 562	648.294 196	221 543
17	388.062 658	921.577 758	158 085
18	551.048 975	1.309.640 417	114 764
19	782.489 544	1.880.689 392	84 537
20	1.111.135 153	2.643.179 936	61 378
21	1.577.811 918	3.754.314 069	44 266
22	2.240.492 923	5.332.126 007	32 188
23	3.181.489 950	7.572.618 930	23 132
24	4.517.729 930	10.754.118 88	16 957
25	6.416.176 300	15.271.848 81	12 668
26	9.109.550 630	21.687.025 31	9 046
27	12.935 561 89	30.796.575 94	6 632
28	18.368.497 89	43.732.137 83	4 823
29	26.083.267 00	62.100.638 73	3 416
30	37.038.239 15	88.183.902 73	2 411
31	52.584.299 59	125.222.141 9	1 708
32	74.683.905 41	177.616.441 5	1 206
33	106.051.145 7	252.500.348 9	804
34	150.562.626 9	358.551.492 6	503
35	213.841.530 2	509.144.119 4	302
36	303.654.972 8	722.985.649 6	201
37	431.190.051 4	1.026.640.622	101
38	612.289 867 2	1.457.830.684	001
39	869.451.639 9	2.070.120.571	000
40	1.234.821.329	2.939.573.311	000
41	1.753.162.287	4.174.193.540	000
42	2.489.490.447	5.927.365.826	000
43	3.535.076.435	8.416.846.273	000
44	5.019.808.537	11.951.922.71	000
45	7.128.129.123	16.971.731.25	000
46	10.121.941.93	24.086.659.37	000
47	14.373.157.85	34.221.801.30	000
48	20.409.883.72	48.594.958.85	000
49	28.982.034.88	69.004.842.57	000
50	41.154.489.53	97.886.877.45	000

Tek ödemelerde, bugünkü değer faktörü $\frac{P}{F} = 1/q^n$	Yıllık eşit ödemelerde, bugün- kü değer faktörü $\frac{P}{A} = q^n - 1 / iq^n$	Yıllık eşit ödemelerde, fizi-komoran faktörü $\frac{A}{P} = iq^n / q^n - 1$	% 42 YIL
704 225	704 225	1.420 000	1
495 933	1.200 159	833 223	2
346 249	1.546 408	645 408	3
245 950	1.795 957	505 992	4
173 204	1.968 562	507 985	5
121 975	2.060 536	476 340	6
885 898	2.176 434	459 467	7
660 491	2.236 925	447 042	8
442 600	2.278 925	438 688	9
330 000	2.309 529	432 990	10
221 127	2.330 651	429 065	11
114 878	2.345 529	426 343	12
110 477	2.356 006	424 447	13
107 378	2.363 385	423 122	14
105 196	2.368 881	422 194	15
103 658	2.372 240	421 543	16
102 577	2.374 817	421 088	17
101 815	2.376 632	420 764	18
101 278	2.377 910	420 537	19
100 900	2.378 810	420 378	20
100 634	2.379 443	420 286	21
100 446	2.379 890	420 188	22
100 314	2.380 204	420 132	23
100 221	2.380 426	420 093	24
100 156	2.380 581	420 065	25
100 110	2.380 691	420 046	26
100 077	2.380 768	420 032	27
100 054	2.380 823	420 023	28
100 038	2.380 861	420 016	29
100 027	2.380 888	420 011	30
100 019	2.380 907	420 008	31
100 013	2.380 921	420 006	32
100 009	2.380 930	420 004	33
100 007	2.380 937	420 003	34
100 005	2.380 941	420 002	35
100 003	2.380 945	420 001	36
100 002	2.380 947	420 001	37
100 002	2.380 948	420 001	38
100 001	2.380 950	420 000	39
100 001	2.380 950	420 000	40
100 001	2.380 951	420 000	41
100 000	2.380 951	420 000	42
100 000	2.380 952	420 000	43
100 000	2.380 952	420 000	44
100 000	2.380 952	420 000	45
100 000	2.380 952	420 000	46
100 000	2.380 952	420 000	47
100 000	2.380 952	420 000	48
100 000	2.380 952	420 000	49
100 000	2.380 952	420 000	50

%	Tek ödemelerde, hücrelik faiz faktörü	Yıllık eşit ödemelerde, hücrelik faiz faktörü	Yıllık eşit ödemelerde, biriktirme (ifsa fonu) faktörü
43	$\frac{F}{i} = q^n$	$\frac{F}{A} = q^n - 1 / i$	$\frac{A}{F} = 1 / (q^n - 1)$
YIL			
1	1.430 000	1.000 000	1.000 000
2	2.044 900	2.430 000	411 523
3	2.924 207	4.474 900	223 469
4	4.181 616	7.399 107	135 151
5	5.979 711	11.580 723	88 350
6	8.550 997	17.500 434	56 946
7	12.227 911	26.111 430	38 297
8	17.485 912	38.399 331	26 063
9	25.004 855	55.825 244	17 913
10	35.756 942	80.830 099	12 372
11	51.132 428	116.587 041	8 577
12	73.119 371	167.719 469	5 962
13	104.550 701	240.838 840	4 132
14	149.521 803	345.399 541	2 895
15	213.818 178	494.921 344	2 021
16	305.757 134	708.737 522	1 411
17	437.232 702	1.014.494 656	1 000
18	625.242 764	1.451.727 358	728
19	894.097 153	2.076.970 123	521
20	1.278.658 928	2.971.067 275	377
21	1.828.339 268	4.240.626 203	273
22	2.514.526 153	6.077.965 471	198
23	3.538.770 968	8.692.480 624	143
24	5.046.442 484	12.431.261 59	104
25	7.145.412 753	17.777.704 08	76
26	10.032.940 24	25.423.218 83	55
27	14.164.104 54	36.356.037 06	40
28	19.956.789 49	51.990 161 60	29
29	28.070.180 37	74.346.931 09	21
30	39.417.357 90	106.317.111 5	15
31	55.375.821 84	152.034 469 4	11
32	77.467 425 23	217.410.291 2	8
33	108.687.018 1	310.897.716 5	6
34	151.172.435 9	444.584.734 5	4
35	210.376.583 3	635.757.170 4	3
36	295.528.514 1	909.133.753 7	2
37	411.027.775 1	1.300.062.268	1
38	575.409.718 4	1.859.090.043	1
39	814.155.897	2.658.499 761	1
40	1.134.712 933	3.801.655.659	1
41	1.607.639.494	5.436.368.582	1
42	2.242.824 477	7.774.008.066	1
43	3.190.239 002	11.116.832.56	1
44	4.488.741.773	16.097.071 97	1
45	6.278.110.736	22.732.615 34	1
46	8.876.408 35	32.907.824 07	1
47	12.489.123 94	48.486.332 43	1
48	17.364.447 24	70.475.455 37	1
49	24.075.759 55	100.059.403 61	1
50	33.852.336 16	145.935.662 2	1

Tek ödemelerde, bugünkü değer faktörü $\frac{P}{F} = 1/q^n$	Yıllık eşit ödemelerde, bugün- kü değer faktörü $\frac{P}{A} = q^n - 1/q^n$	Yıllık eşit ödemelerde, faiz oranlarının faktörü $\frac{A}{P} = \frac{1}{q^n} - 1$	% 43 YIL
699 301	699 301	1.430 000	1
489 021	1.188 322	841 523	2
341 973	1.530 295	653 469	3
239 142	1.769 437	566 151	4
167 232	1.936 689	516 350	5
118 946	2.053 615	486 946	6
881 780	2.135 295	468 297	7
057 189	2.192 584	456 083	8
039 982	2.232 576	447 913	9
027 987	2.260 543	442 372	10
019 057	2.280 100	438 077	11
013 676	2.293 776	435 962	12
009 564	2.303 340	434 152	13
006 688	2.310 028	432 895	14
004 677	2.314 706	432 021	15
003 271	2.317 875	431 411	16
002 287	2.320 263	430 986	17
001 598	2.321 862	430 689	18
001 118	2.322 980	430 481	19
000 789	2.323 762	430 337	20
000 547	2.324 309	430 235	21
000 382	2.324 692	430 165	22
000 267	2.324 959	430 115	23
000 187	2.325 146	430 080	24
000 131	2.325 277	430 056	25
000 091	2.325 369	430 039	26
000 064	2.325 433	430 028	27
000 046	2.325 477	430 019	28
000 031	2.325 509	430 013	29
000 022	2.325 531	430 009	30
000 015	2.325 546	430 007	31
000 011	2.325 557	430 005	32
000 007	2.325 564	430 003	33
000 005	2.325 569	430 002	34
000 004	2.325 573	430 002	35
000 003	2.325 576	430 001	36
000 002	2.325 577	430 001	37
000 001	2.325 578	430 001	38
000 001	2.325 579	430 000	39
000 001	2.325 580	430 000	40
000 000	2.325 580	430 000	41
000 000	2.325 581	430 000	42
000 000	2.325 581	430 000	43
000 000	2.325 581	430 000	44
000 000	2.325 581	430 000	45
000 000	2.325 581	430 000	46
000 000	2.325 581	430 000	47
000 000	2.325 581	430 000	48
000 000	2.325 581	430 000	49
000 000	2.325 581	430 000	50

%	Yıl. ödemelerde bileşik faiz faktörü	Yıllık eşit ödemelerde bileşik faiz faktörü	Yıllık eşit ödemelerde birikim (tda) (nu) faktörü
44	$\frac{F}{i} = q^n$	$\frac{F}{K} = q^n - 1$	$\frac{A}{j} = 1 - q^n$
YIL			
1	1.440 000	1 000 000	1.000 000
2	2.073 600	2.440 000	809 836
3	2.985 364	4.513 600	221 553
4	4.299 917	7.489 584	133 341
5	6.191 736	11.799 401	684 750
6	8.916 100	17.991 137	355 583
7	12.839 195	26.907 238	137 155
8	18.488 426	39.746 422	225 159
9	26.623 333	58.234 848	117 172
10	38.337 600	84.858 182	511 784
11	55.206 144	123.195 782	208 117
12	79.496 847	178.401 925	605 605
13	114.475 460	257.898 773	203 877
14	164.844 562	372.374 233	602 885
15	237.376 314	537.218 895	201 861
16	341.821 862	774.555 209	601 291
17	492.223 324	1.116.417 101	200 896
18	708.801 875	1.608.640 625	600 622
19	1.020.674 700	2.317.442 500	200 432
20	1.485.771 568	3.338.117 200	600 300
21	2.116.471 058	4.807.888 788	200 208
22	3.047.718 323	6.924.359 826	600 144
23	4.398.714 386	9.972.078 149	200 100
24	6.319.748 715	14.360.792 53	600 070
25	9.100.438 150	20.680.541 25	200 048
26	13.104.630 54	29.780.979 40	600 034
27	18.870.668 55	42.885 610 34	200 023
28	27.172.762 71	61.756 278 88	600 016
29	39.130.218 30	88.930.041 59	200 011
30	56.347.514 35	128.060.259 9	600 008
31	81.140.420 67	184.407.774 2	200 005
32	116.842.205 8	265.548.194 8	600 004
33	168.252.776 3	382.390.400 7	200 003
34	242.283.997 9	550.643.177 0	600 002
35	348.888.956 9	792.927.174 8	200 001
36	502.400.098 0	1.141.816.132	600 001
37	723.456.141 1	1.644.216.230	200 001
38	1.041.776.843	2.367.672.371	600 000
39	1.500.158.654	3.409.449.314	200 000
40	2.180.228.462	4.909.607.868	600 000
41	3.110.728.885	7.069.836.330	200 000
42	4.479.448.739	10.180.565.32	600 000
43	6.450.407.824	14.660.015.05	200 000
44	9.288.585.978	21.110.402.68	600 000
45	13.376.565.25	30.399.009.56	200 000
46	19.260.813.96	43.774.574.51	600 000
47	27.725.572.10	63.035.388.86	200 000
48	39.999.223.82	90.770.960.96	600 000
49	57.812.482.31	130.710.184.8	200 000
50	82.817.974.52	188.222.687.1	600 000

Tek ödemelerde, bugünkü değer faktörü $\frac{P}{r} = 1/q^n$	Yıllık eşit ödemelerde, bugün- kü değer faktörü $\frac{P}{A} = q^n - 1/q^n$	Yıllık eşit ödemelerde, faiz-amortisman faktörü $\frac{A}{P} = iq^n/q^n - 1$	% 44
			YIL
694 444	694 444	1 440 000	1
482 253	1 176 698	849 836	2
334 826	1 511 596	661 553	3
232 568	1 744 164	573 341	4
161 506	1 905 569	524 750	5
112 157	2 017 826	495 583	6
77 897	2 096 712	477 185	7
54 088	2 149 800	465 159	8
37 561	2 187 361	457 172	9
26 084	2 213 445	451 784	10
18 114	2 231 559	448 117	11
12 579	2 244 136	445 625	12
8 735	2 252 874	443 877	13
6 086	2 258 840	442 685	14
4 213	2 263 153	441 861	15
2 926	2 266 078	441 291	16
2 032	2 268 110	440 896	17
1 411	2 269 521	440 622	18
980	2 270 501	440 432	19
680	2 271 181	440 300	20
472	2 271 653	440 208	21
328	2 271 982	440 144	22
228	2 272 204	440 100	23
158	2 272 368	440 070	24
110	2 272 478	440 048	25
78	2 272 534	440 034	26
53	2 272 607	440 023	27
37	2 272 644	440 016	28
26	2 272 669	440 011	29
18	2 272 687	440 008	30
12	2 272 698	440 005	31
9	2 272 709	440 004	32
6	2 272 714	440 003	33
4	2 272 718	440 002	34
3	2 272 721	440 001	35
2	2 272 723	440 001	36
1	2 272 724	440 001	37
0	2 272 725	440 000	38
0	2 272 726	440 000	39
0	2 272 726	440 000	40
0	2 272 727	440 000	41
0	2 272 727	440 000	42
0	2 272 727	440 000	43
0	2 272 727	440 000	44
0	2 272 727	440 000	45
0	2 272 727	440 000	46
0	2 272 727	440 000	47
0	2 272 727	440 000	48
0	2 272 727	440 000	49
0	2 272 727	440 000	50

% 45	Yıl ödemelerinde, bileşik faiz faaktörü $\frac{F}{P} = q^n$	Yıllık eşit ödemelerinde, bileşik faiz faaktörü $\frac{F}{A} = q^n - 1 / i$	Yıllık eşit ödemelerinde, biriktirme (ifa fonu) faaktörü $\frac{A}{F} = \frac{q^n - 1}{i}$
YIL			
1	1.450.000	1.000.000	1.000.000
2	2.102.500	2.450.000	408.163
3	3.048.625	4.552.500	219.660
4	4.420.506	7.601.125	131.559
5	6.409.734	12.021.631	883.183
6	9.294.114	18.431.365	554.255
7	13.476.466	27.725.480	336.068
8	19.540.876	41.201.948	224.271
9	28.334.269	60.742.821	151.463
10	41.084.691	89.077.091	111.226
11	59.572.802	130.161.791	807.683
12	86.390.562	189.734.582	539.271
13	125.251.815	278.115.145	363.622
14	181.615.132	401.366.861	254.493
15	263.341.942	582.982.093	176.715
16	381.845.816	848.324.035	124.182
17	553.676.433	1.228.169.850	86.814
18	802.830.827	1.781.848.283	60.561
19	1.164.104.699	2.584.677.110	43.367
20	1.687.951.814	3.748.781.809	31.267
21	2.447.530.131	5.436.733.623	22.184
22	3.548.818.689	7.884.263.754	15.127
23	5.145.932.099	11.433.182.44	10.667
24	7.461.601.544	16.579.114.54	7.460
25	10.819.322.74	24.040.716.09	5.342
26	15.688.017.25	34.860.038.33	3.829
27	22.747.625.01	50.548.055.57	2.620
28	32.984.056.26	73.225.680.58	1.814
29	47.826.881.58	106.279.736.8	1.309
30	69.348.978.29	154.106.618.4	948
31	100.556.018.8	223.455.596.7	674
32	145.806.226.9	324.011.615.2	483
33	211.419.028.9	468.817.842.1	347
34	306.557.592.0	681.236.871.0	251
35	444.508.508.3	987.794.463.0	181
36	644.537.337.1	1.432.302.971	130
37	934.579.138.8	2.076.840.308	94
38	1.355.139.751	3.011.419.447	68
39	1.964.952.639	4.368.559.198	50
40	2.849.181.327	6.331.511.838	36
41	4.131.312.924	9.180.693.165	26
42	5.990.403.740	13.312.006.09	19
43	8.686.085.423	19.302.409.83	14
44	12.594.823.86	27.988.495.25	10
45	18.262.494.60	40.583.319.12	7
46	26.480.617.17	58.845.813.72	5
47	38.396.804.90	85.326.430.89	4
48	55.675.497.61	123.723.325.8	3
49	80.729.471.53	179.398.823.4	2
50	117.057.733.7	260.128.294.9	1

Tek ödemelerde, bugünkü değer faktörü $\frac{P}{F} = 1/q^n$	Yıllık eşit ödemelerde, bugün- kü değer faktörü $\frac{P}{A} = q^n - 1/q^n$	Yıllık eşit ödemelerde, faiz-amortisman faktörü $\frac{A}{P} = iq^n/q^n - 1$	% 45
			YIL
.689 655	.689 655	1.450 000	1
.475 624	1.165 279	858 163	2
.328 017	1.493 296	689 660	3
.226 218	1.719 515	581 559	4
.156 013	1.875 527	533 183	5
.107 595	1.983 122	504 255	6
.074 203	2.057 326	486 068	7
.051 175	2.108 500	474 271	8
.035 293	2.143 793	466 463	9
.024 340	2.168 133	461 226	10
.016 786	2.184 920	457 683	11
.011 577	2.196 496	455 271	12
.007 884	2.204 480	453 622	13
.005 506	2.209 986	452 491	14
.003 797	2.213 784	451 715	15
.002 619	2.216 403	451 182	16
.001 806	2.218 209	450 814	17
.001 246	2.219 454	450 561	18
.000 659	2.220 313	450 387	19
.000 532	2.220 906	450 267	20
.000 409	2.221 314	450 184	21
.000 282	2.221 596	450 127	22
.000 194	2.221 790	450 087	23
.000 134	2.221 924	450 060	24
.000 092	2.222 017	450 042	25
.000 064	2.222 081	450 029	26
.000 044	2.222 125	450 020	27
.000 030	2.222 155	450 014	28
.000 021	2.222 176	450 009	29
.000 014	2.222 190	450 006	30
.000 010	2.222 200	450 004	31
.000 007	2.222 207	450 003	32
.000 005	2.222 212	450 002	33
.000 003	2.222 215	450 001	34
.000 002	2.222 217	450 001	35
.000 002	2.222 219	450 001	36
.000 001	2.222 220	450 000	37
.000 001	2.222 221	450 000	38
.000 001	2.222 221	450 000	39
.000 000	2.222 221	450 000	40
.000 000	2.222 222	450 000	41
.000 000	2.222 222	450 000	42
.000 000	2.222 222	450 000	43
.000 000	2.222 222	450 000	44
.000 000	2.222 222	450 000	45
.000 000	2.222 222	450 000	46
.000 000	2.222 222	450 000	47
.000 000	2.222 222	450 000	48
.000 000	2.222 222	450 000	49
.000 000	2.222 222	450 000	50

YARARLANILAN KAYNAKLAR

- Alparslan, E. 1985: "Yatırım Projelerinin Ekonomik Analizi", DSİ Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Balaban, A. 1970: "Tarımımızın Arazi Kullanımı, Toprak Muhafazası, Sulama ve Arazi Islahı Sorunları". TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası, Ankara.
- Balaban, A. ve Şen, E. 1978: "Tarımsal İnşaat", A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları, Ders Kitabı: 208. Ankara.
- Boyacıoğlu, R. 1981: "Toprak ve Su Kaynaklarının Geliştirilmesi Projelerinde Ekonomik Analiz", Köy İşleri ve Kooperatifler Bakanlığı, Yayın No: 704, Ankara.
- Bronson, R. 1982: "Operations Research", Schaum's Outline Series, McGraw-Hill Book Company, New York.
- Buras, N. 1972: "Scientific Allocation of Water Resources", American Elsevier Inc., New York.
- Carruthers, I. and Clark, C. 1983: "The Economics of Irrigation", Liverpool University Press.
- Erin, A. 1984: "Yöneylem Araştırmasında Yararlı Karar Yöntemleri", Gazi Üniversitesi, Yayın No: 41, Ankara.
- Heady, E.O. and Candler, W. 1958: "Linear Programming Methods", The Iowa State University Press, Iowa, USA.
- Gittinger, J.P. 1973: "Compounding and Discounting Tables", World Bank Publication, Washington D.C.
- Gittinger, J.P. 1982: "Economic Analysis of Agricultural Projects", World Bank, Economic Development Institute, Washington D.C.
- Karatahan, A.Y. 1976: "Su Kaynaklarının Planlama ve İdaresinde Ekonomik ve Mali Fizibilite", DSİ Matbaası, Ankara.

- Kolper, E. 1971: "*Water Resources Project Economics*", Butterworths, London.
- Linsley, R.K. and Franzini, J.B. 1964: "*Water Resources Engineering*", McGraw-Hill Book Company, New York.
- Seely, S. 1972: "*An Introduction to Engineering Systems*", Pergamon Press Inc., New York.
- Sönmez, N. ve Balaban, A. 1968: "*Kültürteknik, Cilt II, Sulama ve Drenaj*", A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları, Ders Kitabı No: 112, Ankara.
- Sönmez, N., Balaban, A., Benli, E. 1981: "*Kültürteknik*", A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları, Ders Kitabı No: 219, Ankara.
- Sönmez, N., Balaban, A., Karadeniz, M. 1985: "*GAP ve Entegre Bölge Kalkınması Yaklaşımı*", TÜBİTAK Yayınları, Ankara.
- Tuhunç, Y. 1980: "*Matematik Programlama*", İstanbul Üniversitesi, Yayın No: 2721, İstanbul.