

## YÖNETMELİK

Çevre ve Şehircilik Bakanlığında:

**YAĞMURSUYU TOPLAMA, DEPOLAMA VE DEŞARJ SİSTEMLERİ  
HAKKINDA YÖNETMELİK  
BİRİNCİ BÖLÜM**

**Amaç, Kapsam, Dayanak ve Tanımlar**

**Amaç**

**MADDE 1 –**(1) Bu Yönetmeliğin amacı; yağmursuyu toplama, depolama ve deşarj sistemlerinin planlanmasına, tasarımına, projelendirilmesine, yapımına ve işletilmesine ilişkin usul ve esasları düzenlemektir.

**Kapsam**

**MADDE 2 –**(1) Bu Yönetmelik; halk sağlığını ve güvenliğini, çevrenin korunmasını, sistemin sürdürülebilir olmasını, içmesuyu kaynaklarının suyla taşınan kirliliklerden korunmasını esas alarak yağmursuyu toplama, depolama ve deşarj sistemlerinin planlanmasına, tasarımına, projelendirilmesine, yapımına ve işletilmesine ilişkin usul ve esasları kapsar.

**Dayanak**

**MADDE 3 –**(1) Bu Yönetmelik, 29/6/2011 tarihli ve 644 sayılı Çevre ve Şehircilik Bakanlığının Teşkilat ve Görevleri Hakkında Kanun Hükmünde Kararnamenin 11 inci maddesi hükümlerine dayanılarak hazırlanmıştır.

**Tanımlar**

**MADDE 4 –**(1) Bu Yönetmelikte geçen;

- a) Akış süresi: En uzaktaki kanaldan, toplanma noktasına kadar suyun gelmesi için kanallar içinde geçen süreyi, aynı zamanda kanal uzunluğunu kanaldaki akış hızına bölerek bulunan değerleri toplamak suretiyle hesaplanan süreyi,
- b) Alıcı ortam: Yağmursuyunun deşarj edildiği veya dolaylı olarak karıştığı her türlü ortamı,
- c) Ayrık sistem: Atıksuyun ve yağmursuyunun iki ayrı kanalla toplanarak uzaklaştırıldığı kanalizasyon sistemini,
- ç) Bakanlık: Çevre ve Şehircilik Bakanlığını,
- d) Basıncılı sistem: Suyun cazibeyle iletilemediği, emme veya basma prensibine dayalı sistemleri,
- e) Birleşik sistem: Hem atıksuyu hem de yağmursuyunu aynı borularda taşımak için tasarlanmış kanalizasyon sistemini,
- f) Boru gömlekleme: Boruları darbelerden korumak ve boşlukları doldurmak için boruların etrafının uygun malzemelerle doldurulmasını,
- g) Cazibeli sistem: Akışın yerçekimi kuvvetiyle gerçekleştiği ve boru hattının genelde kısmi dolu olacak şekilde tasarlandığı kanal sistemini,
- ğ) Dolu savak: Sistemdeki fazla hacmi boşaltmak için kullanılan hidrolik yapıyı,
- h) Doluluk oranı: Kanal içindeki su derinliğinin kanal çapına oranını,
- ı) Drenaj sistemi: Meskun bölgelerdeki yağmursuyunu toplamak ve uzaklaştırmak için kullanılan sistemi,
- i) Fitting: Boru bağlantı elemanlarını,
- j) Gecikme: Belli bir zaman aralığındaki artan debinin bir kısmının kanal içinde su seviyesindeki artış sonucu depolanmasını veya ötelenmeyi,
- k) Geri tepme: Bir yapı içerisinde suyun mansaptan menbaya doğru hareketini,
- l) Giriş süresi: Yağmur sularının kanalın başına ulaşması için gerekli olan süreyi,
- m) Hidrolik gradyan: İki nokta arasındaki piyezometre yüksekliklerinin farkını,
- n) Hidrolik kapasite: Kanalizasyon sisteminin taşıma kapasitesini,
- o) Hidrolik yarıçap: Bir kanalda ıslak alanın ıslak çevreye oranını,
- ö) İdare: Teknik altyapı sistemlerinin planlanması, tasarımı, projelendirilmesi, yapımı ve işletilmesi ile görevli kamu kurum ve kuruluşlarını,
- p) İksalı kazı: Kazı yüzeylerinin ahşap, çelik pano, palplanş ve benzeri malzemelerle tutulduğu kazıları,
- r) İnfiltrasyon: Yüzeysel suların yeraltına sızmasını,
- s) Kontrol (muayene) bacası: Akımın kontrol edilmesini ve kanallar tıkanığında açılması için yeterli çalışma alanı sağlayan yapıları,
- ş) Küskülük zemin: Sert ve yumuşak küskülük zeminler olmak üzere ikiye ayrılan, küskü ile kazının yapılabileceği zeminleri,
- t) Pik debi: Yıl içindeki maksimum saatlik debiyi,
- u) Piyezometre çizgisi: Enerji yüksekliklerinin uçlarını birleştiren enerji çizgisinin  $V^2/2g$  kadar aşağısından çizilen çizgiyi,

ü) Röperleme: Arazi üzerinde tespit edilen bir noktanın istenildiğinde kolaylıkla bulunabilmesi ve bu noktanın kaybolması halinde yeniden noktayı tespit edebilmek amacıyla, noktanın yakınındaki sabit tesislere olan yatay uzaklıkların ölçülerek bir krokiye bağlanması işlemini,

v) Sarnıç: Yağmursuyunun daha sonra kullanılmak üzere depolandığı tankı,

y) Su toplama alanı: Yağmursuyu kanalına su toplayan alanı; drenaj alanını,

z) Süre-şiddet-frekans eğrisi: Belli bir yağış istasyonu için süresi ve frekansı belli olan yağışın şiddetini veren eğriyi,

aa) Şevli kazı: Çalışma yapılacak alanda kazı yapılırken, alın düzleminin yatay düzlemle dar açı yapacak şekilde kazılmasını,

bb) Şütlü baca: Sokak eğimlerinin kanallar için kabul edilen maksimum eğimlerden daha fazla olması durumunda veya farklı kotlardan gelen hatların üzerinde düşüler yapılarak istenilen eğimleri elde etmek için kullanılan bacaları,

cc) Tali bağlantı: Genel olarak kapasitesi bakımından bağlandığı borudan daha az önemde ve büyüklükte olan bağlantıyı,

çç) Tali kanal: Başlangıç kanalları ile ana kanallar arasındaki bağlantı borularını,

dd) Taşkın: Yağmursuyunun kanal sisteminden dışarı taşmasını ya da bu sistemlere hiç girmeden yüzeyde veya yapıların içinde birikmesini,

ee) Tekerrür sayısı: Belli süreli yağışların bir yıl içindeki yinelenme sayısını,

ff) Toplanma süresi: Yüzeysel akışın, toplama alanındaki en uzak noktadan, kontrol noktasına ulaşması için geçen süreyi; giriş ve akış sürelerinin toplamını,

gg) Yağış şiddeti: Birim zamanda birim alana düşen yağış miktarını veya yüksekliğini,

ğğ) Yağmursuyu: Atmosferik yağıştan kaynaklanan ve henüz akışa geçmemiş suyu,

hh) Yağmursuyu altyapı sistemi: Yağış sularını toplayarak alıcı ortama ulaştıran kanal şebekesini,

ıı) Yağmursuyu hasat sistemleri: Park, bahçe ve bina çatı yüzeylerine düşen yağmur sularının toplanarak kullanma, yangın veya sulama suyu olarak kullanılması için yapılan sistemi,

ii) Yağmursuyu kontrolü: Yüzeysel akış miktar ve debisini kontrol altında tutmak için alınan önlemleri,

jj) Yağmursuyu tankı: Yağmursuyunun biriktirilerek bahçe sulamada kullanması için kullanılan depoyu,

kk) Yağmur verimi: Birim hektarlık alana birim zamanda düşen yağmur miktarını,

ll) Yataklama: Kazı toprağının dolgu için elverişsiz olması durumunda, kanal derinliğinin artırılarak kuru dolgu malzemesi serilmesi ile boruların yerleştirileceği zeminin hazırlanmasını,

mm) Yeşil çatı: Yüzey alanı bitkilerle kaplı olan çatıyı,

nn) Yıkama: Kanal tıkanıklıklarını veya çöktelleri gidermek için geçici süreyle yüksek debide yıkama işlemini,

oo) Yüzeysel akış: Yağışlardan meydana gelen akım, suyun buharlaşması, yer yüzeyindeki çukurlarda toplanması ve zemine sızmasından geriye kalan ve akışa geçen yağmursuyunu,

öö) Yüzeysel akış katsayısı: Alan üzerine düşen yağış miktarının akışa geçen oranını, ifade eder.

## İKİNCİ BÖLÜM

### Genel Esaslar ile Güzergah Seçimi ve Kent Planlamasına İlişkin Esaslar

#### Genel esaslar

**MADDE 5** – (1) Yağmursuyu toplama, depolama ve deşarj sistemlerinin planlanması, projelendirilmesi, yapımı, işletilmesi ve bakımı süreçlerinde;

a) Çevresel, sosyal ve ekonomik açıdan, sağlık ve güvenlik riskleri asgari düzeyde olacak şekilde en uygun sistemin tasarlanması, inşa edilmesi, bakım ve onarımı sağlanarak işletilmesi,

b) Sistemin gürültü ve titreşimi en aza indirecek şekilde tasarlanması, inşa edilmesi, bakım ve onarımı sağlanarak işletilmesi,

c) Sistemde kullanılan malzeme ve bunların yapım metotlarının, kaynak israfını en aza indirecek şekilde, bu bileşenlerin tasarım ömrünün, tekrar kullanımının ve geri dönüşümünün hesaba katılarak seçilmesi,

ç) Sistemin, bakım ve onarım işlemlerinin güvenli ve personel açısından sağlık riski oluşturmadan yürütülmesini sağlayacak şekilde tasarlanması ve inşa edilmesi,

d) Kanal hidrolik kapasitesinin; su baskınlarını azami frekanslarla sınırlandırılacak düzeyde olması ve tesis ömrü boyunca öngörülebilir artışları sağlayacak şekilde belirlenmesi,

e) Sistemde arıza riski olan bileşenler varsa, bu bileşenlerin arıza yapması durumunda gerçekleşebilecek su baskınlarını en aza indirmek ya da ortadan kaldırmak için gereken önlemlerin alınması,

f) Sistemin planlanması aşamasında ayrı sistemlerin tercih edilmesi, bu kapsamda bina çatısından gelen yağmursuyu ve yüzeysel sulara ait giderlerin atıksu parsel bacasına bağlanmaması,

g) Yağmursuyu kanalları ve diğer sistem elemanlarının; 35 yıllık tasarım ömrünü sağlayacak ve ömrünü tamamladıktan sonra çevre üzerindeki etkilerini en aza indirecek şekilde tasarlanması, inşa edilmesi, bakım ve

onarımının sağlanarak işletilmesi,  
esastır.

(2) Yağmursuyu teknik altyapı sistemlerinin planlanması, tasarımı ve projelendirilmesi ile ilgili esaslar EK-1'de, yapımı ile ilgili esaslar EK-2'de, işletmesi ve bakımı ile ilgili esaslar EK-3'te verilmiştir.

(3) Bu Yönetmelik ve eklerinde yer almayan veya belirtilmeyen hususlarda, öncelikle TSE standartları yoksa Avrupa Birliği (EN) standartları geçerlidir.

#### **Güzergah seçimi**

**MADDE 6 – (1)** Altyapı ağlarına ilişkin güzergah planlamasında, yağmursuyu kanallarının tescile tabi olmayan kamunun ortak kullanımına bırakılmış arazilerden ve devletin hüküm ve tasarrufu altındaki sahihsiz yerlerden geçirilmesine öncelik verilir.

(2) Güzergahın tescile tabi olmayan kamunun ortak kullanımına bırakılmış arazilerden ve devletin hüküm ve tasarrufu altında bulunan yerlerden geçirilmesi olanaklı değilse, toplama hatları özel mülkiyete konu taşınmazlardan da geçirilebilir. Bu durumda, yağmursuyu kanallarının rastladığı taşınmazların mülkiyeti; ilgili mevzuat uyarınca altyapı yatırımı yapan kurum ve kuruluş tarafından rızai satış, devir, tahsis, kiralama, irtifak hakkı tesisi veya kamulaştırma yöntemleriyle edinilir.

(3) İrtifak hakkı; 22/11/2001 tarihli ve 4721 sayılı Türk Medeni Kanununa göre rızai mecra irtifakı biçiminde, dava yolu ile zorunlu mecra irtifakı biçiminde veya 4/11/1983 tarihli ve 2942 sayılı Kamulaştırma Kanununa göre idari irtifak biçiminde tesis edilebilir.

(4) İrtifak hakkı, yağmursuyu kanallarına rastlayan parsel kesimlerinde altyapı yatırımcısı özel hukuk tüzel kişileri lehine bağımsız ve sürekli üst hakkı yoluyla da kurulabilir. Bu durumda, yağmursuyu kanallarının geçtiği hak hacimleri tapu kütüğünde taşınmaz olarak tescil edilir. Yağmursuyu kanallarının tescile tabi olmayan yerlere rastlaması durumunda ise 4721 sayılı Kanun uyarınca bu yerlerin öncelikle hazine adına tescili, ardından bu alanlardan geçen altyapı tesisi kuruluşlar lehine bağımsız ve sürekli nitelikte üst hakkı kurulması yoluna gidilebilir.

(5) Arazi ediniminde, kamulaştırma yöntemine en son aşamada başvurulur. Kamulaştırma maliyetinin azaltılması için yerel yönetimlerle koordinasyon sağlanır, 3/5/1985 tarihli ve 3194 sayılı İmar Kanununun 18 inci madde uygulaması yapılarak kamu eline geçmiş alanlardaki yatırımlara öncelik verilir.

(6) Arazi mülkiyetinin ediniminde veya kullanımında altyapı yatırımı yapan kurum ve kuruluşun bağlı olduğu mevzuat ile edinilecek arazinin mülkiyet veya tasarruf sahibi kurum ve kuruluşun bağlı olduğu mevzuat hükümlerine göre işlem yapılır.

#### **Kent planlaması ile teknik altyapı planlaması ilişkisine dair esaslar**

**MADDE 7 – (1)** Teknik altyapı planları ile imar planları birlikte ve koordineli olarak hazırlanır.

(2) Planlama süreci içinde teknik altyapı kapasite hesapları ve bu doğrultuda önerilmesi gereken teknik donatı alanları; ilgili kent planının nüfusu, ekonomik ve sosyal yapısı, sektörel dağılımı, yerleşme kimlikleri ve kademeleri bağlamında bütünleşik kurgulanır ve planlanır.

(3) Kent planlama ve uygulama sürecinde olası değişiklikler ve revizyonlar mutlaka kentsel altyapı sisteminin revizyonu ile bütünleşik bir süreç içinde ele alınır, her iki alana ait kararlar bütünsel bir şekilde yeniden tanımlanır ve uygulama süreçleri gerekli eşgüdüm sağlanarak yönlendirilir.

(4) Ulaşım aksları/yüzeyleri ve ilgili teknik altyapı geçiş hatları plan ekleri olarak uygulama imar planları beraberinde verilir. Uygulama imar planları eki olarak planlama sınırı içinde önerilmiş olan yol kesitlerinin çözümleri, araç izleri, orta ve yol kenarı refüjler, bisiklet, yaya yolları ve parklanma şeritleri ile yol kaplama cinsleri tanımlanır ve ilgili İdareye planla birlikte teslim edilir.

(5) Ulaşım ve teknik altyapı bileşenlerinin belirleyiciliği ve pek çok kentsel fonksiyonla kesişen ilişkisi üç boyutlu planlar olarak da adlandırılan altyapı ve kentsel mekân ilişkilerini kurgulayan plan belgeleriyle tanımlanır;

a) Yol mekânları, teknik altyapı tesislerine her an ulaşılabilir biçimde ve bu tesislerin gereksinimleri dikkate alınarak tasarlanır.

b) Taşıt ve yaya yolları imar planlarında boyutlandırılırken bunların altına yerleştirilecek teknik altyapı boyutları da dikkate alınır.

c) Yağmursuyu tesislerinin yerleştirilmesi için ekonomik ve yasal zorunluluklar nedeniyle kamusal alanlar kullanılır. Kanal şebekesinin tesisinde topoğrafik koşullar nedeniyle cadde ve sokakların planlanmasında zorlayıcı noktaların oluşabileceği hususu dikkate alınır.

ç) Teknik altyapı tesislerinin üstündeki yol, yaya kaldırımı, bisiklet yolu ve parklanma şeritlerinin kaplamalarının kolaylıkla sökülebilir ve tekrar kullanılabilir olmasına önem verilir.

(6) Bu Yönetmelik ve eklerinde geçen her türlü büyük ölçekli harita ve harita bilgilerinin üretimi, sunumu, kullanımı ve arazide yapılacak jeodezik ölçme çalışmalarına ilişkin konularda 23/6/2005 tarihli ve 2005/9070 sayılı Bakanlar Kurulu Kararı ile yürürlüğe konulan Büyük Ölçekli Harita ve Harita Bilgileri Üretim Yönetmeliği geçerlidir.

### **ÜÇÜNCÜ BÖLÜM**

#### **Etüt, Planlama ve Fizibilite Esasları**

##### **Genel esaslar**

**MADDE 8** – (1) Yağmursuyu projeleri; mevcut ve gelecekteki koşullar ile maliyet dikkate alınarak hidrolik, çevresel, iş sağlığı ve güvenliği, halk sağlığı ve güvenliği, yapım, işletme ve bakım açılarından değerlendirilerek planlanır.

(2) Etüt, planlama ve fizibilite çalışmaları, tüm yağmursuyu toplama havzası için gerçekleştirilir. Kanal yenileme çalışmalarında yapılacak etütte sistemin yaşı, yeri ve tipi, yapımında kullanılan malzeme ve meteorolojik unsurlar dikkate alınır. Bu kapsamda projenin tanzimi;

- a) Verilerin temini ve derlenmesi,
- b) Etüt ve fizibilite çalışmalarının yapılması,
- c) Değerlendirme,
- ç) Planlama,
- d) Planın geliştirilmesi, aşamalarından oluşur.

(3) Gelecekte kanal performansını değerlendirme veya plan geliştirme süresince yeniden etüt yapma ihtiyacı hasıl olabilir. Bu kapsamda, sistemin planlaması, tüm yağmursuyu toplama havzasında bugün ve gelecekteki gelişmeler dikkate alınarak yapılır. Bunun için, ulusal mevzuat ve ilgili idarelerin havza yönetim planları ve master planları da dikkate alınır.

#### **Etüt**

**MADDE 9** – (1) Etütün amacına uygun olarak, veri temini ve derlemesini yapmak için yağış verileri, süre-şiddet-frekans eğrileri, yağmursuyu sistemleri hakkında geçmiş tecrübeler, vaka raporları ve ilgili diğer bilgiler dikkate alınır ve değerlendirilir. Taşkın, boru tıkanması, kanaldaki çökmeler, yaralanma ve ölümcül olaylar ile görsel veriler, hidrolik performans ve akış durumu, aşırı yağışlarda kanalın aşırı yüklenmesi gibi veriler etüt öncesi derlenir.

(2) Mevcut bilgilerin derlenmesinin ardından, problemin kapsamı belirlenir ve tüm havza alanının etüdüne yönelik bir çalışmanın yapılıp yapılmayacağına karar verilir. Bu aşamadan sonra, hidrolik, çevresel, yapısal ve işletme ile ilgili incelemenin kapsam ve detayları belirlenir.

(3) Mevcut yağmursuyu altyapı sistemi ile ilgili verilerin temini ve derlenmesi kapsamında;

- a) Yağmursuyu kanalındaki malzemelerin boyutları, şekli, türü ile konumu,
- b) Bacaların derinliği,
- c) Yağmursuyu kanalının birleşme noktaları,
- ç) İlgili idarelerden alınacak izinler ve yerel koşullar,
- d) Geçmiş işletme, bakım, yapı ve güvenlik önlemleri,
- e) Geçmiş hidrolik hesaplamalar ve hidrolik modeller,
- f) Mevcut yağmursuyu kanalının durumu,
- g) Yağmursuyu tahliyesinin yapılacağı alıcı ortam,
- ğ) İnfiltrasyon kapasitesi ve zemin koşulları,
- h) Yeraltı suyu koruma alanları,
- ı) Meteorolojik veriler,
- i) Taşkın durumu ile uzun süreli ve şiddetli yağışlar,
- j) Öngörülen yeni gelişme veya havza alanı içindeki yeniden gelişebilecek bölgeler hakkında bilgiler, derlenir ve toplanır.

(4) Etüt raporu kapsamında;

- a) Çalışmanın yapıldığı tarih ve kimler tarafından yapıldığı,
- b) Raporun ne amaçla hazırlandığı ve hizmet verilecek hedef kitle hakkında açıklayıcı bilgilerin yer aldığı amaç bölümü,
- c) Raporun hazırlanma sürecindeki çalışma aşamalarının yer aldığı çalışma süreci ve konu ile ilgili kurum ve kuruluşların görev yetki ve sorumlulukları,
- ç) Proje alanının idari, coğrafi ve tarihi, sosyo-ekonomik ve kültürel durumu ile meteorolojik verileri,
- d) Çalışma alanının harita ve imar planının olup olmadığı, varsa düzenlenme ve onay tarihleri ile imar planı projeksiyon yılı, gelişme alanlarının durumu, ihtiyacı karşılayıp karşılamadığı, ilave veya revize plan veya harita çalışması bulunup bulunmadığı hakkında bilgilerin yer aldığı harita ve imar planı durumları,
- e) Hidrolojik veriler (yağış şiddeti, süre-şiddet-frekans eğrileri ve benzeri),
- f) Taşkın riski taşıyan bölgelerde DSİ'nin taşkın ile ilgili çalışmaları,
- g) Hidrojeolojik etüt çalışmaları, bulunur.

(5) Etüt çalışmaları; mevcut altyapı sisteminin yapısal bütünlüğünü etkileyen unsurlar arasında yer alan çatlaklar, deformasyon, kaymış bağlantı noktaları, kusurlu bağlantılar, ağaç kökleri, çökelmiş tortular, yapışmış tortular ve diğer unsurların sebep olduğu tıkanıklıklar, göçük, baca ve kontrol odalarındaki sorunlar ve mekanik hasar etkisi gibi tüm unsurları içerir.

(6) Etüt çalışmalarında mevcut işletme prosedürleri, denetleme programları ve bakım planları tanımlanır ve

belgelenir. İşletmede kayıtlı olayların sıklığı ve konumu (taşkınlar, tıkanmalar, kanal göçükleri ve benzeri) derlenir ve tekrarlayan önemli işletme problemlerinin sebepleri incelenir.

#### **Planlama**

**MADDE 10** – (1) Çalışma alanında yapılacak olan planlama çalışmaları kapsamında, mevcut ve yeni yapılacak yağmursuyu sistemlerinin projelendirilmesine yönelik ekonomik ve teknik karşılaştırmalar ile işletme kolaylığı göz önünde bulundurularak, alternatif sistemler belirlenir ve öneri sistem geliştirilir. Tüm yağmursuyu kanal sistemleri uygun tasarım kriterlerini sağlamak zorundadır. Bu kriterlere EK-1’de yer verilmiştir.

(2) Yağmursuyu sistemlerinin planlanmasında, zemin durumu, jeolojik durum, kazı miktarı, taşkın durumları göz önünde tutularak ekonomik bir çözüm seçilir.

(3) Kamulaştırma ve tahsis durumu dikkate alınarak yağmursuyu kanallarının geçişlerine ilişkin kamulaştırma, tahsis ve geçiş izni durumları araştırılır ve mevcut belgeler rapora eklenir.

(4) Ulaşım imkânları ve beklenen potansiyel mevsimlik kısıtlamalar göz önünde bulundurularak, etüt kapsamındaki ünitelere inşa, malzeme nakli, bakım ve işletme amaçlı ulaşım imkânları araştırılır; gerekliyse servis yolu yapılması veya mevcut yolların iyileştirilmesine yönelik öneriler yapılır. Yeni yapılacak veya iyileştirilerek projelendirilecek, yaklaşık servis yolu uzunluğu verilir. Ulaşım olanaklarının araştırılmasında meteorolojik faktörler de tetkik edilerek öneriler geliştirilir.

(5) Proje kapsamındaki tesislerin yapılacağı alanların zemin özellikleri, gerekiyorsa sondaj kuyusu, muayene çukurları açılmak suretiyle ve/veya gözlemsel olarak belirlenir; proje aşamasında yapılması gereken zemin çalışmaları ile ilgili öneriler getirilir. Proje sahasında daha önce gerçekleştirilmiş zemin çalışmaları var ise bunlarla ilgili sonuçlar derlenir ve rapora eklenir.

(6) Zemin etüt raporları, toprağın su tutma kapasitesi, bölgeye düşen yağmur, bina çatı suları ile yerleşim alanı yüzeysel akışının toplanması ve uzaklaştırılması sistemlerinin durumu, detayları ile birlikte raporlanır.

#### **Fizibilite ve değerlendirme**

**MADDE 11** – (1) Teknik yönden en uygun sistemi seçmek için; yağmursuyu debisi, toplama verimi, yasal açıdan uygunluk, sistemde kullanılacak malzemenin niteliği, inşa ve işletme kolaylığı, kamulaştırma, geçiş hakları, zemin koşulları, sistemin sürdürülebilirliği ve benzeri kriterler göz önüne alınarak teknik değerlendirmeler yapılır.

(2) Yağmursuyu sistemlerinin yapısal açıdan etüdünde, göz önüne alınması gereken unsurlar arasında mevcut sistemin yaşı ve konumu, boru yataklaması ve çevresini içeren geoteknik veriler ile mevcut yapıların durumu göz önünde bulundurulur.

(3) Ekonomik değerlendirme kapsamında, tesislerin tahmini ilk yatırım maliyetleri ve işletme giderleri (enerji, personel, malzeme, bakım onarım giderleri ve benzeri) ile tesisin gerçekleştirilmesinden sonra elde edilecek gelirler ayrı ayrı hesaplanır ve yıllara göre dağılımı tablo halinde verilir. Sistemin kademeli olarak yapımı planlanıyorsa bu durum ekonomik değerlendirmede dikkate alınır.

(4) Proje kapsamında yapılacak yatırımların en iyi şekilde işletilmesini sağlamak için kurumsal kapasite değerlendirilir, ilgili kurumun mevcut kurumsal yapısı, tabi olduğu mevzuat incelenerek iyileştirme önerileri geliştirilir. Bu amaçla bir organizasyon şeması oluşturularak, personel sayıları ve görevleri tanımlanır. Yerel yönetimlerin mevcut kapasitelerinin ve yeteneklerinin değerlendirilmesi ve kurumsal düzenin güçlendirilmesi amacıyla, kurumsal yapılanma hususunda öneriler geliştirilir.

(5) Çevresel etkinin değerlendirilmesi aşamasında; inceleme sonuçları, şiddetli ve süreli yağışlar, taşkın durumları ve debileri, süre-şiddet-frekans eğrileri ve yağmursuyu debisi birlikte değerlendirilir ve kanal kapasiteleri buna göre belirlenir. Gürültü ve kötü görüntü gibi diğer çevresel faktörler de dikkate alınır.

(6) Yağmursuyu altyapı sisteminin hidrolik açıdan teknik olarak değerlendirilmesi kapsamında; yağış-akış ilişkisi dikkate alınır.

## **DÖRDÜNCÜ BÖLÜM**

### **Yağmursuyu Sistemlerinin Tasarım ve Projelendirilmesine İlişkin Esaslar**

#### **Genel esaslar**

**MADDE 12** – (1) Yağmursuyu sistemleri tasarlanırken öncelikle sistem güzergahı belirlenir. Sistem, sağlık ve güvenlik riski oluşturmayacak şekilde planlanır, tasarlanır ve projelendirilir. Tasarımda ve projelendirmede göz önünde bulundurulması gereken genel esaslar şunlardır:

a) Yağmursuyu sisteminin yapımı, işletilmesi ve bakımı sırasında kullanılacak malzeme, imalat metotları, tasarım ömrü, tekrar kullanımı, geri dönüşümü ve sızdırmazlığı hesaba katılarak seçilir.

b) Sistem; yapım, işletme ve bakım aşamalarında yardımcı yapılar ve diğer altyapı sistemleri (telekomünikasyon, elektrik, doğalgaz, içme suyu şebekesi, atıksu kanalizasyon şebekesi) için tehlike arz etmeyecek veya onları etkilemeyecek şekilde tasarlanır. Teknik altyapı tesislerine ait tip yol enkesitlerine EK-1’de yer verilmiştir.

c) Sistem güzergahı, mümkün olduğunca zeminin doğal eğimlerini takip edecek şekilde, ekonomik olarak, cazibeli şekilde tasarlanır. Kanal tabanlarında katı madde birikimini önlemek için yeterli eğim verilir, mevcut altyapı sistemlerini etkileyecek güzergahlardan kaçınılır.

ç) Sistemin hidrolik tasarımı EK-1’de verilen esaslara göre yapılır. Hidrolik tasarımda sürdürülebilir bir sistem

tasarlanması esastır.

d) Yağmursuyu sistemlerinin genel vaziyet planına ilişkin arazi koşulları, çevre kirliliği ile ilgili önlemler, mevcut altyapı tesisleri, uygun tahliye noktalarının mevcudiyeti, parsel ve bina yerleşimi, binaların kullanım amacı, altyapı hizmetlerinin planlama ve koordinasyonu, inşa esnasında oluşacak olumsuz koşullar, inşa yöntemleri ve bunlarla ilgili riskler, mevcut bağlantılar, gerekliyse kademeli inşa planları, inşaat alanındaki eğimler ve kazı derinlikleri, gerçek zamanlı kontrol imkanı, alıcı su ortamlarındaki su seviyeleri, yeraltı su seviyeleri, denetim ve bakım için erişilebilirlik koşulları, diğer altyapı tesislerinden kaynaklanan engeller, arazinin mülkiyeti ve mevcut bitki örtüsünün durumu dikkate alınır.

e) Bacalar ve denetim odaları, ulaşılabilecek noktalara konulur. Bu yapıların tasarımında, muhtemel acil durumlar göz önünde bulundurulur. Bu yapılara sık erişim sağlanacaksa veya özel bir ekipmanla erişim sağlanması gerekliyse bu da yer seçiminde göz önünde bulundurulur.

f) Kazı derinlikleri, inşa ve bakım maliyeti açısından önem arz etmektedir ve ön projede belirlenen kazı derinlikleri tasarım aşamasında kesinleştirilir. Kesin kazı derinlikleri belirlenirken zemin özellikleri, taşma riskleri, yeraltı su seviyesi, diğer altyapı sistemlerine, ağaçlara ve köklü bitkilere yakınlık, donma riski ve minimum örtü kalınlığı göz önünde bulundurulur.

(2) Projelendirme aşamasında ilgili yönetmelik ve şartnamelerde belirtilen esaslara uygun olarak proje alanı civarındaki bütün alıcı ortamlar (akarsu, göl ve deniz sularının) incelenerek kaydedilir.

(3) Şebeke taslak planlarının; halihazır haritaya, imar planına ve mevcut son duruma uyup uymadığı, bütün yerleşimler ile sokak ve değişiklikleri, gecekondü önleme bölgeleri toplu konut ve sanayi siteleri ile afet yerleşim sahalarını ve belediye sınırları içinde mevcut başka yerleşim yerlerini kapsayıp kapsamadığı araştırılır.

(4) 1/25.000 ölçekli genel vaziyet planı; imar planı, harita, belediye ve mücavir alan sınırlarını içerecek biçimde hazırlanır. İmar planının bulunmaması halinde, yapılmakta olup olmadığı, yapılıyorsa hangi aşamada olduğuna ilişkin bilgi ve belgeler temin edilir.

(5) İmar Planı ile halihazırdaki yerleşim karşılaştırılarak, 1. ve 2. kademe olarak projelendirilecek hatlar belirlenir.

(6) Kum, çakıl, taş ocakları ile benzeri ana malzemenin temin edileceği yer ve nakliye mesafeleri belirlenir.

#### **Tasarım**

**MADDE 13** – (1) Yağmursuyu debisi EK-1’de verilen detaylı hidrolojik ve hidrolik yöntemlere göre hesaplanır.

(2) Yağışlar, belirli bir zaman aralığında meydana geldiğinden, bu zaman aralığı için düşen yağış yüksekliği ortalama yağış şiddeti EK-1’e göre hesaplanır ve yağmur verimi bulunur.

(3) Toplanan suların doğrudan kanallara verildiği, yağmursuyu giriş yerleri arasındaki mesafelerin küçük olduğu meskun alanlarda; yüzeyin eğimine göre giriş süresi 5-15 dakika arasında alınarak toplanma süresi (geçiş süresi) hesaplanır.

(4) Yüzeysel akış katsayısı genellikle sabit alınır. Ancak yağmurun devam etmesi ile sızma kayıpları azaldığından artış eğilimi gösterir. Çeşitli yüzeylerde ortalama akış katsayısı 0,05-0,95 arasında değişmekte olup, detaylara EK-1’de yer verilmiştir.

(5) Yağıştan akışa geçiş ile ilgili detaylara EK-1’de yer verilmiştir.

(6) Hesap yağmuru; kanal hesaplarını yaparken belli bir yağış süresi ve yağış tekrerrü ile bunlara bağlı olarak süre-şiddet-frekans eğrilerinden yağmur verimi seçilerek EK-1’de belirtildiği şekilde bulunur.

(7) Akış süresinin artmasından dolayı meydana gelen gecikme (geçiş süresinin büyümesi) gecikme katsayısı dikkate alınarak hesaplanır.

(8) Yağmursuyu debisi, detayları EK-1’de verilen rasyonel metodla hesaplanabilir. Su toplama alanı 500 ha’dan büyükse; boyutsuz hidrograf veya sentetik birim hidrograf metotlarından biri veya literatürde kabul görmüş hidrolojik modeller kullanılabilir. Bu metotların seçiminde idarenin onayı alınır.

(9) Yağmursuyu kanallarının boyutlandırılmasına ilişkin hidrolik esaslara EK-1’de yer verilmiştir.

(10) Kısmi akışlı kanallarda kesit tayinine ilişkin teknik detaylara EK-1’de yer verilmiştir.

(11) Yağmursuyu kanallarının % 90’a kadar dolu akmasına izin verilebilir.

(12) Her kavşak noktasına yerleştirilmek şartıyla, ızgaralar arası mesafe, sokak boyu ve yol eğimine bağlı olarak 50 m ile 80 m arasında olur. Ayrıca yolların yapısı ve su toplama noktaları da dikkate alınarak yol en kesiti boyunca ızgara planlanabilir. Yaya ve araç trafiği dikkate alınarak ızgaralar arası mesafe idarenin onayıyla azaltılabilir.

(13) Yağmursuyunu drenaj sistemine alan giriş yerleri, cadde arklarındaki akımı yayalara ve motorlu araç trafiğine zarar vermeyecek şekilde, minimum maliyetle toplayıp uzaklaştırmak üzere hesaplanır ve projelendirilir.

(14) Bisiklet tekerleklerinin aralarına girmemesi için ızgara delikleri arasındaki serbest mesafe 2,5 cm’den daha küçük olur.

(15) Yağmursuyu giriş yapılarının ve bacaların yerleştirilmesine ilişkin usul ve esaslara EK-1’de yer verilmiştir.

(16) Yağmursuyu giriş yerlerinin tanzimine ilişkin usul ve esaslara EK-1'de yer verilmiştir. Yollardaki trafik şeritlerinin su altında kalmasını önlemek için, yağmursuyu giriş yerleri yeterli büyüklük ve sayıda yapılırlar. Bunların yerleri ve sayıları aynı zamanda yaya geçitlerini su baskımına uğratmayacak şekilde yapılır. Bağlantı borularının kontrol ve temizlenmesine imkan vermek için, yağmursuyu giriş yerlerinin bacalara bağlanması tercih edilir.

(17) Su toplama alanlarından gelen yağmursuyu, hangi izgaradan kanala giriş yapıyorsa, o kanalın su toplama alanı olarak kabul edilir.

(18) Kanal derinlikleri, hız ve eğim sınırlarına ilişkin bilgilere EK-1'de yer verilmiştir.

(19) Kanallarda oluşacak minimum ve maksimum hızlar ile minimum ve maksimum toprak örtü kalınlıkları göz önünde tutularak, kanal ağlarının oluşturulmasında uygun kanal eğiminin tayinine ilişkin bilgilere EK-1'de yer verilmiştir.

#### **Proje etap çalışmaları**

**MADDE 14 – (1) Proje Raporları:** Yerleşimlerin ihtiyaç duyduğu her türlü tesisi öngören tam bir yağmursuyu sisteminin şebeke projeleri ile ilgili mühendislik hizmetleri aşağıda belirtilen esaslara göre yapılır:

a) 1/1000 ölçekli halihazır haritalar ile 1/1000 ölçekli imar planları temin edilir. Harita ve imar planlarında yeni ilavelerin, imar tadilatlarının olup olmadığı araştırılır, varsa yeni ilave harita ve imar planları ile imar planı tadilatları da dikkate alınır.

b) Projeler, yerleşimin kısa (yaklaşık 10 yıl), orta (yaklaşık 20 yıl) uzun (yaklaşık 35 yıl) süredeki ihtiyaçları göz önünde bulundurularak hazırlanır.

c) Yağmur sularının çok büyük problem oluşturduğu bölgeler tespit edilerek, yağmursuyu proje kriterleri ve güzergahları belirlenir.

ç) Karayollarının inşa, bakım ve işletmesi altında olan tüm yollar belirlenir ve bu yollar ile istismak sahaları içerisinden yola paralel, tali ve ana toplayıcı hatlar geçirilmez.

d) Mevcut alt yapı tesisleri ile ilgili projeler temin edilir. Projenin olmaması halinde mevcut tesislerin geçtiği tahmin edilen sokaklar tespit edilir ve mevcut altyapı tesisleri tip ve derinlikleri belirlenir. Mevcut altyapı tesislerinin birbirleri ile olan durumları da dikkate alınarak projeye işlenir.

e) Yağmursuyu sisteminin iskeletinin belirlenmesi için alternatif mukayeseler ile birlikte gerekli ön çalışmaları yapılır.

f) Proje kapsamına giren birimlerin yapılabirliği gösterilir ve bu birimlerin en uygun birleşimini belirleyebilmek için, her türlü seçenek maliyetlerinin yeter doğrulukta tahmin edilmesi suretiyle, maliyet hesaplarına dayalı inşaat sırası ve kademeli uygulamalar önerilir.

g) Proje etap çalışmaları ile paralel yürütülecek olan jeoteknik çalışmalar kademelendirilerek yapılır.

ğ) Jeoteknik çalışmalarla elde edilen veriler 1/1000 ve 1/5000 ölçekli imar planları üzerine aktarılır.

h) Proje raporları, bu raporun üçüncü bölümünde verilen etüt ve araştırmalar yapılarak hazırlanır. Bu rapor; mevcut tesislerin durumunu, tespit edilen kanal güzergahını, terfi tesisleri ve benzeri yapım yerlerini, kum, çakıl ve taş ocakları ile bunların tesise ortalama mesafelerini içerir.

ı) Projelendirme yapılan yerleşimin, harita ve imar planı değişikliği ve ekleriyle şebeke taslağının son duruma uyup uymadığı, taslağın kapsamadığı başka yerleşimlerin olup olmadığı, yağmursuyu kanalı geçirilmesi gereken sokakların dışında kalan yerler, imar planında olan açılmamış ve ilk kademede kanal gerekmeyecek olan sokaklar, ilk kademede kanal dönecek olan mevcut sokaklar ve gelecekte yerleşime açılacak gelişme alanları tespit edilir.

(2) Arazi Çalışmaları: Uygun bir alım yöntemi ile (GNSS-Global Navigation Satellite System, yersel kutupsal, lazer tarama, nivelman ve benzeri) boyuna kesitler çıkarılır. Yönetmeliğe uygun röperleme yapılır ve planda gösterilir. Bu kapsamda;

a) Jeoteknik çalışmalar saha çalışmaları, laboratuvar çalışmaları ve büro çalışmaları aşamaları ile yürütülür,

b) Muayene çukur ve sondajlarına ait loglar ile kot ve koordinat değerlerine, laboratuvar çalışmalarına ait test sonuçlarına, proje alanı kapsamındaki zeminlere ait 1/5000 ölçekli zemin haritalarına, muayene çukurları planı ile idealize zemin profillerine, proje alanındaki hidrojeolojik şartların yansıtıldığı (yeraltı su seviyesi derinliğinin, eş yeraltı su derinlik eğrileri ile gösterildiği) zemin hidrojeolojik haritalarına yer verilir,

c) Tasarımda bölgedeki topografik ve jeolojik koşullara dikkat edilir. Derin açık kazı ve/veya kazısız inşa seçenekleri düşünülüyorsa tesviye eğrileri ile birlikte yeterli jeolojik araştırma verisi kullanılır,

ç) Güzergah seçimi ve inşa yöntemlerinin kesinleştirilmesi aşamasında zemin özellikleri ile ilgili detaylı analiz sonuçları kullanılır,

d) Yeraltı su seviyeleri belirlenirken mevsimsel değişikliklere dair bilgi toplanır. Yeraltı su seviyelerinin, altyapı sisteminin bütünlüğüne zarar verebilecek özelliklerine ilişkin bilgi toplanır ve değerlendirilir.

(3) Proje Çözüm Çalışmaları: Proje raporundan sonra meydana gelecek değişiklikler ile projenin şebeke, toplayıcılar ve ana toplayıcılar projeleri, varsa terfi hattı ve terfi merkezi hidrolik hesapları ve terfi yeri mimari projeleri verilir. Şebeke planlarında koordinat ve pafta gridleri gösterilir ve varsa gecekondü önleme bölgeleri ile küçük sanayi sitelerinin hudutları proje üzerinde ayrı ayrı notasyonlarla gösterilir. Jeoteknik çalışmalar kapsamında;

a) Yağmursuyu kanallarının hendek içine döşenmesi kapsamında yapılacak olan iş ve işlemler (geri dolgu

işlemleri, boruların gömlekleme ve yataklanması, gerekli olabilecek zemin iyileştirme analizleri ve benzeri) EK-2'ye göre belirlenir,

b) Tüm proje alanı kapsamında iksalı ve şevli kazının gerçekleştirilebileceği alanları gösteren iksa sistemleri haritaları oluşturularak, zemin jeoteknik parametrelerine bağlı değişik tipte iksa sistemlerinin uygulanabileceği hatlar belirlenir,

c) Özel iksa sistemlerinin statik ve dinamik yükler altındaki stabiliteleri belirlenir,

ç) Uygulanabilecek her türlü zemin iyileştirme yöntemleri ile bu yöntemler için en güvenli, ekonomik ve teknik açıdan uygulanabilir alternatif, gerekli mukayeseler yapılarak belirlenir,

d) Yağmursuyu sisteminin önemli yapılarının temel tasarımlarına yönelik olarak sınıflama analizinin yapılması, zemin oturma-şişme özelliklerinin belirlenmesi ve zemin emniyet gerilmesi değerleri bulunması suretiyle en uygun temel tipi belirlenir,

e) Proje alanı kapsamında geçerli olacak kazı klas değerleri, kazı klas tabloları oluşturularak belirlenir.

(4) Detay Proje Çalışmaları: Tüm detay projelerde; terfi merkezi onaylı plankoteleri ile betonarme statik, elektrik, sıhhi tesisat, havalandırma tesisatı hesaplarının, mevcut altyapı tesisleri ile kesişme detay projelerine, gerekmesi halinde yataklama projelerine, temel ıslah projelerine, büyük çaplı borulara ait (1000 mm ve daha büyük) dönüş ve birleşim bacaları hesap ve projelerine, özel sanat yapıları projelerine yer verilir. Bu kapsamda;

a) Yağmursuyu toplama ve uzaklaştırma sistemlerinin hidrolik tasarımına ilişkin hesaplamalar için EK-1'de verilen bilgiler kullanılır,

b) Kanal hatları; belirlenen tasarım debisini taşıyacak, katı madde birikimini engelleyecek, tıkanma risklerini azaltacak ve bakım işlerini kolaylaştıracak şekilde tasarlanır. Kanallarda hidrolik hesaplar için EK-1'de verilen denklemler kullanılır,

c) Eğimlerin yüksek olduğu yerlerde hava sıkışması ve etkileri, erozyon etkileri, hidrolik sıçramalar ve çalışanlar için iş güvenliği tedbirleri göz önünde bulundurulur. Böyle durumlarda şütlü bacalar kullanılarak yük kontrollü bir şekilde azaltılır,

ç) Cazibeli tahliyenin yapılacağı yerlerde tahliye kanalının taban kotu, serbest düşmeye imkan sağlayacak şekilde ve alıcı ortamdaki en yüksek su seviyesinden daha yukarıda olacak şekilde tasarlanır. Eğer bu mümkün değilse bir çekvalf kullanılır,

d) Bir ya da fazla pompa istasyonu kullanılabilir. Pompa istasyonu kullanılması gerekirse tüm maliyetler göz önünde bulundurularak en uygun pompa istasyonu sayısı ve yerleri belirlenir,

e) Pompa istasyonu tasarlanırken, tesis ömrü boyunca gerçekleşecek maliyet, enerji tüketimi, işletme şartları ve bakım ihtiyacı, riskler ve risklerin gerçekleşmesi sonucunda ortaya çıkacak mali ve çevresel zarar ve bölge halkı ile çalışanların sağlığı ve güvenliği göz önünde bulundurulur.

#### **Yağmursuyu geciktirme ve bekletme yapılarının tasarımı**

**MADDE 15** – (1) Havzada zaman içinde sokaklar, caddeler ve otoparklar ile çatıların geçirimsizliğinin düşmesi yağmursuyu infiltrasyonuna olumsuz yönde etki etmektedir. Yağmursuyu infiltrasyonunun azalması ise yüzeysel akışın toplam hacminin artmasına ve yağmursuyu sistemlerinde akış hızlarının ve taşkın piklerinin büyümesine yol açarak mevcut yağmursuyu sistemini işletilemez durumda bırakmaktadır. Bu gibi hallerde, mevcut yağmursuyu sistemlerine bekletme ve geciktirme yapıları eklenerek mevcut yağmursuyu sistemlerinin ömrü uzatılabilir.

(2) Yağmursuyu geciktirme ve bekletme sistemlerinin tasarımına ilişkin bilgilere EK-1'de yer verilmiştir.

#### **Yağmursuyu hasat sistemleri**

**MADDE 16** – (1) Park, bahçe ve bina çatı yüzeylerine düşen yağmursuyu sahada toplanabilir ve evlerde, işyerlerinde ve bahçelerde kullanma suyu, yangın suyu veya ticari sulama suyu olarak umuma mahsus su dağıtım ve temin sistemlerine bir alternatif olarak kullanılabilir.

(2) Yağmursuyu hasat sistemlerinin çeşitlerine ait bilgilere EK-1'de yer verilmiştir.

### **BEŞİNCİ BÖLÜM**

#### **Yağmursuyu Sistemlerinin Yapımına İlişkin Esaslar**

##### **Genel esaslar**

**MADDE 17** – (1) Yağmursuyu sistemlerinin yapımında; inşaat personeli ve diğer insanların sağlığı ve güvenliği ile inşaat esnasında mevcut altyapı sistemlerinin etkilenmemesi için en uygun zamanlama ve çevresel koşullar dikkate alınır.

(2) Boru hatları; yeni sistemin yapımında ilgili standartlara uygun olarak inşa edilir, mevcut sistemin rehabilitasyonunda ise ilgili montaj kılavuzuna uygun olarak inşa edilir. Her iki durumda da;

a) Boru hatlarının geometrisi,

b) Akış performansı,

c) Sızdırmazlık,

ç) Toprak dolgudan boru hattına gelen yük,

d) Uygun yataklama ve dolgu,

hususları dikkate alınır.



(3) Yağmursuyu sistemleri veya diğer hizmetler için kazı işlemi uygulandığında boruların sağlamlığından emin olunur.

(4) İnşaataın tasarıma uygun olarak yapıldığını belirlemek için test çalışmaları yapılır.

(5) Kontrol bacaları gibi yardımcı yapıların boru veya boru hatlarıyla olan bağlantılarının doğru yapıldığından emin olunur. Her durumda;

- a) Geometri,
- b) Akış performansı,
- c) Sızdırmazlık,
- ç) Uygun örtü malzeme ve kalınlığı, hususları dikkate alınır.

#### **Yapıma ilişkin esaslar**

**MADDE 18** – (1) Kazıya başlamadan önce; öngörülen güzergâhın tahkiki amacıyla, yapı denetim personelinin talimatı üzerine muayene çukurları açılır ve öngörülen güzergâhta bir değişiklik gerekip gerekmediğine karar verilir. Muayene çukurları 20 m ara ile güzergâh aksına dik istikamette kazılır. Muayene çukuru ebatları aşağıdaki gibi olur:

- a) En: Hendek genişliği,
- b) Boy: Hendek genişliği + 1,00 m,
- c) Derinlik: Hendek derinliği + 0,50 m.

(2) Kazı işlemi yapılacak güzergahtaki tüm deneme çukurlarının açılmasına müteakip, diğer altyapı tesislerinden standartlara uygun mesafelerde geçecek şekilde güzergah tespiti yapılır.

(3) Tüm asfalt yüzeylerde yapılacak çalışmalarda asfalt yüzey, çift taraflı derz kesme makinesi ile kesilerek, kırıcı ile kırıldıktan sonra kazısı yapılır.

(4) Bilumum harçsız yapılan yüzey kaplamalar (parke, kilit parke, adi parke ve benzeri) mümkün mertebe hasar verilmeden yerinden sökülerek, yeniden kullanılmak üzere, yüklenicinin sorumluluğunda uygun şekilde istiflenir ve koruma altına alınır. Gerek yerinden çıkartılırken, gerek muhafaza edilirken ve gerekse iş sonu yüzey kaplama yapılırken hasar gören kaplama elemanları yeniden temin edilir. Tip kesitlerde EK-2’de belirtilen ölçülerde hendek kazılır.

(5) Borular konulduktan sonra EK-2’de verilen ekli tip kesitlerde belirtilen ölçülerde dolgu malzemesi ve kırmataş ile doldurularak sıkıştırılır.

(6) Yağmursuyu sistemlerinin yapımında;

a) Yeraltı tesisleri, yağmursuyu sistemleri yapımında iş sırası, dinamitle kaya patlatılması, güvenlik önlemleri, yolların kapatılması, yol işleri, yol ve kaldırım kaplama malzemelerine ait teknik detaylar ve benzeri hususlara,

b) Malzemelerin taşınması ve depolanması, yükleme ve boşaltma, depolama işleri, şantiye içi taşıma işleri, hendek dolgu ve çalışma mesafeleri, hendek şev ve eğimleri ve boru hendeklerinin güvenliği ile ilgili hususlara,

c) Hendek taban genişlikleri, boru yataklama, boru başı hendekleri, montaj, bağlantılar, baca kapakları, merdivenler, contalar ve basınç testleri ile ilgili teknik detaylara,

ç) İnşaataı biten ve işletmeye alınacak boru hatlarının nihai durumunu yansıtacak şekilde, projelerinin ve muayene bacaları gibi sanat yapılarının belirtilen koordinat sistemindeki (x, y, z) koordinatlarının hesaplanması ile ilgili hususlara,

d) İşletme projelerinde bütün kontrol bacalarının, yağmursuyu giriş yapılarının ve tahliye yerlerinin ölçümü ile ilgili detaylara,

e) Yağmur ya da başka sebeplerle hendeğe su girmemesi için gerekli önlemlerin alınmasına ve bunun gibi istenmeyen durumlardan dolayı su boşaltma sisteminin hazır bulunmasına, dikkat edilir.

(7) Sistemin yapısal tasarımı (fiziksel tasarım); gürültü ve titreşimin önlenmesi, malzemelerin sürdürülebilir kullanımı, yapısal bütünlük ve tasarım ömrü, komşu yapıların güvenliği gibi sistemin işlevleri ile ilgili bütün şartları sağlayacak şekilde yapılır. Tasarımda; yapıya zarar verebilecek bütün yükler, su sızdırmazlığı, flotasyonun engellenmesi, toprağın taşıma kapasitesi, toprağın kimyasal yapısının kullanılan malzemeler üzerindeki etkileri dikkate alınır.

(8) Bir boru hattının bir binanın temeline yakın olduğu yerlerde, binanın boruya muhtemel etkisi dikkate alınır. Temellerin zayıflamasını veya zarar görmesini engellemek için önlem alınır.

(9) Malzeme seçiminde; taşınan sedimentin aşındırıcı özelliği, yeraltı suyunun kimyasal içeriği, toprağın fiziksel özellikleri ve inşaat esnasında açığa çıkabilecek olan kimyasalların çevresel etkileri göz önünde bulundurulur.

(10) Yağmursuyu kanallarının, içmesuyu veya atıksu kanalları ile boyuna kesişme durumu söz konusu olduğunda, planda her iki mecra arasında 30 cm mesafe bulunmasına ve her iki boru arasında tabii zeminin kazı ile bozulmamasına özen gösterilir. Bunun temin edilememesi durumunda, içmesuyu boru hattı beton gömlek içine alınır.

(11) Diğer altyapı sistemlerinin yağmursuyu kanalları ile boyuna kesişmeleri durumunda, yağmur sularının diğer hatları tahrip ederek zarar vermemesi için gerekli tahkimat yapılır ve diğer önlemler alınır.

#### **Boruların yataklanması**

**MADDE 19** – (1) Kazı toprağı dolguya elverişli bulunursa, yataklamaya gerek kalmadan borular doğrudan kanal tabanına yerleştirilebilir.

(2) Kazı toprağı dolguya elverişli değilse, kanal derinliğı arttırılır ve ihtiyaca göre jeotekstil, elek üstü iri çakıl/kırmataş, betonarme yataklama veya bunların kombinasyonu olan malzemelerle sıkıştırma yapılarak zemin iyileştirmesi/yataklama yapılır.

(3) Açılan kanalda su mevcutsa, su tamamen boşaltılır ve sonrasında yataklama yapılır. Yataklama kalınlığı EK-2’de verilen ölçülere göre yapılır ve sonrasında borular yatak üzerine yerleştirilir.

#### **Boruların gömlekleme ve sıkıştırma**

**MADDE 20** – (1) Yan dolgu işleminde borular döşenip birleştirme işlemleri yapıldıktan sonra, borunun her iki yanına 30 cm yüksekliğinde dolgu malzemesi dökülür ve hafif çalışan kompaktör ile %95 mukavemet sağlanıncaya kadar sıkıştırılır.

(2) Yan dolgu yapılırken boru ile kanal duvarı arasında kompaktörün rahat çalışabileceğı kadar boşluk bırakılır.

(3) Yan dolgu, zemin dolgusundan itibaren her 30 cm’de bir yukarıda belirtildiğı gibi sıkıştırılır. Bu işlem aynı malzeme ile boru üstünü minimum 30 cm geçinceye kadar tekrarlanır, boru üzeri 30 cm geçtikten sonra dolgu işlemi tamamlanır.

(4) Sıkıştırma derecesi statik hesaplamalara uygun olacak şekilde, minimum % 92 ila %95 oranları arasında olur.

(5) Boru üzeri minimum 30 cm dolgu malzemesi ile örtülüp gerekli sıkıştırma yapıldıktan sonra, üzeri yolun kaplamasına uygun olan bir üst dolgu malzemesi ile doldurulur ve sıkıştırma işlemi yapılarak imalat tamamlanır.

(6) Üst dolgu sıkıştırma işlemi, borular döşendikten ve üst dolgu yüksekliğı boru üzerinden 1 metreyi geçtikten sonra başlayabilir. Üst dolgu yüksekliğı boru üzerinden 1 metreyi geçmeden, ağır iş makineleri ve sıkıştırma araçları boru üzerinde yürütülmez.

(7) Sıkıştırma işlemleri mutlaka kompaktör veya hafif silindirler vasıtası ile yapılır, tokmakla sıkıştırma yapılmaz.

#### **Hendek dolgu malzemesi**

**MADDE 21** – (1) Hendek dolgusunda; yeterli taşıma kabiliyetine sahip, sıkıştırmaya elverişli ve sıkıştırma esnasında borulara zarar vermeyecek nitelikte, maksimum %20 nem muhtevasına ve maksimum 11 mm dane çapına sahip malzeme kullanılır.

(2) Donmuş malzemeler ve boruya zarar verebilecek keskin köşeli sivri uçlu taşlar vesaire dolgu malzemesi olarak kullanılamaz.

#### **Yağmursuyu izgarası**

**MADDE 22** – (1) Izgaralar; TS 1478 EN 124 standardındaki D400 ürün sınıfına göre 40 ton (400 KN) trafik yükünü taşıyabilecek şekilde (yol kaplamaları yaya caddeleri dahil sert banketler ve bütün karayolu taşıtları için park alanları) tasarlanır ve imal edilir. Izgaraların mukavemet seviyesi ölçülürken bu standarttaki deney yöntemi kullanılır.

(2) Izgaralar pürüzsüz yüzeyli ve kenarları yuvarlak hatlı olarak üretilir.

(3) Izgaralar olumsuz hava şartlarına karşı dayanıklı olarak (yağmur ve kar sularının tahrip edici etkileri, donma-çözülme etkileri ve benzeri) üretilir.

(4) Izgaraların imalatında kullanılacak olan beton; yüksek yükler karşısında ani çatlama ve kırılmalara karşı üstün performanslı, aşınmaya karşı dirençli, deniz suyunda bulunan klor ve sülfatın zararlı etkilerine karşı dayanıklı ve su işleme derinliğı minimum olacak şekilde üretilir.

#### **Kontrol bacaları, sanat yapıları**

**MADDE 23** – (1) Kontrol bacaları ve yağmursuyu toplayıcıları ile ters sifonlar, geciktirme havuzları ve deşarj yapıları gibi diğer sanat yapıları, projelerine göre inşa edilir. Projesine göre kontrol bacalarında kullanılacak olan özel parçalar ve yağmursuyu izgaraları, yüklenici tarafından projelerine veya standartlarına uygun olarak temin edilir. Kontrol bacaları ile ilgili detaylara EK-1’de yer verilmiştir.

### **ALTINCI BÖLÜM**

#### **Yağmursuyu Sistemlerinin İşletme ve Bakımına İlişkin Esaslar**

##### **İşletme ve bakım**

**MADDE 24** – (1) Yağmursuyu sistemi işletmeye alındıktan sonra, yağmursuyu giriş yapıları, boru hatları, bacalar, tahliye noktaları, tıkanma riski ve muhtemel tıkanma sonuçları göz önünde bulundurularak belirli periyotlarla temizlik ve bakım yapılır. Ayrıca şiddetli sağanaklardan sonra da temizlik yapılır.

(2) Sistemin herhangi bir bölümünde oluşabilecek acil durumlarda uygulanması için acil durum planları hazırlanır. Bu planlar, taşkın durumları da dahil olmak üzere bütün acil durumları kapsar. Acil durum planları;

- Acil servis numaraları ve detayları,
- Tahmini erişim süreleri,
- Ulaşılabilir kaynak listeleri (personel, araçlar, ekipmanlar ve malzemeler) bilgilerini içerir.

(3) Yağmursuyu sistemleri ile ilgili olarak karşılaşılan tıkanma, çökelme, katılaşma gibi işlevsel sorunlar ile kanalın çatlaması, kanal dış duvarlarında toprak erozyonu, defolu bağlantılar, boru deformasyonu gibi yapısal sorunların çözümü için basınçlı su, kanal açma ekipmanı, temizleme topları, sifonlama veya elle temizleme uygulanır ve bu temizleme işlemleri EK-3'te verilen esaslara göre yapılır.

(4) Bakım işlerinde ortaya çıkan atıklar, ilgili kurum ve mevzuatın belirlediği şekilde, ek bir kirliliğe yol açmadan bertaraf edilir.

(5) Kanallarda böcekler, fareler ve sivrisinekler üreyebilir. Bunların sağlığa olan etkilerini en aza indirmek ve kanallarda meydana getireceği yapısal sorunları önlemek için gerekli tedbirler alınır.

(6) Bacalar ve denetim odaları haricindeki bağlantılar dökme yapılarla sağlanır, örme kanallara yeni bağlantı yapmaktan kaçınılır, eğer gerekliyse bağlantı öncesinde kanalın kapsamlı olarak denetlenmesi gerekir.

(7) Kullanılmayan yağmursuyu kanalları yapısal bozulmayı, izinsiz kullanımı, yeraltı suyunun kirlenmesini ve haşere istilalarını önlemek için kaldırılır, bunun mümkün olmadığı durumlarda uygun bir malzemeyle doldurulur.

(8) Yağmursuyu kanallarına hangi sebeple olursa olsun atıksu bağlantısı yapılmaz.

#### **Yağmursuyu altyapı bilgi sistemi**

**MADDE 25** – (1) İdareler her türlü coğrafi veri ve bilginin saklandığı, sorgulandığı ve istenildiğinde sunulduğu yağmursuyu altyapı bilgi sistemlerini oluşturur.

(2) Yağmursuyu altyapı bilgi sistemi ile ilgili veriler Büyük Ölçekli Harita ve Harita Bilgileri Üretim Yönetmeliğinde belirtilen datum ve koordinat sistemlerine uygun olarak üretilir.

(3) Yağmursuyu sistemini oluşturan coğrafi detaylar; sistem bütünündeki sorgulamalara imkan verecek ilişiksel bir veri modelinde, değişikliklerin takip edilebileceği zamansal şemaya sahip olarak ve zeminle aplike edildikleri yatay ve düşey konum bilgisiyle yağmursuyu altyapı bilgi sistemine kayıt edilir.

(4) Yağmursuyu altyapı bilgi sistemi, yağmursuyu sistemindeki değişiklikleri yansıtacak şekilde gerekli veri yedeklemesi yapılarak güncellenir.

(5) Yağmursuyu altyapı bilgi sistemindeki veriler gerekmesi halinde ilgili paydaşlarla web sistemi üzerinden paylaşılabilir.

## **YEDİNCİ BÖLÜM**

### **Çeşitli ve Son Hükümler**

#### **Performans testleri**

**MADDE 26** – (1) Yağmursuyu sistemlerinin performansı; inşaat aşamasında, inşaat bitiminde ve işletme esnasında test edilir ve değerlendirilir. Test ve değerlendirme örnekleri;

- Su ile sızdırmazlık testi,
  - Hava ile sızdırmazlık testi,
  - Sızma testi,
  - Görsel muayene,
  - Kuru hava akımı değerlendirmesi,
  - Sisteme girişlerin izlenmesi,
  - Zehirli ve/veya patlayıcı gaz karışımlarının izlenmesi,
- şeklinde sıralanır.

#### **Kalifikasyon ve eğitim**

**MADDE 27** – (1) İşlerini güvenle ve yetkin bir biçimde gerçekleştirebilmeleri için her düzeydeki personele uygun bir eğitim verilir. Eğitimler, ihtiyaç duyulduğunda periyodik olarak tekrarlanır. İnşaat çalışmalarını yürüten kurumlar belirli bir iş için özel nitelikler talep edebilir.

#### **Yürürlük**

**MADDE 28** – (1) Bu Yönetmelik yayımı tarihinde yürürlüğe girer.

#### **Yürütme**

**MADDE 29** – (1) Bu Yönetmelik hükümlerini Çevre ve Şehircilik Bakanı yürütür.

## EK-1

# YAĞMURSUYU KANALİZASYON SİSTEMLERİNİN ETÜT, PLANLAMA VE PROJELENDİRİLMESİNE İLİŞKİN USUL VE ESASLAR

## 1.1. ETÜT İLE İLGİLİ ESASLAR

Etüt raporları şunları içermelidir:

- **Mukayeseli keşif raporları:** Kamulaştırma, servis yolları, yağmursuyu sistemine ait yapılar vb. tüm işlerin yatırım ve işletme maliyetleri dikkate alınmak kaydıyla, alternatifleri de dahil olmak üzere belirlenerek en ekonomik çözüm gerekçeleriyle açıklanmalıdır.
- **Genel havza planı:** Su toplama havzalarını gösteren, üzerine kanal güzergahları işlenmiş olan genel havza planı tanzim edilmelidir.
- **Hidrolik planlar:** Toplam ve kısmî havzalara bölünmüş ve uç debileri de gösterecek şekilde, güzergâh üzerinde sadece kavşak yerleri ile eğimin değiştiği noktalardaki baca numaralarını içeren hidrolik planlar düzenlenmelidir.
- **Yerleşim planı:** Tüm altyapı tesislerinin bir arada izlenmesini sağlamak amacıyla, pafta üzerinde kolayca ayırt edilebilecek şekilde yerleşim planları yapılmalıdır.
- **Kesitler:** Boyuna kesitler çıkarılmalı ve güzergah üzerindeki zorunlu ve kritik geçiş yerlerinin en kesitleri alınmalıdır.
- **Mevcut kotlar ve tesviye eğrileri:** Sokak kavşak yerleri ile eğim ve çapın değiştiği noktalardaki kotlar için haritalardaki mevcut kotlar ve tesviye eğrilerinden faydalanılmalıdır.
- **Hesap tabloları:** Bölüm 1.3'te verilen hidrolojik ve hidrolik hesaplar yapılarak hesap tabloları düzenlenmelidir.
- **Özel kanal yapıları:** Özel kanal yapıları planlanarak etüt raporuna eklenmelidir.

## 1.2. PLANLAMA İLE İLGİLİ ESASLAR

Yağmursuyu sistemleri ile ilgili araştırma, ölçme ve hesaplama çalışmaları yapılmalıdır:

- **Coğrafi ve genel durum:** Bölgenin yeri, deniz seviyesine göre yüksekliği, mevcut ve gelecekteki gelişme durumları belirlenmelidir. Yağmursuyu şebekesinin akarsulara deşarj noktaları DSİ ile koordineli olarak belirlenmelidir.
- **Topografik durum:** Bölgenin topografik durumu halihazır imar planları üzerinde incelenerek mevcut olmayan kotlar tesviye eğrilerinden faydalanılarak belirlenmelidir. Kanaldaki akış yönleri ve yağmursuyu toplama alanının sınırları tayin edilmelidir.
- **Meteorolojik ve hidrolojik verilerin toplanması:** Yağış miktarları, yağış tipleri, süre-şiddet-frekans eğrileri elde edilmelidir.

Ön araştırma ve diğer çalışmaları takiben, planlama aşamasında şu hususlara dikkat edilmelidir:

- **Kanal döşenecek sokakların tespiti:** İmar planında gösterilen sokaklardan kanal geçirilmelidir.

- **Mevcut yağmursuyu kanalları:** Mevcut yağmursuyu kanalları, hesaplanan debilere göre kapasite yönünden tahkik edilmeli ve yetersiz kalmaları halinde en uygun çözüme göre projelendirilmelidir.
- **Kamulaştırma:** Yağmursuyu sistemindeki tesis yerlerinin kamulaştırılmasının zorunlu olması halinde, kamulaştırılacak yerlere ait pafta, ada, parsel numaraları ile yaklaşık alanları (m<sup>2</sup>) gösterir bir çizelge hazırlanmalıdır.
- **Arazi çalışmaları.** Gerekli tüm arazi çalışmaları, mevcut ve planlanan tesisler de dahil olmak üzere yapılmalıdır. Nivelmanlar, kanal ve dere ıslahı boyunca en fazla 30 m aralıklarla yapılmalıdır. Ayrıca, dere ıslahında en fazla her 30 m'de bir ve derenin 25 m sağ, 25 m solundan olmak üzere toplam 50 m genişliğinde en kesitler alınmalıdır. En kesitlerde arazinin durumunu belirten tüm kritik noktalar belirlenerek gösterilmelidir. Kanal güzergahlarında ise kritik noktalarda gerekli kot ve mesafeler verilmelidir.

### 1.3. PROJELENDİRME İLE İLGİLİ ESASLAR

#### 1.3.1. Genel Esaslar

Etüt ve fizibilite raporlarında değişikliğe uğrayan kısımların tümünü içeren ve getirilen çözümleri belirten gerekçe raporu hazırlanmalıdır.

Projelendirme aşamasında genel havza planı, hidrolik planlar, yerleşim planları, anahtar pafta, inşaat planı, enine ve boyuna kesitler, detay projeler, yağmursuyu sistemindeki yapıları ait projeler, hidrolik, statik, betonarme hesapları ve yol projeleri ile kamulaştırma planları hazırlanmalıdır.

Hidrolik planlar, her kanala su veren bölgelerin su toplama alanlarını ve bunların yüzölçümleri ile sınırlarını göstermelidir. Ayrıca akış yönleri, yol kırmızı kotu, kanal akar kotu, baca numaraları, iki baca arası uzaklıklar, eğim, kesit ve kanal tipleri planlarda gösterilmelidir. Pafta, ada, parsel numaraları, röper noktaları, koordinatlar, sokak isimleri ve kot numaraları ile kontrol bacaları, şütlü (düşülü) bacalar, ters sifonlar ve mansap yerleri gösterilmelidir.

İnşaat planlarında akış yönleri, yol kırmızı kotu, kanal akar kotu, baca numaraları, iki baca arası uzaklıklar, eğim, kesit ve kanal tipleri, pafta, ada ve parsel numaraları, röper noktaları, koordinatlar, sokak isimleri ve kot numaraları ile önemli yapılar varsa gösterilmelidir. Ayrıca kontrol bacaları, şütlü bacalar, sifonlar, ters sifonlar ve mansap yerleri gösterilmelidir. Proje ve inşaatı etkileyecek mevcut altyapı tesislerinin de cinsi ve çapı tespit edilerek planlarda gösterilmelidir.

Akış yönleri, baca numaraları, yol kırmızı kotu, kanal akar kotu, bacalar arası mesafeler, eğim, kanal tipi ve kesiti, sokak isimleri ve kot numaraları ile yol kaplama cinsine ilişkin bilgileri de içeren enine ve boyuna kesitler hazırlanmalıdır.

Diğer altyapı tesisleriyle kesişme noktalarında boyuna detay kesitler alınmalı; pompa istasyonları ve verilen standart baca tipi haricindeki tünel bacası ve benzeri özel kanalizasyon yapılarının planları verilmelidir.

Yağmursuyu şebekesi projelerinde uygulamada kullanılan proje boyutlandırma kriterlerinin iklim değişikliği nedeniyle yüzeysel suların drenajı da dikkate alınarak belirlenmelidir.

## 1.3.2. Yağmursuyu Debisi ve Giriş Yapıları

### 1.3.2.1 Yağmursuyu debisinin tayini

Yağmursuyu debisinin tayininde rasyonel metot kullanılmalıdır.

#### *Yağış Şiddeti ve Yağmur Verimi*

Yağış şiddeti, birim zamanda düşen ortalama yağış yüksekliği olarak şu şekilde ifade edilir:

$$\Delta t \text{ zaman aralığında düşen ortalama yağış yüksekliği } \Delta P \text{ olmak üzere yağış şiddeti } (i) \text{ (mm/dk);}$$
$$i = \frac{\Delta P}{\Delta t} \quad (1.1)$$

Burada

$i$	Yağış şiddeti (mm/dk)
$\Delta P$	Düşen yağış yüksekliği (mm)
$\Delta t$	Zaman aralığı (dk)

Yağmur verimi ise şu formülle hesaplanır:

$$r = 166,7 \times i \quad (1.2)$$

Burada  $r$  yağmur verimidir (L/sn.ha)

$n$  yağışın tekerrür sayısı;  $F$  yağışın periyodu olmak üzere;  $n=1/F$  olarak ifade edilir. Proje bölgesinde süre-şiddet-frekans eğrileri mevcut değilse, çevredeki yağış istasyonlarının kayıtlarından, veya ampirik formüllerden yararlanarak  $i$  yağmur şiddeti veya  $r$  yağmur verimi genel olarak,

$$i = \frac{a}{T + b} \quad (1.3)$$

veya

$$i = \frac{c}{T^2} \quad (1.4)$$

şeklinde ifade edilebilir.

Burada

$i$	Yağış şiddeti (mm/dk)
$a, b, c$	Drenaj alanının özelliklerine göre ve bölgeden bölgeye değişen katsayılar
$T$	Yağış süresi (dk),

Yağış şiddetini belirlemek için tekerrür periyodunun ve yağış süresinin bilinmesi gerekir. Tekerrür sayısı veya dikkate alınacak yağmurun periyodu; proje alanındaki trafik yoğunluğu ve sosyo-ekonomik faaliyetlere göre seçilir. Tekerrür sayısı; büyük şehirlerde;  $n = 0,1-0,5$ ; orta büyüklükteki şehirlerde;  $n = 0,5-1,0$ ; kasaba ve köylerde;  $n = 2,0-3,0$  tavsiye edilir.

#### *Toplanma süresi (Geçiş süresi, Konsantrasyon süresi)*

Toplanma süresi (geçiş), giriş süresi ve akış sürelerinin toplamıdır.

$$T = T_{\text{giriş}} + T_{\text{akış}} \quad (1.5)$$

Burada

$T_{\text{giriş}}$	Giriş süresi (dk)
$T_{\text{akış}}$	Akış süresi (dk)

### Giriş süresi

Yağmur sularının kanala ulaşması için, yağmursuyu giriş yapısına ulaşmaya kadar arazide ve cadde arkından harcadığı süre olan giriş süresi veya yüzeysel toplanma süresi olan bu büyüklük, zeminde laminer bir yüzeysel akışın meydana geldiği ve bu akımın zemin üzerine yayılı vaziyette meydana geldiği yağış alanları için aşağıdaki bağıntı ile hesaplanabilir. Bu bağıntı  $r_1, L_0$  değeri 3870'den (mm/sa) küçük olduğu zaman uygulanabilir.

$$T_{\text{giriş}} = \frac{525bL_0^{1/3}}{(Cr_1)^{2/3}} \quad (1.6)$$

Burada

- $C$  Yüzeysel akış katsayısı
- $T_{\text{giriş}}$  Yüzeysel toplanma süresi (dk)
- $L_0$  Yüzeysel akış uzunluğu (m)
- $r_1$  Yağış şiddeti (mm/sa)
- $b$  Arazi eğimi ve gecikme katsayısına bağlı katsayı

$b$  katsayısı şu formülle hesaplanır:

$$b = \frac{0,0000275r_1 + C_r}{J_0^{1/3}} \quad (1.7)$$

Burada

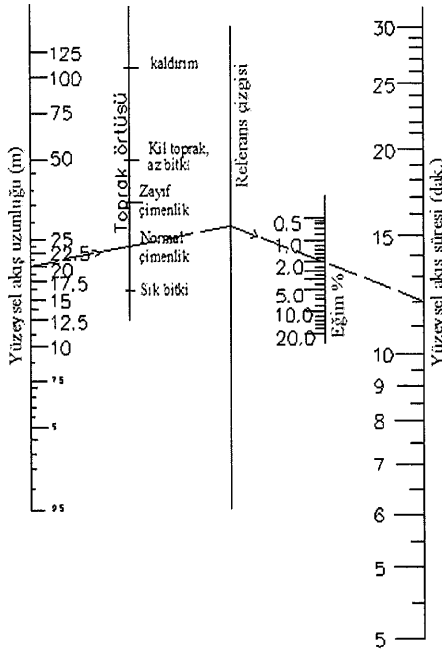
- $C_r$  Gecikme katsayısı
- $J_0$  Arazi eğimi

Gecikme katsayısının değerleri Çizelge 1.1'den alınabilir.

**Çizelge 1.1.**  $C_r$  gecikme katsayısının değerleri

Yüzey şekli	Gecikme katsayısı ( $C_r$ )
Pürüzsüz asfalt yüzey	0,007
Beton yollar	0,012
Katran ve çakıl kaplamalar	0,017
Çimle örtülü alanlar	0,046
Sık çimle kaplı yüzeyler	0,060

Arazideki yüzeysel akış süresi için Şekil 1.1'de verilen diyagram da kullanılabilir. Bu diyagram arazideki yüzeysel akış uzunluğu, toprak örtüsünün tipi ve yüzeyin eğimine göre dakika olarak yüzeysel akış süresini vermektedir.



Şekil 1.1. Örtü şekline göre doğal arazide akış süresi

Tamamen kanalize olmuş meskun bölgelerde toplanan suların doğrudan kanallara verildiği ve yağmursuyu giriş yerleri arasındaki mesafelerin küçük olduğu meskun alanlarda ortalama yüzey eğimine göre giriş süreleri için Çizelge 1.2'de verilen değerler alınmalıdır.

Çizelge 1.2. Arazi yüzey eğimine göre giriş süreleri

Arazi eğimi	Giriş süresi (dk)
$J < 1/50$	15
$1/50 < J < 1/20$	10
$J > 1/20$	5

### Akış Süresi

En uzaktaki kanaldan, toplanma noktasına kadar suyun gelmesi için kanallar içinde geçen süre olan akış süresi,  $L$  kanal uzunluğu ve  $V$  kanaldaki akış hızı olmak üzere  $T_{akış} = L/V$  şeklinde hesaplanır.

### Yüzeyel Akış Katsayısı

İmar şekline göre verilen yüzeyel akış katsayısı değerleri için Çizelge 1.3'de verilen değerler tavsiye edilir. Yüzeyel akış katsayısı yağış devam ettikçe azalır. Ancak projelendirmede genellikle sabit alınır. Drenaj alanının çeşitli bölgelerinde yüzeyel akış katsayısı değerleri farklıdır. Ortalama akış katsayısı, her bir alanın ağırlıkları oranında dikkate alınarak hesaplanmalıdır.

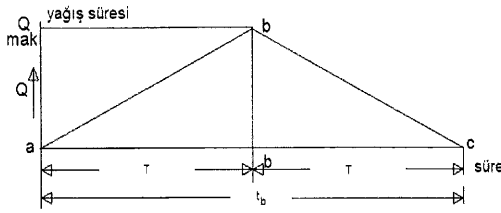


**Çizelge 1.3. Çeşitli alanlarda C katsayısı**

<b>Alan tipi</b>	<b>C katsayısı</b>
<b>Ticari alanlar</b>	
Şehir merkezleri	0,70 – 0,95
Tali merkezler	0,50 – 0,70
<b>İkamet alanları</b>	
Tek katlı konut alanları	0,30 – 0,50
Çok katlı ayırık nizam konut alanları	0,40 – 0,60
Çok katlı bitişik nizam konut alanları	0,60 – 0,75
<b>Mücvir alanlar</b>	0,25 – 0,40
Çok katlı apartman alanları	0,50 – 0,70
<b>Endüstriyel alanlar</b>	0,50 – 0,80
Hafif sanayi alanları	0,50 – 0,80
Ağır sanayi alanları	0,60 – 0,90
<b>Parklar</b>	0,20 – 0,35
Oyun alanları	0,20 – 0,40
Gelişmemiş alanlar	0,10 – 0,30

### ***Yağış-Akış İlişkisi ve Akış Hidrografi***

Yağış süresi, toplanma (geçiş) süresine eşit olan bir yağıştan meydana gelen akış hidrografi en büyük akımı verir. Yağmursuyu kanallarının bu duruma göre boyutlandırılmasına Rasyonel Metot adı verilir. Rasyonel metotta akış hidrografi Şekil 1.2’de verilen üçgen hidrograf oluşturur.



**Şekil 1.2.** Çeşitli süreli yağmur hidrografları

( $T$ = Toplanma (geçiş) süresine eşit süreli yağışın pik debiyi ulaşma süresi,  $t_b$ = Akış hidrografının taban süresi,  $Q_{maks}$ =Yağmursuyu pik debisi ( $m^3/s$ ))

### **Gecikme (zaman) Katsayısı**

Herhangi bir drenaj alanına düşen yağıştan meydana gelecek en büyük debi; yağış süresi toplanma (geçiş) süresine eşit olan yağmurun meydana getirdiği debi olup, yağmursuyu akış debisini hesaplamak için bu yöntem kullanılabilir (rasyonel metot). Akış süresinin artmasından dolayı meydana gelen gecikmenin (geçiş süresinin büyümesinin) dikkate alınması gerekir. Gecikme, belli bir zaman aralığındaki artan debinin bir kısmının kanal içinde su seviyesindeki artış sonucu depolanmasının sonucunu ifade eder.

### **Rasyonel Metoda Göre Yağmursuyu Debisinin Tayini**

Bu metotta yağış ile dolaysız akış arasında lineer bir ilişki olduğu yani akış katsayılarının zamanla değişmediği ve yağışın tüm drenaj alanına üniform olarak düştüğü kabul edilir ve yağışın meydana getireceği maksimum debi şu formülle hesaplanır:

$$Q = CrA \quad (1.8)$$

Burada

- $Q$  debi ( $L/sn$ )
- $C$  Yüzeysel akış katsayısı
- $r$  Yağmur verimi ( $L/sn.ha$ )
- $A$  Drenaj alanı ( $ha$ )

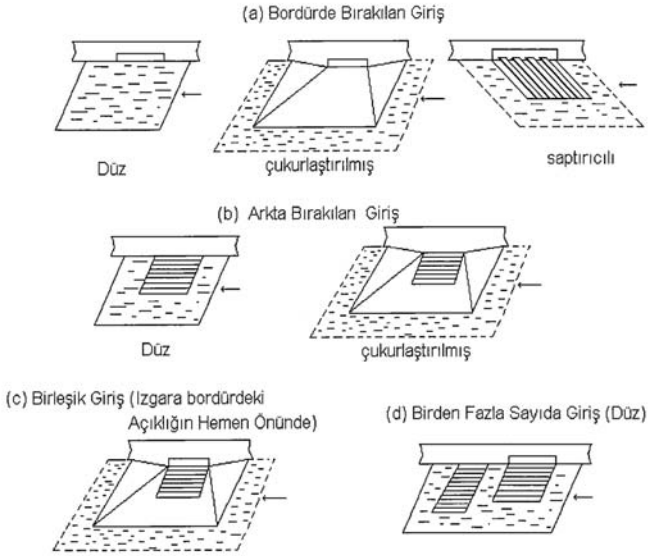
Rasyonel metot  $1-1,5 \text{ km}^2$ 'ye kadar iyi sonuçlar vermekte birlikte  $5 \text{ km}^2$ 'ye kadar olan drenaj havzalarında kullanılabilir.

Rasyonel metodun kullanılabilmesi yağışın en az toplanma süresi (geçiş süresi) kadar devam etmesi gerekir. Büyük havzalarda yağışın, geçiş süresi kadar sürmesi ve bütün havza üzerine üniform dağılıma olasılığı azaldığından bu metot kullanılamaz. Su toplama alanı  $500 \text{ ha}$ 'dan büyükse; SCS (Soil Censervation Service), Common veya Williams boyutsuz hidrograf metotları, veya DSI, Mockus, Sneyder sentetik birim hidrograf metotları kullanılabilir. Ayrıca literatürde kabul görmüş hidrolojik modeller de kullanılabilir. Bu metoların seçiminde havza alanı, eğimi, bitki örtüsü, zemin yapısı ve benzeri havzanın hidrolojik özellikleri göz önüne alınarak idarenin onayı alınmalıdır.

### **1.3.2.2 Yağmursuyu giriş yapıları**

Her kavşak noktasına yerleştirilmek şartıyla yağmursuyu giriş yapıları; yağmursuyunun yolda  $80-100 \text{ l/s}$ 'lik debiye ulaştığı noktalardan başlatılmalı ve sokak uzunluğu ve yol eğimine göre aralarındaki mesafe  $50-80 \text{ m}$  olmalıdır. Ayrıca yolların durumu ve su toplama noktaları da

dikkate alınarak yol en kesiti boyunca giriş yapısı planlanabilir. Yağmur sularını drenaj sistemine alan giriş yapıları; cadde arklarındaki akışın yayalara ve motorlu trafiğe zarar vermeyecek şekilde, minimum maliyetle toplayıp uzaklaştırmalıdır. Yağmursuyu giriş yerlerinin bordür taşında bırakılan giriş yerleri, cadde arklarına konan giriş yerleri ve bu ikisinin kombinasyonu olan girişler olmak üzere üç ana tipi mevcuttur (Şekil 1.3).



Şekil 1.3. Yağmursuyu giriş yerlerinin çeşitli tipleri

Çubukları bordüre paralel ızgaralar, en az tıkanmaya maruz kalmakta ve en iyi akım şartlarını vermektedir. Bisiklet tekerleklerinin ızgara çubuklarının aralarına girmemesi için ızgara delikleri arasındaki açıklık 2,5 cm'den küçük olmalıdır. Yağmursuyu giriş yapıları doğrudan bacalara bağlanmalı ve kanallara bağlanmasından kaçınılmalıdır.

### 1.3.3. Hidrolik Tasarım

#### 1.3.3.1. Hız ve eğimler

##### Hızlar

Yağmursuyu kanallarında çökelmeleri engellemek için hız 0,5 m/sn'nin altına düşmemelidir. Ayrıca hız 5 m/sn'yi geçmemelidir.

##### Eğimler

Kanallarda eğimler 1:A şeklinde gösterilmelidir. Kanal eğimleri; kullanılan boru cinsine göre seçilen pürüzlülük katsayısı, boru çapı ve hız sınırlarına göre Colebrook-White, Manning veya Kutter denklemlerinden elde edilir veya yaklaşık olarak Çizelge 1.4'teki değerler alınabilir.

**Çizelge 1.4.** Farklı boru çapları için beton kanallara verilebilecek minimum ve maksimum eğim sınırları

Çap (mm)	Minimum Eğim (A)	Minimum istisnai eğim (A)	Maksimum eğim (A)
200	300	----	7
300	500	----	7
400	600	900	25
500	800	1000	25
600	1000	1500	25
700	1000	1500	50
800	1200	1800	50
900	1500	1800	50
1000	2000	2500	75
1200	2050	2500	75
1400	2100	2500	75
1600	2150	2500	75
2000	2250	2500	75
3000	2500	2500	75

Zemin eğimi yukarıda verilen hızlara göre kanallar için verilebilecek azami eğimlerden büyükse azami eğimler aşılmamalı, bu alanlar 1.3.5.2'deki kriterlere göre şütlü bacalarla geçilmelidir. Zemin eğimi, kanallar için verilebilecek eğimden küçükse (veya ters eğim varsa) kanallın bağlanacağı noktalardaki zemin kotları da dikkate alınarak, mümkünse 1.3.4'te verilen maksimum kazı derinliklerini aşmadan, kazı derinliğini en aza indiren eğimler seçilmelidir. Zemin eğimi, kanallar için verilebilecek asgari ve azami eğimler arasındaysa, kazı derinliklerini en aza indirmek için, hız kriterlerini de sağlamak koşuluyla kanal eğimleri zemin eğimlerine eşit kabul edilmelidir.

### 1.3.3.2. Yük kayıpları

Tasarımda, kanallarda üniform ve kararlı, türbülanslı akım olduğu kabul edilir. Kanallarda üniform ve kararlı, türbülanslı akım Colebrook-White, Manning veya Kutter denklemleri ile hesaplanabilir.

### Sürtünme kayıpları

Borudaki sürtünme yük kayıplarını hesaplamak için mutlak boru cidar pürüzlülüğü ( $k$ ), Manning katsayısı ( $n$ ) veya Kutter katsayısı ( $m$ ) kullanılır.

a) Colebrook-White denklemi

Tam dolu akışta, dairesel kesitli borularda akış hızı şu denklemle hesaplanır:

$$V = -2\sqrt{2gDJ_\varepsilon} \log_{10} \left( \frac{k}{3,71D} + \frac{2,51\nu}{D\sqrt{2gDJ_\varepsilon}} \right) \quad (1.9)$$

Burada;

$V$  akış kesitindeki ortalama hız (m/sn)

$g$	yerçekimi ivmesi $m/sn^2$ )
$D$	borunun iç çapı (m)
$J_E$	piyezometre çizgisinin eğimi (hidrolik gradyen)
$k$	boru pürüzlülüğü (m)
$\nu$	yağmursuyunun kinematik viskozitesi ( $m^2/sn$ )

Dairesel kesitli boruda kısmi dolu akımlar ve dairese kesitli olmayan akımlar için yine (1.9) kullanılır. Bu durumda, borunun iç çapı ( $D$ ) yerine  $4R_H$  kullanılır. Burada  $R_H$  hidrolik yarıçaptır ve ıslak kesit alanının ıslak çevreye oranı olarak hesaplanır.

b) Manning denklemi

Dairesel kesitli ve dairese kesitli olmayan akımlar için tam dolu veya kısmi dolu olmasına bakılmaksızın, akış hızı Manning denklemi kullanılarak şu formülle hesaplanır:

$$V = \frac{1}{n} R_H^{2/3} J_E^{1/2} \quad (1.10)$$

Burada

$n$	Manning katsayısı
$R_H$	hidrolik yarıçap (m)
$J_E$	piyezometre çizgisinin eğimi (hidrolik gradyen)

c) Kutter denklemi

Dairesel kesitli ve dairese kesitli olmayan akımlar için akış hızı Kutter denklemi kullanılarak şu formülle hesaplanır:

$$V = c \sqrt{R_H J_E} \quad (1.11)$$

Burada

$R_H$	hidrolik yarıçap (m)
$J_E$	piyezometre çizgisinin eğimi (hidrolik gradyen)
$c$	hidrolik yarıçapa ve Kutter katsayısına bağlı bir sabit

$c$  sabitinin değeri şu formülle hesaplanır:

$$c = \frac{100 \sqrt{R_H}}{m + \sqrt{R_H}} \quad (1.12)$$

Burada

$m$	Kutter katsayısı
-----	------------------

### **Yersel kayıplar**

Sürekli yük kayıplarına ek olarak birleşme noktalarında, kesit alanının değiştiği noktalarda, bocalarda ve fittinglerin kullanıldığı bütün noktalarda yersel yük kayıpları oluşur. Yersel kayıpları doğrudan hesaplamak için şu denklem kullanılmalıdır:

$$h_L = \frac{1}{2g} k_L V^2 \quad (1.13)$$

Burada

$h_L$	yersel yük kaybı (m)
$k_L$	yük kaybı katsayısı
$V$	yağmursuyunun akış hızı (m/sn)
$g$	yerçekimi ivmesi ( $m/sn^2$ )

### Toplam yük kaybı

Toplam yük kaybını hesaplamak için iki yöntem mevcuttur:

- Yersel yük kayıpları ve sürekli yük kayıplarının toplanması ve
- Boru pürüzlülüğü için gerçek değerden daha yüksek bir değer varsayılarak hesaplanan sürekli yük kayıplarının toplam yük kaybı olarak kabul edilmesi

Tavsiye edilen boru pürüzlülükleri kullanılırken, yersel kayıpların da hesaba katılıp katılmadığı düşünülmelidir. Boru pürüzlülüğü için 0,03 mm ile 3 mm arasında değerler kullanılır.

Aşağıdaki denklem kullanılarak, (1.10) ve (1.11) ile hesaplanan hız tahminlerini yaklaşık olarak kıyaslamak mümkündür:

$$\frac{1}{n} = 4 \sqrt[3]{g \left( \frac{32}{D} \right)^{\frac{1}{6}} \log_{10} \left( \frac{3,7D}{k} \right)} \quad (1.14)$$

Burada

- $n$  Manning katsayısı
- $g$  Yerçekimi ivmesidir ( $m/sn^2$ )
- $D$  Borunun iç çapı (m)
- $k$  Boru pürüzlülüğü (m)

Farklı boru malzemelerinin pürüzlülük katsayıları Çizelge 1.5'te verilmiştir.

**Çizelge 1.5.** Farklı boru malzemeleri için pürüzlülük, Manning ve Kutter katsayıları

Malzeme	Pürüzlülük ( $k$ , mm)	Manning katsayısı ( $n$ )	Kutter katsayısı ( $m$ )
Asbestli çimento	0,025	0,011	0,12
Beton	0,3 – 3	0,013	0,20-0,35*
Font	0,26	0,012	0,13
CTP	0,0015	0,009	0,12
Çelik	0,045	0,012	0,13

\* Beton kalitesine göre seçilmelidir.

#### 1.3.3.3. Doluluk oranı

Yağmursuyu kanalları  $90^\circ$ 'a kadar doluluk oranlarına göre tasarlanabilir. Kısmi akışlı dairesel kesitli kanallardaki geometrik büyüklüklerle (hidrolik elemanlar) ilgili aşağıdaki Denklem (1.15) ve Şekil 1.4 ile Şekil 1.5 kullanılabilir.

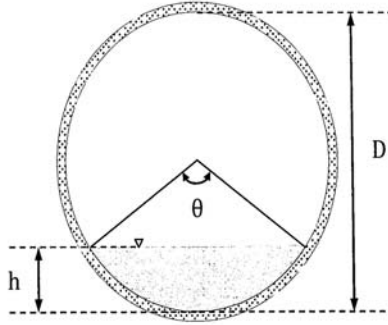
$$\frac{Q}{Q_0} = \frac{1}{2\pi} \frac{(\theta - \sin \theta)^{\frac{3}{2}}}{\theta^{\frac{3}{2}}} \quad (1.15.a)$$

$$\frac{V}{V_0} = \left( \frac{\theta - \sin \theta}{\theta} \right)^{\frac{3}{2}} \quad (1.15.b)$$

$$\frac{R_H}{R_{H,0}} = \frac{\theta - \sin \theta}{\theta} \quad (1.15.c)$$

$$\frac{A}{A_0} = \frac{1}{2\pi}(\theta - \sin \theta) \quad (1.15.d)$$

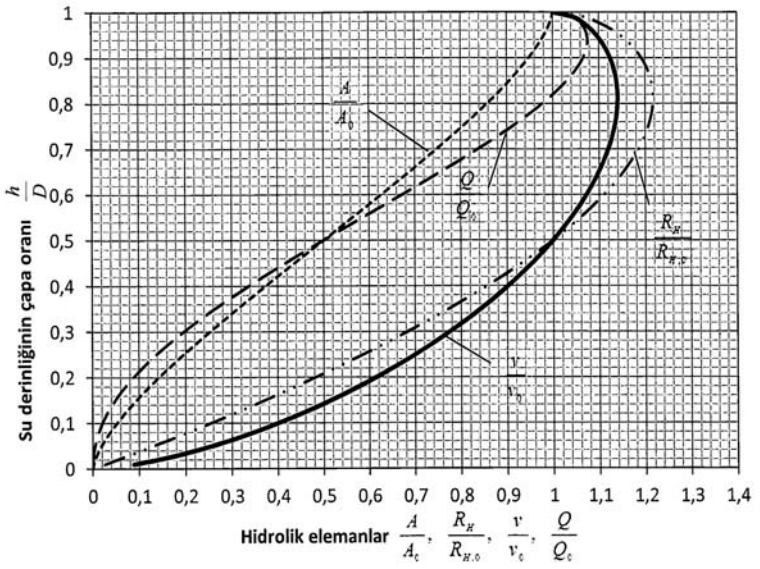
$$\frac{h}{D} = \frac{1}{2} \left( 1 - \cos \frac{\theta}{2} \right) \quad (1.15.e)$$



Şekil 1.4. Dairesel kesitli kanallarda kısmi dolu akış özellikleri

Burada

- $\theta$  Kısmi akış şartlarında oluşan su yüzeyinin dairesel kesit merkezinde oluşturduğu açıdır (radyan)
- $D$  Kanal çapıdır (m)
- $A_0$  Tam dolu akışta kanal kesit alanıdır ( $m^2$ )
- $R_{H,0}$  Tam dolu akışta kanalın hidrolik yarıçapıdır (m)
- $V_0$  Tam dolu akışta akış hızıdır (m/sn)
- $Q_0$  Tam dolu akıştaki debidir ( $m^3/sn$ )
- $Q$  Kısmi akış şartlarında kanaldaki debidir ( $m^3/sn$ )
- $V$  Kısmi akış şartlarında kanaldaki akış hızıdır (m/sn)
- $R_H$  Kısmi akış şartlarında kanalın hidrolik yarıçapıdır (m)
- $A$  Kısmi akış şartlarında kanal kesit alanıdır ( $m^2$ )
- $h$  Kısmi akışta kanaldaki su derinliğidir (m)



Şekil 1.5. Dairesel kesitli kanallarda hidrolik elemanlar

#### 1.3.3.4. Yol enkesitleri

Teknik altyapı tesislerinin çeşitli yol enkesitlerinde konumlandırılması ile ilgili esaslar Bölüm 1.6'da verilmiştir.



### 1.3.4. Hendek (tranşe) Derinlikleri

Hendek derinlikleri (akar kot ile yol kırmızı kot arasındaki yükseklik farkı) için ortalama olarak Çizelge 1.6'da verilen değerler alınmalıdır.

Çizelge 1.6. Kanal çaplarına göre hendek derinlikleri

Kanal çapı (mm)	Derinlik (cm)
300	150
400	160
500	170
600	180
700	190
800	200
900	210
1000	220
1100	230
1200	240
1400	260
1600	280
1800	300
2000	320
2200	340
2400	360
2600	380
2800	400
3000	420

### 1.3.5. Bacalar

#### 1.3.5.1. Kontrol (muayene) bacaları

Sokakların kavşak yerleri ile kanalların yön veya eğim değiştirdiği noktalarda kontrol bacası konulmalıdır. Bunun haricinde,  $\phi$ 1200 borularda 50-70 m'de bir,  $> \phi$ 1200 borularda 100 m'de bir baca konulmalıdır. Bakım amacıyla içine girilebilen kesitlerde baca aralığı daha büyük olabilir. Yerel şartlara ve temizlik araçlarının teknik kapasitesine göre bu değerler arttırılabilir.

#### 1.3.5.2. Şütlü bacalar

Sokak eğimlerinin kanallar için kabul edilen eğimlerden daha fazla olması halinde, kanallar üzerinde şüt ve kaskatlar yapmak suretiyle uygun eğimler temin edilmelidir. Şütler kontrol bacalarında düzenlenmeli ve şütün yapılması gerekli olan her yere bir kontrol bacası konulmalıdır. Şüt yüksekliği 0,75-4 m arasında alınabilir.

### 1.3.5.3. Baca kapakları

Baca kapakları üzerine gelecek trafik yüklerini taşıyabilecek özellikte ve TS EN 1478 e uygun olarak imal edilmelidir. Tesiste nerede ne tür kapak kullanılacağı projesinde belirtilmiş olmalıdır. Kapakların deneyleri TS EN 1478 e göre yapılmalıdır.

### 1.3.5.4. Merdivenler

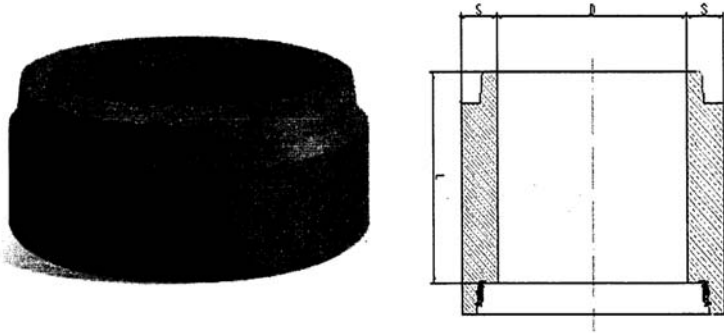
Muayene bacalarında veya ihtiyaç duyulan diğer yerlerde paslanmaya ve bozulmaya karşı gerekli işleme tabi tutulmuş malzemeden üretilmiş merdivenler kullanılmalı, merdivenlerin beton içinde kalan kısımları hariç sıcak usulle ziftlenmelidir. Merdivenler DIN 121’de yer alan şartları sağlamalıdır.

### 1.3.5.5. Elastomer contalar

Muflu boruların ek yerlerinde ve tüm baca elemanlarında TS EN 681-1,2,3,4 standardına uygun esnek özelliği olan ve fazla şekil değiştirmeye yatkın sentetik kauçuk ve plastikten imal edilmiş contalar kullanılmalıdır. Contaların laboratuvar deneyleri yapılarak uygunluğunun tespit ve tescil edilmiş olması şartı aranır.

### 1.3.5.6. Baca Elemanları (Ø1000-Ø1200)

Baca çemberine ait detaylar Şekil 1.6’da, bu elemana ait boyutlar ise Çizelge 1.7’de verilmiştir.



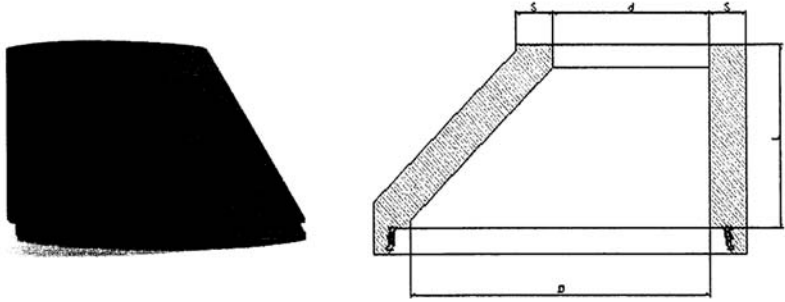
Şekil 1.6. Baca çemberi

Çizelge 1.7. Baca çemberine ait boyutlar

Ürün İsmi	Çap	Boy	Et
	D	L	S
	(mm)	(mm)	(mm)
Baca Çemberi (Ø1000) Entegre Contalı	1000	350	150
Baca Çemberi (Ø1000) Entegre Contalı	1000	600	150
Baca Çemberi (Ø1200) Entegre Contalı	1200	350	150
Baca Çemberi (Ø1200) Entegre Contalı	1200	600	150
Baca Yükseltme Halkası 5,5 cm.	620	55	75

### 1.3.5.7. Baca Konileri (Ø1000 – Ø1200)

Baca konisine ait detaylar Şekil 1.7’de, bu elemana ait boyutlar ise Çizelge 1.8’de verilmiştir.



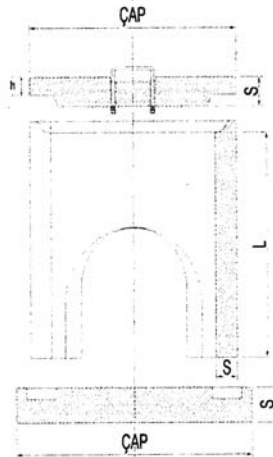
Şekil 1.7. Baca konisi

Çizelge 1.8. Baca konisi boyutları

Ürün ismi	Çap		Boy	Dış Yük	Et Kalınlığı
	D (mm)	d (mm)	L (mm)	h (mm)	S (mm)
Ø1000 Baca Konisi (Entegre contalı)	1000	620	650	745	150
Ø1200 Baca Konisi (Entegre contalı)	1200	620	782	877	150

### 1.3.5.8. Baca Elemanları (Ø625)

Baca elemanlarına ait detaylar Şekil 1.8’de, bu elemanların boyutları ise Çizelge 1.9 ve Çizelge 1.10’da verilmiştir.



Şekil 1.8. Baca elemanları

**Çizelge 1.9.** Baca elemanlarının boyutları-1

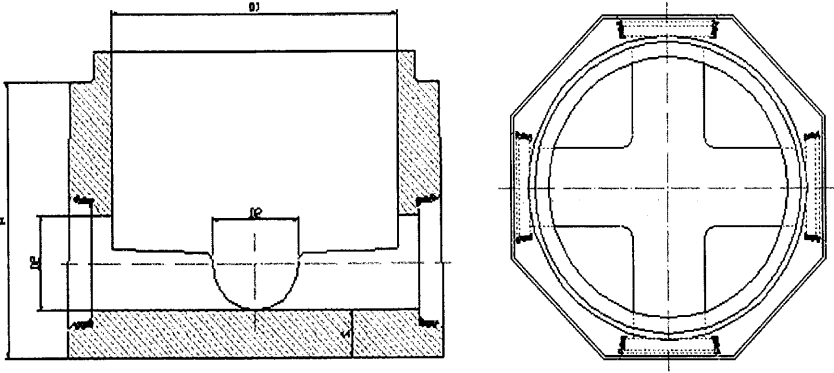
Ürün İsmi	Çap	Boru Boyu	Boru Et
	D (mm)	L (mm)	Kalınlığı(S) (mm)
Baca Çemberi	625	500	80
Baca Çemberi	625	250	80
Baca Taban Elemanı 1 giriş	625	800	80

**Çizelge 1.10.** Baca elemanlarının boyutları-2

Ürün İsmi	Çap (mm)	Et kalınlığı	
		(h) (mm)	(S) (mm)
Ø 625 baca kapağı	785	120	150
Ø 625 baca taban elemanı	895	---	120

### 1.3.5.9. Entegre Contalı Ø200 - Ø600 Arası Muayene Bacası Taban Elemanları

Entegre contalı Ø200 - Ø600 arası muayene bacası taban elemanları Şekil 1.9'da bu elemanların boyutları ise Çizelge 1.11'de verilmiştir.



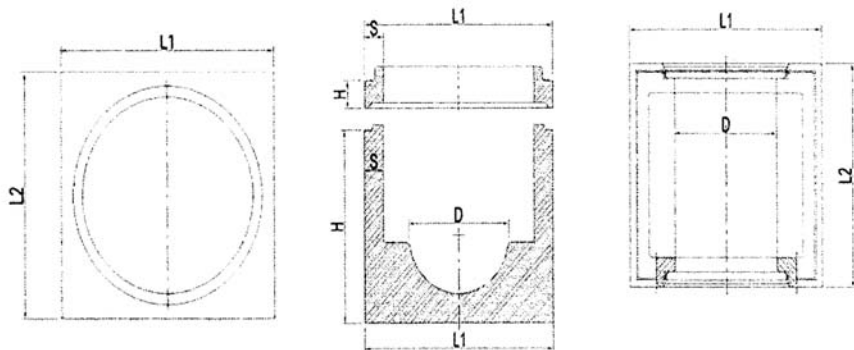
**Şekil 1.9.** Entegre contalı Ø200 - Ø600 arası muayene bacası taban elemanları

**Çizelge 1.11.** Entegre contalı Ø200 - Ø600 arası muayene bacası taban elemanlarının boyutları

Çap	Çap	Boy	Et Kalınlığı
D1 (mm)	D2 (mm)	H (mm)	S (mm)
1320	200	880	150
1320	300	880	150
1320	400	980	150
1320	500	980	150
1320	600	980	150

### 1.3.5.10. Entegre Contalı Ø800 – Ø1000 Arası Muayene Bacası Taban Elemanı Geçiş Kapakları

Entegre contalı Ø800 – Ø1000 arası muayene bacası taban elemanı geçiş kapakları Şekil 1.10'da, bu elemanların boyutları ise Çizelge 1.12'de verilmiştir.



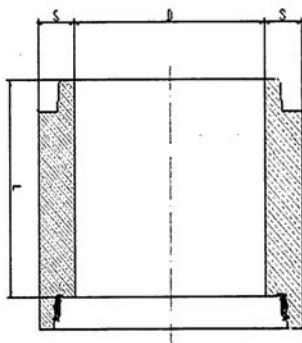
Şekil 1.10. Entegre contalı Ø800 – Ø1000 arası muayene bacası taban elemanı geçiş kapakları

Çizelge 1.12. Entegre contalı Ø800 – Ø1000 arası muayene bacası taban elemanı geçiş kapaklarının boyutları

Çap, D	L1	L2	Boy, H	Et Kalınlığı, S
(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
800	1500	1500	192	150
1000	1650	1500	192	225

### 1.3.5.11. Entegre Contalı Ø625 Muayene Bacası ve Taban Elemanları

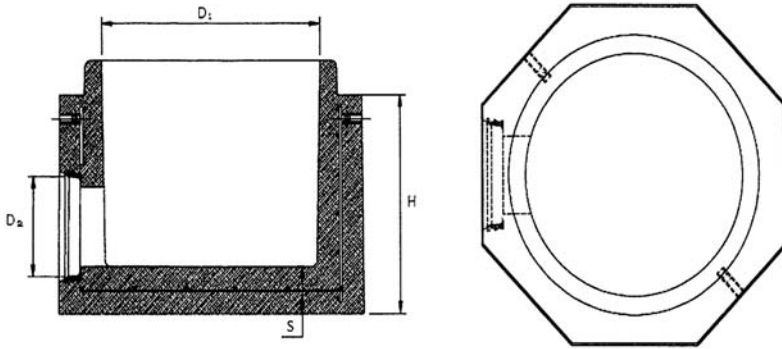
Entegre contalı Ø625 muayene bacası ve taban elemanına ait detaylar Şekil 1.11 ve Şekil 1.12'de, bu elemanın boyutları ise Çizelge 1.13 ve Çizelge 1.14'de verilmiştir.



Şekil 1.11. Entegre contalı Ø625 muayene bacası ve taban elemanı-1

**Çizelge 1.13.** Entegre contalı Ø625 muayene bacası ve taban elemanı boyutları-1

Çap	Boy	Et Kalınlığı
D	L	S
(mm)	(mm)	(mm)
625	600	120
625	300	120



**Şekil 1.12.** Entegre contalı Ø625 muayene bacası ve taban elemanı-2

**Çizelge 1.14.** Entegre contalı Ø625 muayene bacası ve taban elemanı boyutları-2

Çap	Çap	Boy	Et Kalınlığı
D1	D2	H	S
(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
625	200	560	120

#### 1.4. YAĞMURSUYU DEPOLAMA VE GECİKTİRME YAPILARI

Şehirleşmenin yağmursuyu drenajı üzerindeki olumsuz etkilerini azaltmak amacıyla, kentsel yağmursuyu yönetim sistemlerinde bekletme ve geciktirme yapılarına ihtiyaç duyulur. Kentsel su havzalarında, yüzeysel akış miktarındaki büyük değişimlerin sebepleri arasında şunlar sayılabilir:

- Sokaklar, caddeler ve otoparklar ile çatıların geçirimsizliğinin düşük olması ve yağmursuyunun infiltrasyonunu olumsuz yönde etkilemeleri sebebiyle yüzeysel akışın toplam hacminin artması.
- Yapay kanalların, kontrol sistemlerinin, kaldırım kenarındaki kanalların ve yağmursuyu toplama sistemlerinin hidrolik verimlerdeki farklılıklar sonucunda akış hızlarının ve taşkın piklerinin artması.

Yağmursuyu depolama sistemlerinin sınıflandırılması Şekil 1.13'de verilmiştir. Depolama sistemleri kaynakta kontrol ve mansapta kontrol olarak ikiye ayrılır. Kaynakta kontrol sistemleri

genellikle daha küçük depolama sistemlerinden oluşur ve mansaptaki kanalların daha ekonomik boyutlandırılmasına imkan sağlar.

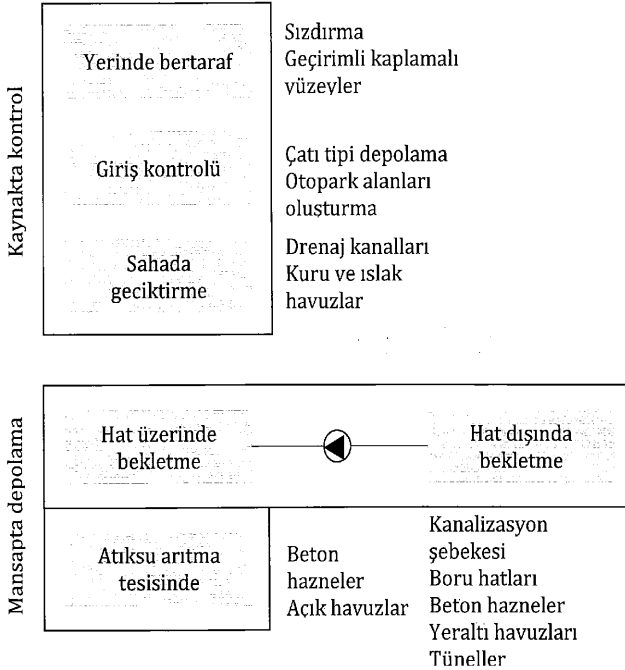
Kaynakta kontrol sistemleri;

- Yerde bertaraf (sızıdırma, geçirimli kaplamalı yüzeyler oluşturma)
- Giriş kontrolü (Çatı depolaması ve otopark alanları oluşturma)
- Sahada geciktirme (Yağmursuyu kanalları, ıslak ve kuru havuzlar, beton haznelar ve yeraltı drenajı)

Mansapta depolama sistemleri;

- Hat üzerinde ve hat dışında geciktirme (yağmursuyu kanalları, tüneller, depolama noktaları, borular, yerüstü havuzlar ve yağmursuyu taşıma sistemlerine seri olarak bağlanmış olan diğer tesisler)
- Hat dışında depolama (yağmursuyu taşıma sistemine seri olarak bağlanmamış sistemler)
- Atıksu arıtma tesisinde bekletme (birleşik sistemde)

sağlar.

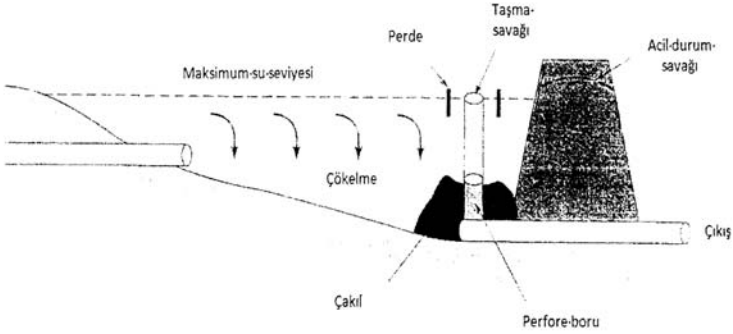


Şekil 1.13. Depolama sistemlerinin sınıflandırılması

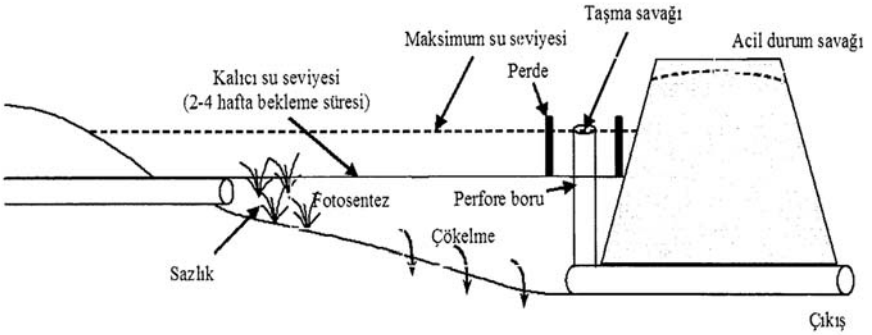
#### 1.4.1. Yüzeysel Geciktirme Yapıları

Yüzeysel geciktirme yapıları, uzun geciktirme havuzları (veya kuru geciktirme havuzları) ve bekletme havuzlarıdır (Şekil 1.14, Şekil 1.15). Kuru geciktirme havuzları, yağıştan sonra tamamen boşalan havuzlardır. Bekletme havuzları ise yağıştan sonra uzun bir süre su seviyesini koruyan havuzlardır. Bu sistemlerde su, şev kenarından hazneye girer ve bir perfore deşarj kanalı vasıtasıyla yavaş yavaş deşarj edilir. Perfore kanalda tıkanmaları önlemek amacıyla kanalın etrafına, kaba parçacıklara sahip filtre malzemesi konulur. Havuzdaki su seviyesini istenen

seviyede tutmak amacıyla bir taşma savağı yapılır. Yağmursuyuyla birlikte havuza gelen katı maddelerin büyük bir kısmı havuzda çökler.



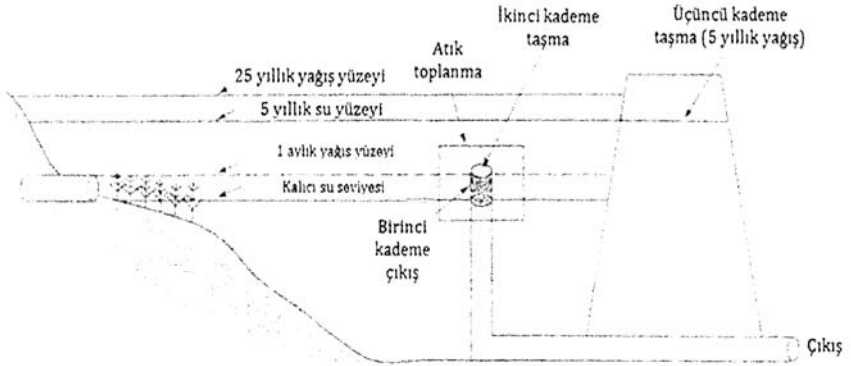
Şekil 1.14. Uzun geciktirme havuzu



Şekil 1.15. Bekletme havuzu

Su miktarı ve su kalitesini kontrol etmek amacıyla tasarlanmış çok amaçlı bir bekletme havuzu Şekil 1.16'da verilmiştir. Burada taşma savağı (dolu savak) kademeli olarak tasarlanmış olup, su kalitesi açısından tasarım hacmi aşıldığında su, çok yavaş bir şekilde tahliye edilmektedir. Diğer kademeler sadece depolama hacmi sağlamakta ve taşmaların/erozyonun önlenmesi amacıyla pik debileri kontrol etmektedir.





**Şekil 1.16.** Çok amaçlı geciktirme-bekletme havuzu

Uzun geciktirme havuzları ile bekletme havuzlarındaki tahliye yapıları, bu sistemlerin kullanım amaçlarına bağlı olarak değişiklik göstermektedir.

#### 1.4.2. Geciktirme Yapılarının Boyutlandırılması

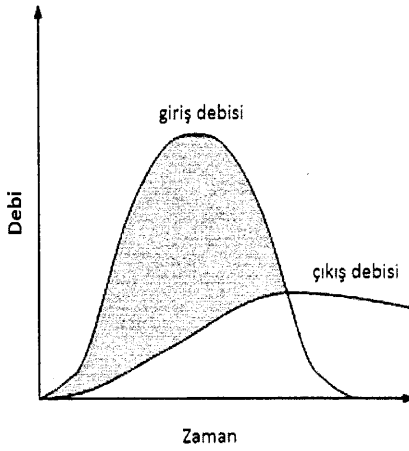
Bir yağış süresince veya sonrasında geciktirilen su hacmi; yüzeyel akış hacmi, geciktirme sisteminin çıkış yapısı/yapıları ve sistemin depolama hacmine bağlıdır. Geciktirme sisteminin boyutlandırılmasında kütlelenin korunumu (süreklilik şartı) denklemi kullanılırsa; geciktirme havuzu hacmi, havuza giren ve çıkan debilerin zamana bağlı integrasyonundan elde edilir. Buna göre havuz hacmi şu formülle hesaplanır:

$$V_s = \int (Q_{giren} - Q_{çikan}) dt \quad (1.16)$$

Burada

- $V_s$  Havuz hacmi (L)
- $Q_{giren}$  Havuza giren debi (L/sn)
- $Q_{çikan}$  Havuzdan çıkan debisi (L/sn)
- $t$  Zaman (sn)

Bu integralin sonucu, havuz hacmine eşittir ve Şekil 1.17'de koyu renkli alana karşılık gelir. Bu değer  $V_{maks}$  değerine eşit olup, havuza giren ve çıkan debilerin eşit olduğu andır. Bu andan itibaren havuzdan çıkan debi havuza giren debiden büyük olacak ve havuzdaki su seviyesi düşmeye başlayacaktır.



Şekil 1.17. Depo hacminin belirlenmesi

Geciktirme havuzlarının ön boyutlandırmasında regresyon modelleri, rasyonel metot veya rasyonel metoda dayanan basit yöntemler kullanılmaktadır. Ön boyutlandırmadan sonra, giren ve çıkan akımın hidrografları kullanılarak farklı senaryolar için simülasyonlar yapılarak depo hacimleri ve çıkış yapısı tasarımı kesinleştirilir. Geciktirme sistemlerinin depo hacimlerini belirlemek için uygulanacak olan klasik metot aşağıdaki adımlardan oluşmalıdır:

- Basitleştirilmiş bir metot kullanılarak ön boyutlandırma yapılmalı ve depo hacmi belirlenmelidir.
- Topografik harita üzerinde istenen hacim ve çıkış yapısına sahip bir geciktirme yapısının genel vaziyet planı hazırlanmalıdır.
- Kademe, depo hacmi, çıkış debisi gibi parametrelere ait farklı senaryolar kurgulanmalıdır.
- Kurgulanan senaryolarla bir bilgisayar modeli uygulanarak simülasyon yapılmalıdır.
- Belirlenen hacim ve çıkış yapısı, istenen hedefleri ve tasarım kriterlerini sağlamıyorsa, yeniden boyutlandırma yapılmalı ve çıkış yapıları yeniden tasarlanmalıdır.
- Tasarımdan sonra 3. ve 4. adımlar tekrarlanmalı ve istenen hedefler ile tasarım kriterleri sağlanana kadar bu işleme devam edilmelidir.

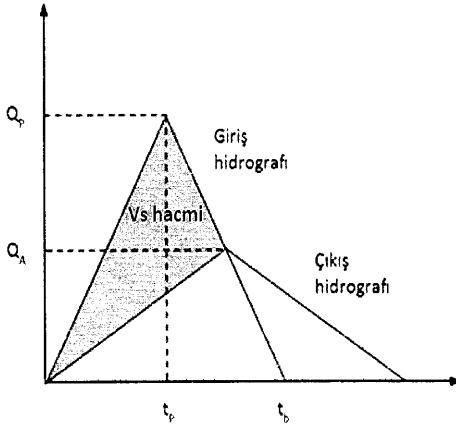
Giriş suyu hidrografları, literatürde bulunan bir dizi yağış-yüzey akışı modeli kullanılarak üretilebilir (rasyonel metot, birim hidrograf ve sentetik hidrograf vb.).

Kolaylık olması bakımından üçgen şekilli giriş ve çıkış hidrograflarının kullanılması önerilmektedir. Bu şekilde ön boyutlandırma yapılarak depo hacmi belirlenebilir. Geciktirme havuzu hacmi, Şekil 1.18'de gösterilen taralı alana eşittir. Bu ise matematiksel olarak şu formülle hesaplanır:

$$V_s = 0,5t_b(Q_p - Q_A) \quad (1.17)$$

Burada

- $t_b$  Pik debiye kadar geçen sürenin iki katı (Şekil A.11'de  $2 * t_p$ )
- $Q_p$  Pik giriş suyu debisi (L/sn)
- $Q_A$  Kabul edilen çıkış pik debisi (L/sn)



**Şekil 1.18.** Geciktirme havuzu giriş ve çıkış hidrografları

Rasyonel metotta  $t_p$ , toplanma süresine ( $T$ ) eşit olup,  $t_b$  ise toplanma süresinin iki katıdır ( $t_b=2T_c$ ). Giriş hidrografının üçgen, çıkış hidrografının trapez olması halinde depolama hacmi şu formülle bulunur:

$$\frac{V_s}{V_r} = \left(1 - \frac{Q_A}{Q_p}\right)^2 \quad (1.18)$$

Burada

- $V_r$  Yüzeysel akış hacmi (giriş hidrografının alanı)
- $Q_p$  Pik giriş suyu debisi (L/sn)
- $Q_A$  Kabul edilen çıkış pik debisi (L/sn)

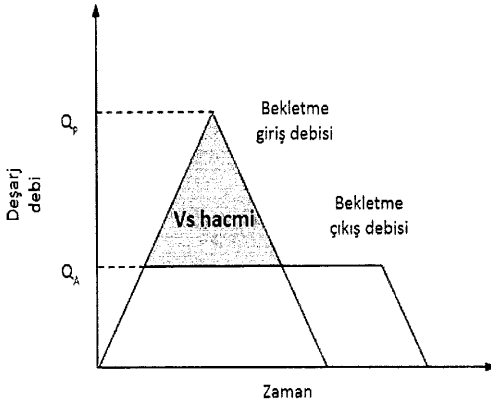
Bu işlemden, giriş ve çıkış hidrograflarının artışa denk gelen kollarının, kabul edilebilir çıkış suyu pik debisine kadar keşiştiği varsayılmıştır (Şekil 1.19). Çıkış debisi, geciktirme havuzunda değişen su seviyesine bağlı olarak bulunan, mansap kanalı taşıma kapasitesidir. Mansap çıkışı basınçlı yağmursuyu kanalı olması halinde çıkış pik debisini bulmak için aşağıdaki dip savak denklemi kullanılabilir:

$$Q_A = \mu A \sqrt{2gh} \quad (1.19)$$

Burada

- $g$  Yerçekimi ivmesini ( $m/sn^2$ )
- $h$  Hazne su seviyesi ile kanal eksen kotu arasındaki fark
- $A$  Çıkış kanalı enkesit alanı,
- $\mu$  Debi katsayısı (0,65–0,75 arasında)

Şekil 1.19'daki trapez kesitli çıkış hidrografının alanı hazneden çıkan su hacmine eşittir.



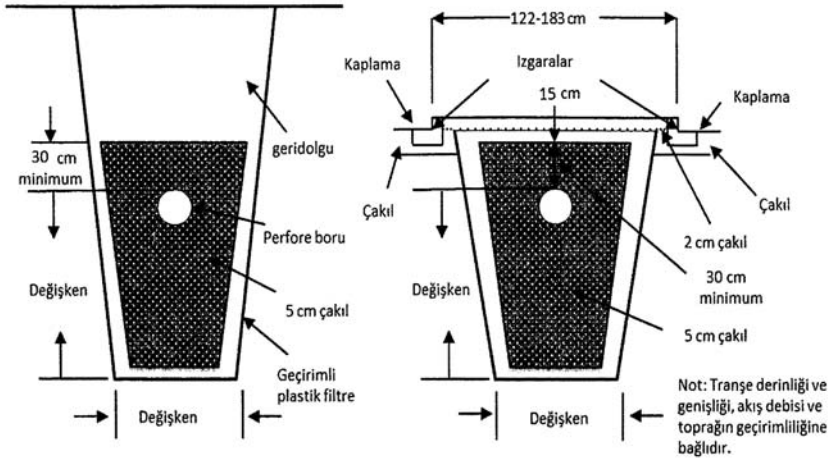
**Şekil 1.19.** Geciktirme havuzu üçgen giriş ve trapez çıkış hidrografları

### 1.4.3. Yağmursuyunu Yeraltına Besleme

Yağmursuyunun yeraltına verilmesi ile ilgili uygulamalar şu şekilde sınıflandırılır:

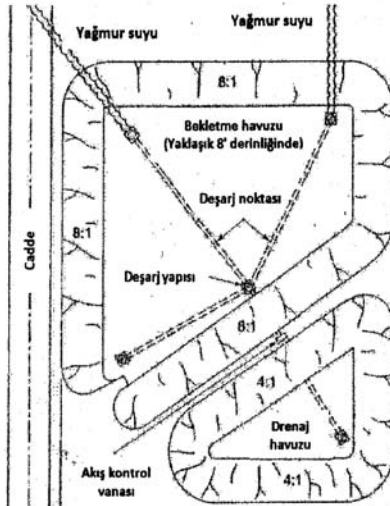
- Yağmur hendekleri ve filtre şeritler
- Gözenekli kaplamalar
- Sızdırma hendekleri
- Sızdırma hazneleri
- Yeraltısu yenileme kuyuları
- Yeraltında depolama

Perfore boruların kullanılması ile askıda katıların, kanala girmeden önce dolgu malzemesinde tutulması sağlanabilmektedir (Şekil 1.20). Özel mülk geçişlerinde, otoparklarda, parsel geçişlerinde ve kısıtlı yüzey alanına sahip diğer yerlerde hendek kullanımı daha uygundur. En büyük avantajları, çok dar kesitlerle geçişlerin mümkün olması ve yön değiştirmenin kolay olmasıdır. Bu tip sistemlerde askıda katıların, perfore boruların kullanıldığı sistemlerdeki dolgu malzemesinde tutulması mümkün olmadığından, kanalların tıkanması hem tasarım hem de işletme sırasında büyük bir problemdir. Bu problemleri azaltmak için hendek sistemlerinde filtrasyon bacaları, derin toplama hazneleri, sentetik fiber filtreler ve torbalı filtreler kullanılmalıdır.



Şekil 1.20. (a) perfore yağmursuyu kanalları ile birlikte kullanılan tipik hendek, (b) otoparklarda kullanılan tipik hendek

Sızdırma hazneleri, toplanan yüzeysel akışın yeraltına sızdırıldığı yağmursuyu geciktirme sistemleridir. Şekil 1.21'de, depolama ve infiltrasyon amacıyla kullanılan çok amaçlı bir infiltrasyon haznesi verilmiştir. İnfiltrasyon hazneleri genellikle otoparklarda ve kentsel açık alanlarda, karayolu geçişlerinde ve yol kavşaklarında (trafik adalarında) kullanılır. İnfiltrasyon hazneleri genellikle yüksek alan ihtiyacına sahip olup, askıda katıların birikimi sonucu tıkanma problemlerine açıktır. Bu haznelerde biriken su, güvenlik sorunlarına yol açabilir ve burada haşere üremesine neden olabilir.



Şekil 1.21. İnfiltrasyon haznesi

### 1.4.3.1. İnfiltrasyon uygulamaları

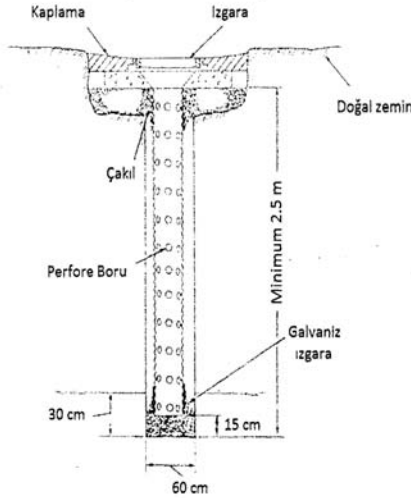
Yağmursuyu hendekleri, düz tabana sahip, kıyıları hafif eğimli, sığ ve sazlık göletlerdir. Filtre şeritleri, yağmursuyunun, bir kanal sistemine girmeden önce geçtiği arazi şeritleri olarak tanımlanır. Bu uygulamalarda yağmursuyunun bir kısmı infiltrasyon yoluyla yeraltına geçer ve filtre edilir. Bu sayede askıda katı maddelerin ve diğer bazı kirleticilerin arıtımı da gerçekleştirilir. Bu uygulamada aynı zamanda doğrudan bağlantılı geçirimsiz alanlar ve yüzeysel akış hızı azaltılmış olur. Cadde ve sokaklardan, otoparklardan ve çatılardan gelen yüzeysel akışı kontrol etmek için kullanılır.

Otoparklarda yüzeysel akış kalitesinin kontrol altında tutulması amacıyla gözenekli zemin ve modüler kaplama (modüler gözenekli kaplama malzemeleri) kullanılabilir.

İnfiltrasyon (perkolasyon) hendekleri açık veya yeraltında (kapalı) olarak tasarlanabilir. Perfore boru kullanılması durumunda, yağmursuyunun hendek boyunca dağıtılması mümkün olmaktadır.

### 1.4.3.2. Yeraltı suyu besleme kuyuları (sızdırma kuyuları)

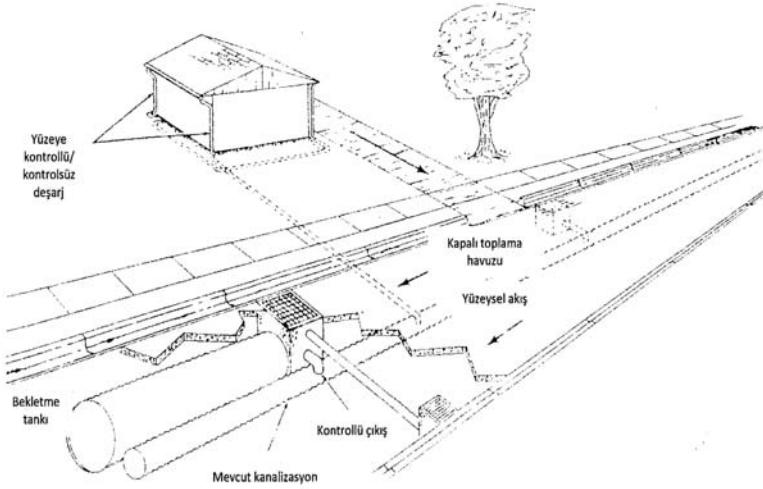
Sızdırma kuyuları, yağmursuyunun doğrudan yeraltı suyuna sızdırılması amacıyla kullanılır. Şekil 1.22'de bir sızdırma kuyusu verilmiştir. Sızdırma kuyuları, drenajın zor olduğu bölgelerde yüzeyde su birikmesini önlemek için kullanılır. Bu sistemler, infiltrasyon hazneleri ile birlikte kullanılarak geçirimsiz tabakalardan suyu sızdırmak için de kullanılır.



Şekil 1.22. Sızdırma kuyusu

### 1.4.3.3. Yeraltında depolama

Yerüstünde depolama havuzlarının uygun olmadığı yerlerde yeraltı depoları etkin bir şekilde kullanılabilir. Bu depolar, deponun yağmursuyu kanalına seri olarak bağlandığı hat-üstü şeklinde olabileceği gibi, yağmursuyunun toplandıktan sonra, istenen debide kanala veya açık bir dere yatağına tahliye edildiği, hat-harici şeklinde de olabilir. Bir hat-üstü sistemin kapasitesi aşıldığında, kanalda taşma meydana gelebilir. Şekil 1.23'de, bir çıkış-kontrollü, hat-harici yağmursuyu geciktirme deposu verilmiştir.



**Şekil 1.23.** Giriş-kontrollü hat harici yağmursuyu geciktirme deposu

## 1.5. ÇATI VE BAHÇE YAĞMUR SULARININ KAZANIMI

Yağmursuyunun sahada toplanması ve evlerde, işyerlerinde ve bahçelerde kullanma suyu olarak kullanılması, umuma mahsus su dağıtım ve temin sistemlerine bir alternatiftir. Ayrıca, yüzeysel akışının azaltılması yönünde olumlu etkileri olduğu için bu sistemler ek avantajlar sağlamaktadır.

Bu bölümde, kullanma suyu temini amacıyla uygulanan yağmursuyu hasat sistemlerinin tasarımı, kurulumu, test edilmesi ve bakımı ile ilgili BS EN 8515 standardında yer alan hususlarda öneriler sunulmaktadır.

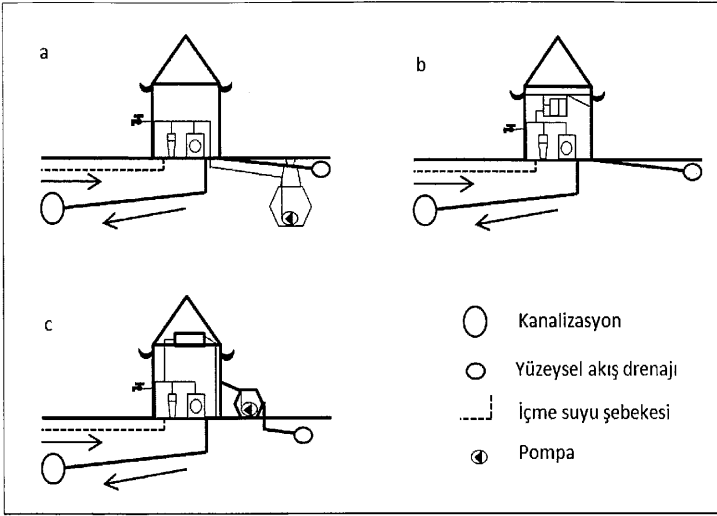
### 1.5.1. Yağmursuyu Hasat Sistemlerinin Çeşitleri

Yağmursuyu hasat sistemleri temel olarak üç çeşittir (Şekil 1.24).

- Toplama tanklarında suyun toplandığı ve kullanım noktalarına doğrudan pompalandığı sistemler
- Toplama tanklarında suyun toplandığı ve kullanım noktalarına cazibeyle iletildiği sistemler
- Toplama tanklarında suyun toplandığı, belirli sarnıçlara pompalandığı ve buradan kullanım noktalarına cazibeyle iletildiği sistemler

Bu temel çeşitler de muhtelif alt gruplara ayrılabilir:

- Tankların iç veya dış ortamlarda yapıldığı sistemler
- Tek başına çalışan veya toplu halde, bağlantılı olarak çalışan tankların bulunduğu sistemler
- Yerüstü, kısmi gömülü veya yeraltı tanklarının bulunduğu sistemler
- Birçok parseli besleyen ortak tankların bulunduğu sistemler
- Paket sistemler ve bunların bileşenlerinin kullanıldığı sistemler



**Şekil 1.24.** a) doğrudan depodan pompalama yapılan sistem (yeraltı tankı) b) cazibeyle depodan dağıtım yapılan sistem c) sarnıca pompalanarak oradan cazibe ile dağıtım yapılan sistem (yerüstü)

BS EN 8515 standardı, içme suyu kalite standartlarını sağlaması beklenmeyen, yıkama suyu, tuvalet suyu ve bahçe sulama suyu gibi evsel kullanma sularının (evsel, ticari, endüstriyel ve umuma mahsus yerlerdeki su ihtiyaçları) yağmursuyundan temin edilmesi ile ilgili hususları içermektedir. İçme, gıda hazırlama ve pişirme, bulaşık yıkama ve kişisel hijyenle ilgili su ihtiyaçlarının karşılanmasına dair hükümler içermemektedir. Yağmursuyunun yangın suyu veya ticari sulama suyu olarak kullanılmasıyla ilgili özel hükümler bulunmasa da, bu kullanım alanları standart kapsamı dışında bırakılmamıştır.

## 1.5.2. Yağmursuyu Hasat Sistemlerinin Tasarımı

### 1.5.2.1. Boyutlandırma

Bir yağmursuyu hasat sisteminin optimum depolama hacmi, evsel olmayan kullanma suyu ihtiyacı ve yağış miktarına bağlı olduğundan, sistemi boyutlandırmak için şu faktörlerin belirlenmesi gerekir:

- Yağış miktarı,
- Toplama yüzeyinin tipi ve boyutu,
- Kurulacak sistemin mevcut ve gelecekteki sayısı ve tipi.

Hesap yöntemleri olarak tavsiye edilen üç farklı boyutlandırma yöntemi DIN 1989-1'den alınmıştır.

Yağmursuyu hasat sisteminin depo kapasitesi aşağıdaki üç yöntemden biri kullanılarak hesaplanmalıdır:

- Günlük ihtiyacın sürekli olduğu, hiç bir hesap yapılmasına gerek olmayan evsel ihtiyaçlar için basit yaklaşım
- Basit formüllerle daha doğru depo hacimlerinin tahmin edildiği ara yaklaşım



- c. Standart olmayan, ihtiyacın yıl içinde değişken olduğu sistemler için detaylı hesap yaklaşımı

Yüzeysel akış yönetimi için yağmursuyu hasat sistemleri, yüzeysel akış miktarının ortalama evsel olmayan kullanma suyu ihtiyacından daha küçük olduğu durumlarda tercih edilmelidir. Yüzeysel akış miktarının ihtiyaçtan fazla olması durumunda, fazla depo kapasitesi kalması düşük bir olasılıktır.

Daha büyük yağmursuyu hasat sistemlerinde sistemin boyutu, en ekonomik çözümü seçmek için detaylı hesap yaklaşımı ile belirlenmelidir.

Depo hacmi belirlendikten sonra, tanklar ve depo sistemleri, kapasitelerine göre değil, çalışma kapasitelerine göre boyutlandırılmalıdır.

Tank boyutları hesaplanırken, yağış miktarındaki değişimler de göz önüne alınmalıdır. Ancak, belirli bir sınırdan sonra daha büyük depo hacimleri yapmak fayda sağlamamaktadır. Daha büyük hacimler, yüzeysel akışın veya kanal debilerinin azaltıldığı sistemler için uygun olmaktadır.

### **1.5.2.2. Basit yaklaşım**

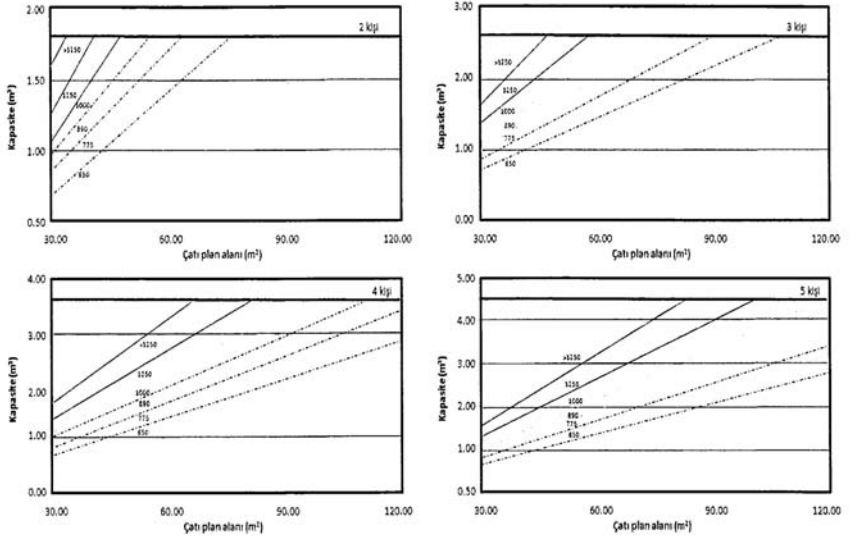
Yağmursuyu hasat sisteminin boyutlandırılması amacıyla basit yaklaşımda depo kapasitesi şu metotla belirlenir:

Öncelikle, çatı yüzey alanı BS EN 12056-3'e göre belirlenir ve sistemin kurulacağı bölgedeki yıllık ortalama yağış miktarı tahmin edilir.

Depo kapasitesi genellikle Şekil 1.25'de verilen uygun bir grafikten okunur. Ancak, çatı yüzey alanı bu grafikteki değerlerden daha büyük veya yıllık ortalama yağış miktarı grafikte verilen aralığın dışındaysa hane halkı nüfusu dikkate alınarak depo kapasitesi belirlenmelidir.

Basit yaklaşımda şu varsayımlar kullanılmıştır:

- a. Tuvalet ve yıkama ihtiyaçları için günlük ortalama su ihtiyacı, yıl boyunca 50 L/kişi.gün değerinde sabit kalmaktadır.
- b. Yağış miktarı, yıl boyunca yıllık ortalama yağış miktarında sabit kalmaktadır.
- c. Toplama yüzeyi standart kiremit veya kaplama çatı yapılarıdır.



Filtrasyon sisteminde kullanılacak olan filtre şu özellikleri taşımalıdır:

- a. Suya ve hava şartlarına karşı dayanıklı olmalıdır.
- b. Bakım/onarım işleri açısından sökülebilir olmalı ve kolay erişim imkanına sahip olmalıdır.
- c. En azından %90 kadar filtrasyon verimi sağlamalıdır.
- d. 1,25 mm'den büyük katıların geçişine izin vermeyecek bir tasarıma sahip olmalıdır.

Ayrıca, yüzen katıların da sisteme girişini engellemeli ve depo girişinde enerji kırıcı vazifesi görmelidir.

Uygun olduğu durumlarda, su yüzeyinin genellikle 100-150 mm altında duran, yüzen bir çıkış yapısı kullanılmalıdır. Bunun mümkün olmadığı durumlarda, depo tabanından yaklaşık 150 mm yukarıda bir sabit çıkış yapısı kullanılmalıdır.

### 1.5.5. Depolama

Yağmursuyu hasat sistemi, depolama amacıyla en az bir adet tank içermelidir. Bu tank yerüstü veya yeraltı tankı olarak tasarlanabilir. Bütün tanklar alana uygun olarak tasarlanmalıdır. Tanklar prefabrik olabilir. Tanklar, sızdırmaz olarak inşa edilmeli ve mikrobiyal gelişimi engelleyecek tasarımlar yapılmalı/malzemeler kullanılmalıdır.

Tek başına kullanılan veya daha fazla kapasite sağlamak amacıyla birbirine bağlı olarak çalıştırılan bütün tanklar ve sarnıçlarda, su yaşının artmasına izin verilmemelidir. Boru hatları tasarlanırken bu hususa dikkat edilmelidir.

Tankların yaşam alanlarına veya hassas noktalara konulması durumunda su sızıntısı riskine karşı bent, ek drenaj sistemleri veya drenaj pompaları kullanılmalıdır.

Tankların yerleri belirlenirken tanklara binecek yükler göz önünde bulundurulmalıdır.

Yerüstünde yapılan tanklar, bakım/onarım işleri açısından daha ekonomiktir.

Donma, ısınma ve alg patlaması gibi riskleri en aza indirmek amacıyla yerüstü tanklar ve sarnıçlar opak olmalı ve 0°C'nin altı ve 20°C'nin üstündeki sıcaklıklara maruz kaldıkları yerlerde yalıtım tedbirleri alınmalıdır.

Yeraltı tankları donma risklerine karşı ek tedbir sağlar, yaz aylarında suyu daha serin tutar ve güneş ışığı almadığı için alg patlamalarına imkan vermez.

### 1.5.6. Dolu Savak ve Drenaj

Şiddetli yağışlarda suyun fazlasını tahliye etmek amacıyla tanklarda ve sarnıçlarda bir taşma savağı (dolu savak) teşkil edilmelidir. Taşma savağı, geri tepmeleri önlemeli ve sisteme haşere girişini önlemelidir. Yerüstünde yapılan tanklar ve sarnıçlarda taşma savağı önüne ızgara konulmalıdır.

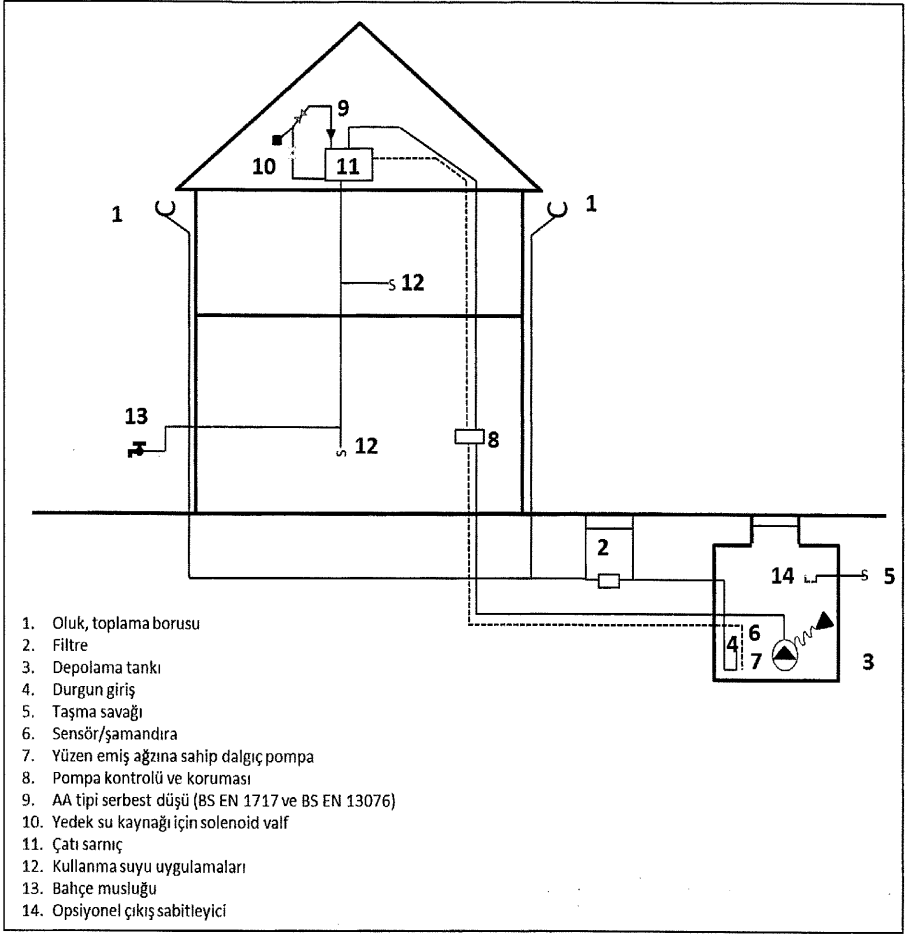
Taşma savağından sonra kullanılan çıkış borusu, en azından giriş borusu ile aynı kapasitede olacak şekilde boyutlandırılmalıdır.

Taşma savağı, zemin şartları müsait olduğunda yeraltına sızdırılmalı, bu mümkün değilse yağmursuyu toplama sistemine deşarj edilmelidir.

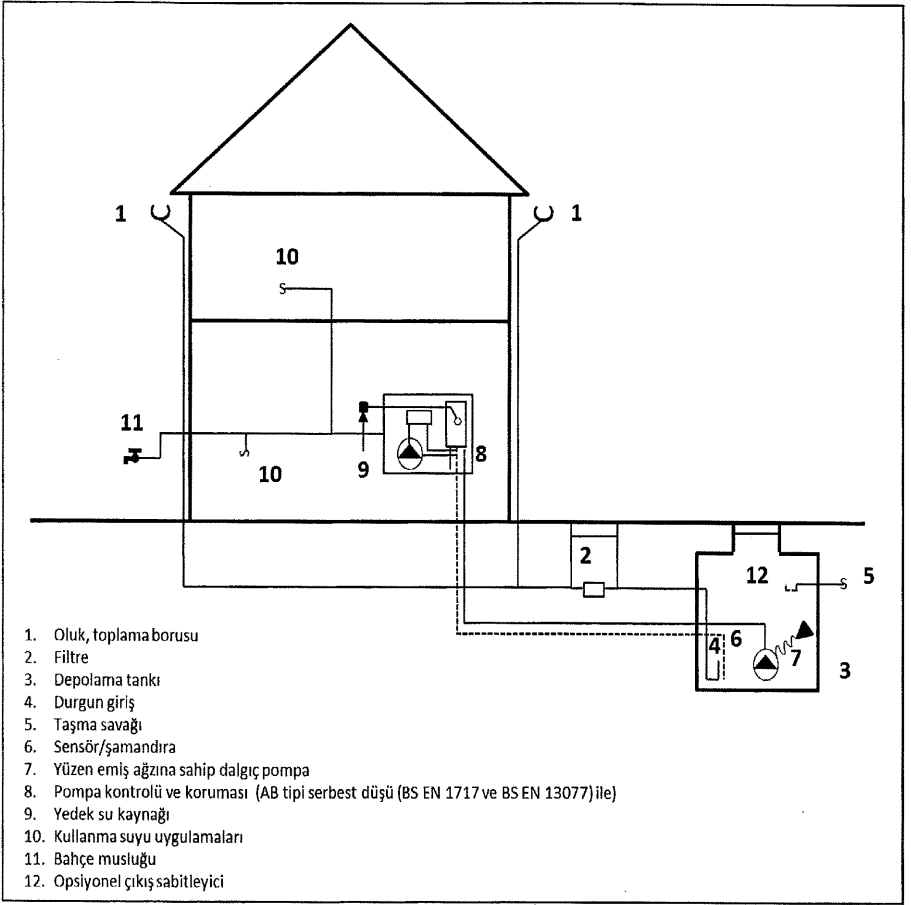
Yağmursuyu toplama sistemine deşarj edilen taşma savaklarında geri tepmeleri önlemek amacıyla taşmayı önleyecek, TS EN 13564'e uyumlu vanalar kullanılmalıdır.

Taşma savağının kullanılma sıklığı, tank boyutu ve toplanan su miktarının ihtiyaca oranına bağlı bir fonksiyondur. Genel olarak, yüzen katıların birikmesini engellemek amacıyla taşma savaklarının belirli aralıklarla kullanılması istenir.

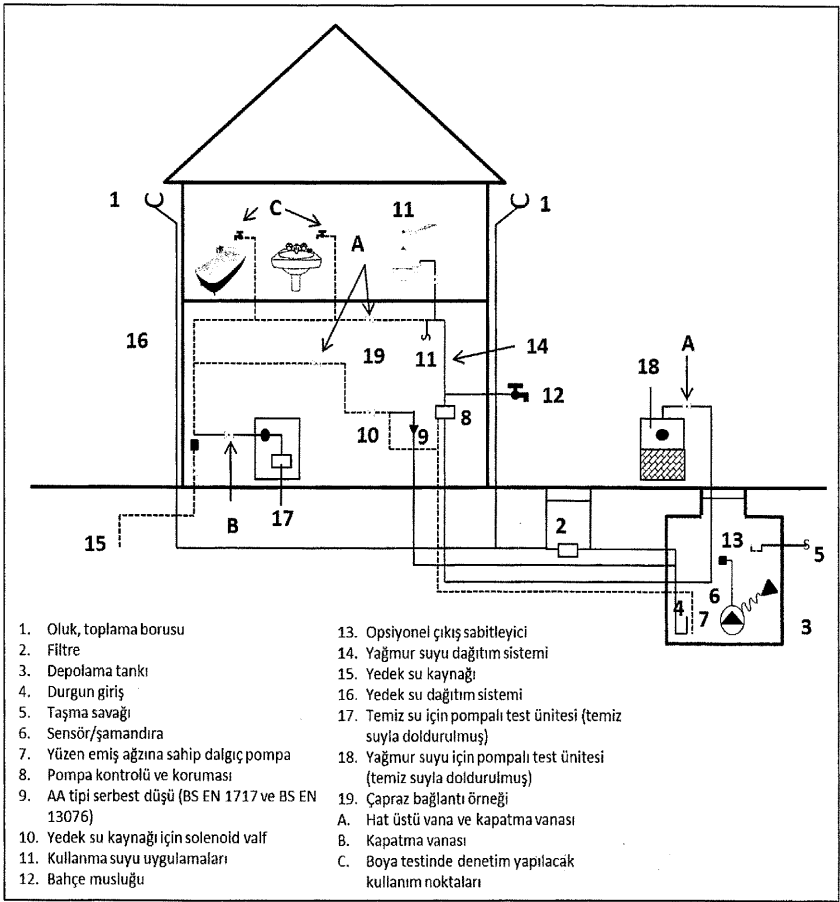




**Şekil 1.27.** AA tipi serbest düşü ve indirekt, esas su kaynağı olan tipik sistem



**Şekil 1.28.** AB tipi serbest düşütlü modüler tipik sistem



Şekil 1.29. Tipik yağmursuyu kullanma sistemi

### 1.6. Teknik altyapı tesislerinin yol enkesitlerindeki konumları

Kent içi araç ve yaya yolları ve bunların genişlikleri ile ilgili olarak; Mekânsal Planlar Yönetmeliği'nin 23., 24/5. ve 26/C maddeleri ile 3194 sayılı İmar Kanununun ve yönetmeliklerin uygulanmasına ilişkin Genelge'nin 7 nci maddesi hükümleri dikkate alınmış ve usul ve esaslarda verilen kriterlere göre yol en kesitlerinde teknik altyapı tesisleri konumlandırılmıştır.

Yaya yollarının (kaldırımların) genişlikleri ve kullanım şekli, otobüs duraklarının varlığı, bisiklet yollarının olup olmaması, parklanma ihtiyacı, yolların her iki tarafındaki imar durumu, trafiğin farklı ulaşım modlarına göre düzenlenme şekli yol enkesitinde Teknik Altyapı Tesislerinin konumlandırılmasında dikkate alınmalıdır.

Altyapı tesislerinin alternatif kesitlerde konumlandırılmasında usul ve esaslarda verilen gerekli hat sayısı, kanal (hat) toprak örtü kalınlığı, diğer tesislere yakınlık, imar durumu, işletme ve bakım kolaylığı ve mevcut durum dikkate alınmalıdır.

Trafiğin seyrettiği araç yollarında yol üst kaplaması; aşağıdan yukarıya doğru 20 cm alt temel, 15 cm plantmiks temel, 10 cm bitümlü temel, 7 cm binder tabakası ve 5 cm aşınma tabakası

olmalıdır. Kaldırımlarda grovak dolgu, 10 cm kum şilte ve en üstte 8-10 cm'lik beton parke taşı olmalıdır. Parklanma şeritlerinde ise asfalt kaplamadan kaçınılmalı ve trafik yüküne dayanıklı bir kaplama malzemesi olmalıdır (Şekil 1.30).

Yol genişliklerine göre;

- İçme ve kullanma suyu sistemleri,
- Atıksu kanalizasyon sistemleri,
- Yağmursuyu toplama ve depolama sistemleri,
- Elektrik dağıtım sistemleri,
- Telekomünikasyon sistemleri ve
- Doğalgaz sistemlerinin

en kesitteki konumları Şekil 1.31 ile Şekil 1.42 arasında verilmiştir. Söz konusu en kesitlerde, AS: Atıksu kanalizasyon hattını, YS: Yağmursuyu kanal hattını, İS: İçme suyu hattını, DB: İçme suyu dağıtım borusunu, TLK: Telekomünikasyon hattını, ELK: Elektrik dağıtım hattını ifade etmektedir. Beş farklı yol genişliği için 12 tip kesit önerilmiştir. Bunlar;

- 1) Servis veya yaya yolu (genişlik 7 m)
- 2) 10 metrelik yol (2 seçenek)
- 3) 12 metrelik yol (2 seçenek)
- 4) 15 metrelik yol (2 seçenek)
- 5) 20 metrelik yol (2 seçenek)
- 6) 25 metrelik yol (3 seçenek)

İçme suyu dağıtım hatlarında; yol genişliğinin 15 m'den küçük olması halinde tek taraflı bir adet dağıtım borusu, daha büyük yol genişliklerinde her iki tarafta birer içme suyu dağıtım borusu olmalıdır. Ayrıca şebekede 300 mm'den büyük çaplı şebeke borularında abone bağlantısı yapılmamalı, dağıtım borusunun hemen yanına ikinci bir dağıtım borusu öngörülmelidir.

İçme suyu borularında minimum toprak örtü kalınlığı 1,0 m olup, iklim şartlarına göre artırılabilir.

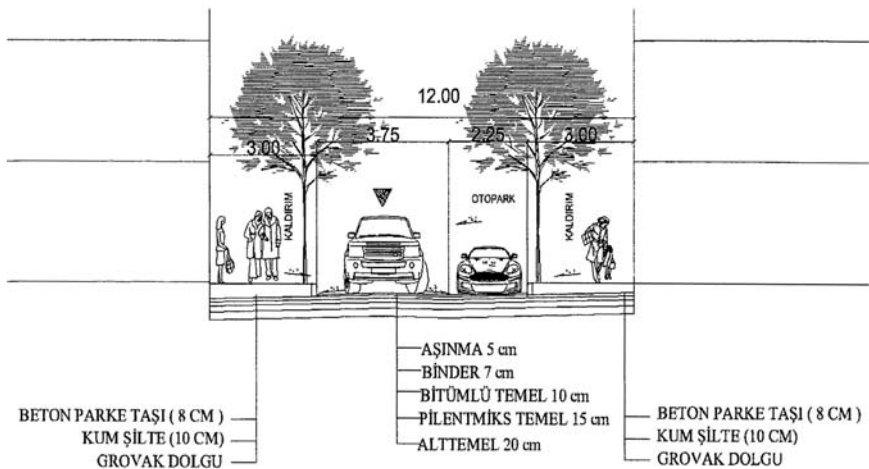
20 m'den küçük yollarda bir adet, 20 m'den büyük yollarda iki adet atık su kanalı olmalıdır. Atıksu kanalının çift olması halinde abone bağlantısının yapılacağı kaldırım tarafına yakın olmalıdır. Atıksu kanallarında minimum toprak örtü kalınlığı 2,70 m olup, imar planında bodrum katları öngörülmediği takdirde bu değerden daha küçük alınabilir.

Yağmursuyu kanalları, her genişlikteki yol için mümkün olduğunca yol eksenine yakın olacak şekilde konumlandırılmalıdır. Yağmur suları ızgaradan bacalara bağlanmalıdır. Yağmursuyu kanallarında minimum örtü kalınlığı 1,2 m alınabilir.

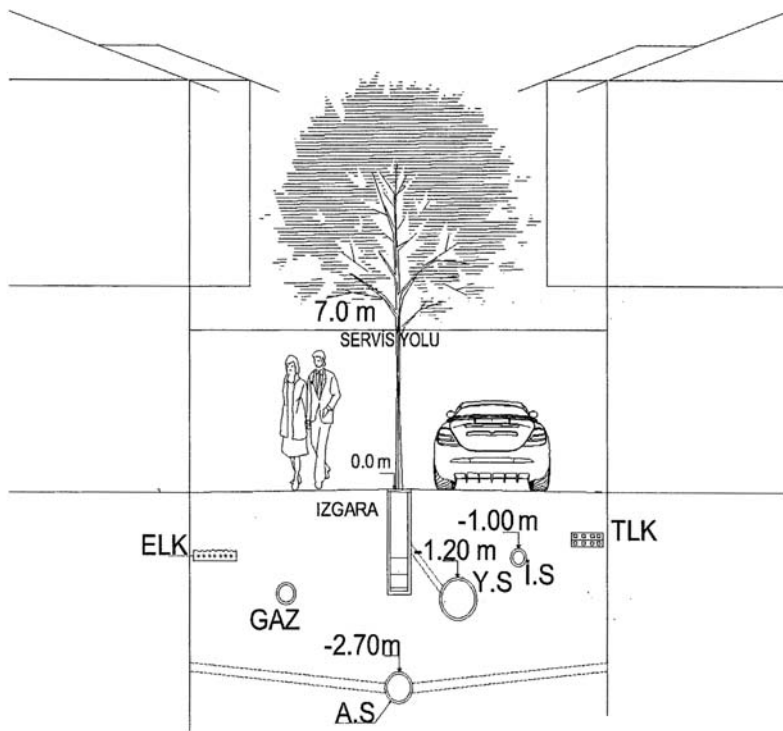
Telekomünikasyon hatları yolun bir tarafına usul ve esaslarda verilen ölçülerde parsel sınırına yakın konumlandırılmalıdır. Elektrik hatları da yolun diğer tarafına usul ve esaslarda öngörülen mesafede parsel sınırlarına yakın konumlanmalıdır.

Doğalgaz hatları kaldırıma ve diğer altyapı tesislerine şartnamesinde belirtilen mesafede yerleştirilmelidir.

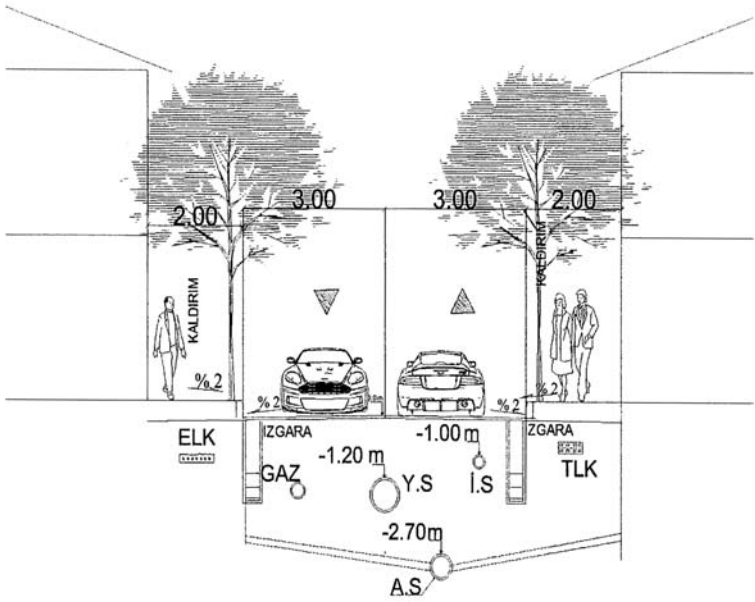




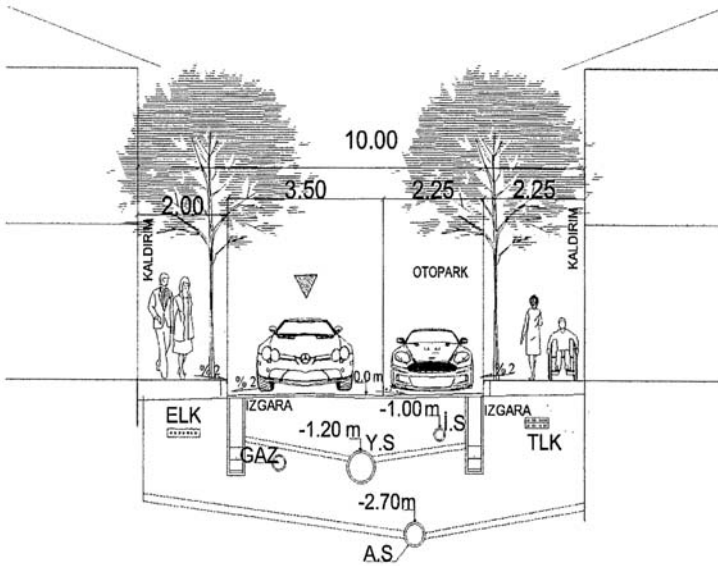
Şekil 1.30. Servis veya yaya yolları için yol kaplama detayları



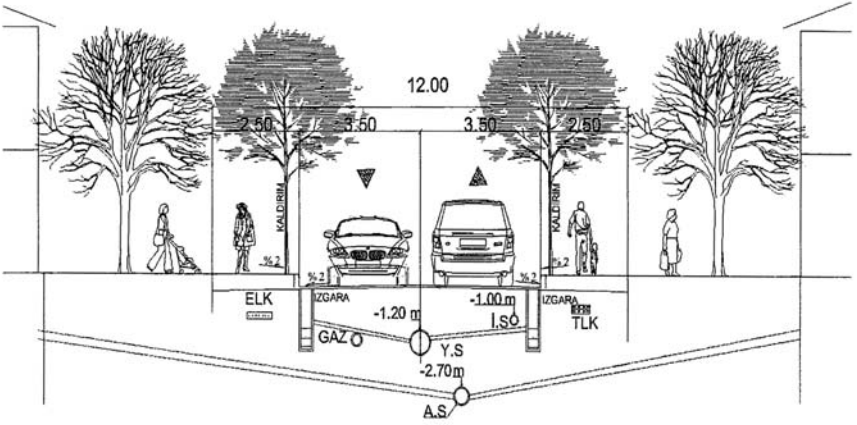
Şekil 1.31. 7 m'lik servis veya yaya yolu için teknik altyapı sistemlerinin konumlandırılması



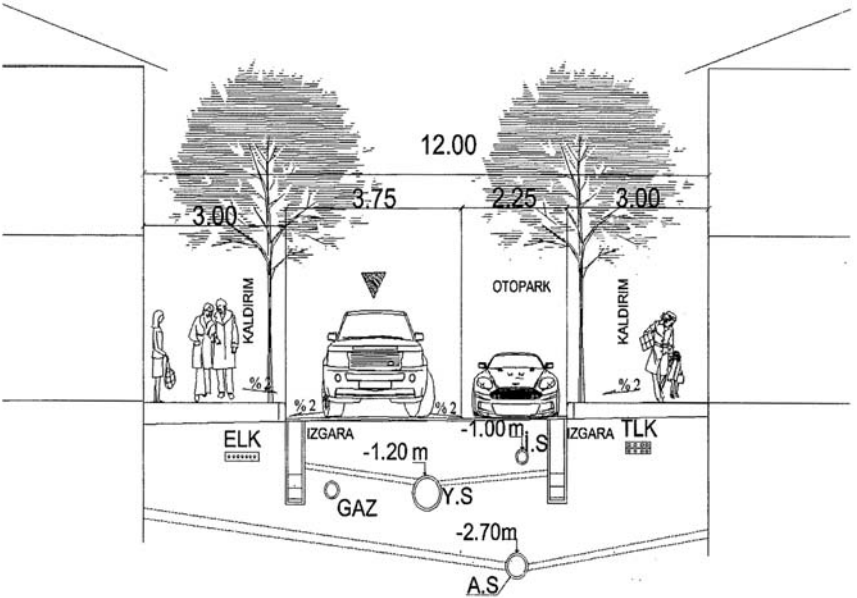
Şekil 1.32. 10 m'lik servis veya yaya yolu için teknik altyapı sistemlerinin konumlandırılması Seçenek-I



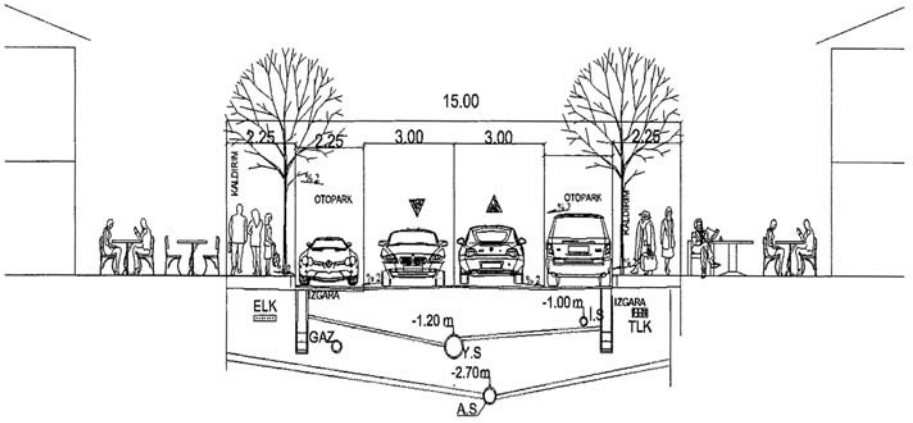
Şekil 1.33. 10 m'lik servis veya yaya yolu için teknik altyapı sistemlerinin konumlandırılması Seçenek-II



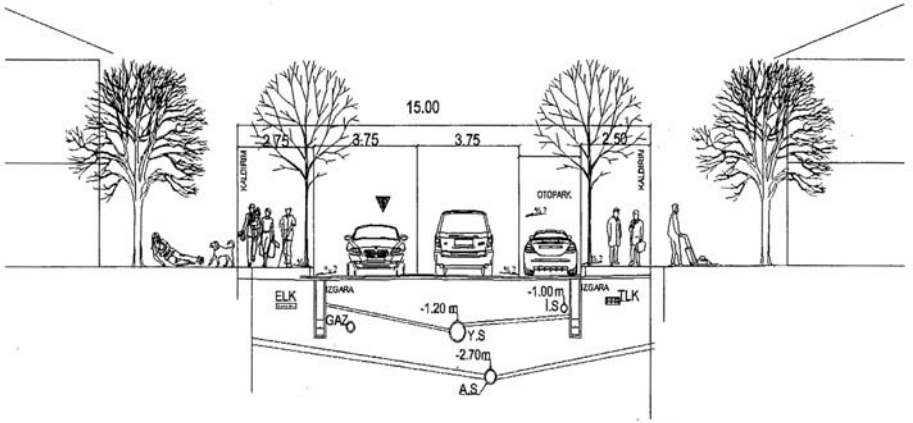
Şekil 1.34. 12 m'lik servis veya yaya yolu için teknik altyapı sistemlerinin konumlandırılması Seçenek-I



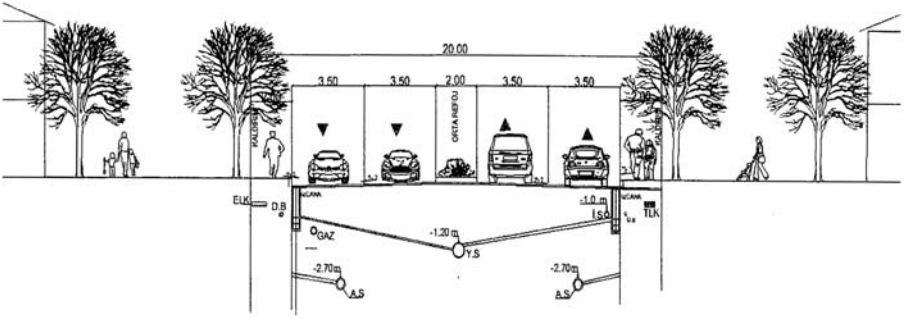
Şekil 1.35. 12 m'lik servis veya yaya yolu için teknik altyapı sistemlerinin konumlandırılması Seçenek-II



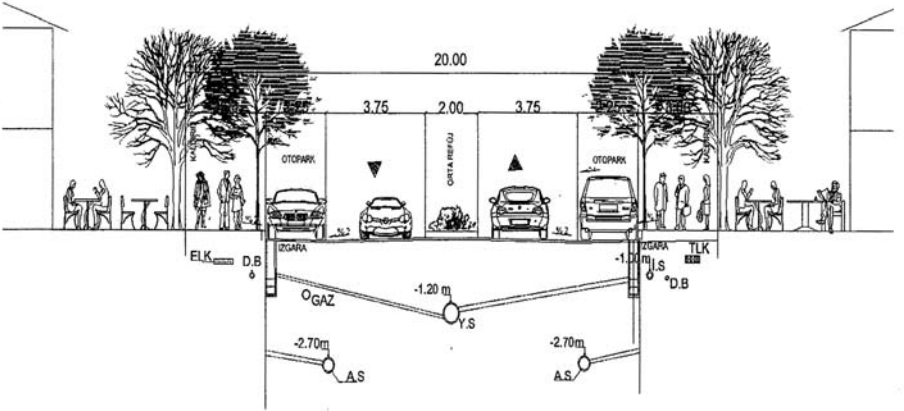
Şekil 1.36. 15 m'lik servis veya yaya yolu için teknik altyapı sistemlerinin konumlandırılması  
Seçenek-I



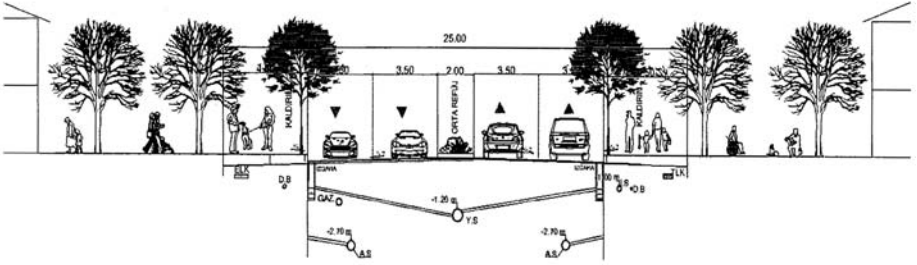
Şekil 1.37. 15 m'lik servis veya yaya yolu için teknik altyapı sistemlerinin konumlandırılması  
Seçenek-II



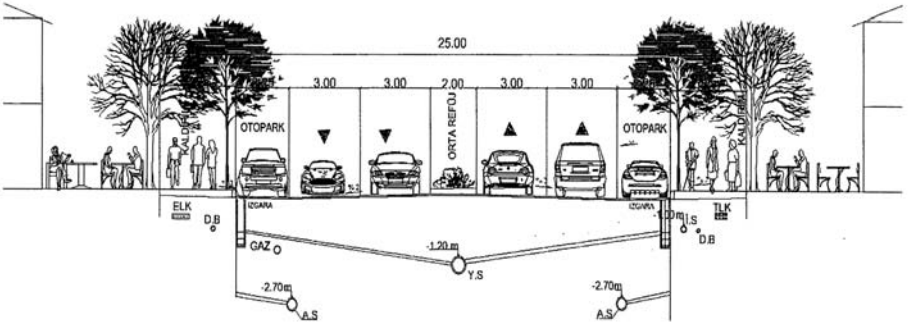
Şekil 1.38. 20 m'lik servis veya yaya yolu için teknik altyapı sistemlerinin konumlandırılması  
Seçenek-I



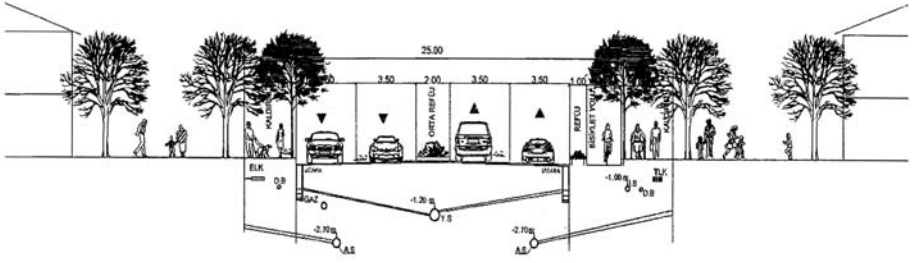
Şekil 1.39. 20 m'lik servis veya yaya yolu için teknik altyapı sistemlerinin konumlandırılması  
Seçenek-II



Şekil 1.40. 25 m'lik servis veya yaya yolu için teknik altyapı sistemlerinin konumlandırılması  
Seçenek-I



Şekil 1.41. 25 m'lik servis veya yaya yolu için teknik altyapı sistemlerinin konumlandırılması  
Seçenek-II



Şekil 1.42. 25 m'lik servis veya yaya yolu için teknik altyapı sistemlerinin konumlandırılması  
Seçenek-III

## YAĞMURSUYU SİSTEMLERİNİN YAPIMINA İLİŞKİN USUL VE ESASLAR

### 2.1. GENEL ESASLAR

#### 2.1.1. Engeller

Yağmursuyu kanalizasyon hatlarının döşeme işlerine başlamadan önce idari, hukuki ve fiziki engeller kaldırılmalıdır. Bu engellerden ilgili kurum tarafından kaldırılması gerekenler, mümkünse iş ihale edilmeden, mümkün değilse yer teslimi yapılmadan kaldırılır. Başka kurum veya şahıslardan izin alınması, irtifak hakkı tesisi veya istimlak edilmesi gerekmesi halinde bu işler, işi aksatmayacak bir program içinde yapılmalıdır.

#### 2.1.2. Yeraltı Tesisleri

Yağmursuyu kanallarının döşenme işlerine başlamadan önce güzergahta yeraltı tesislerinin bulunup bulunmadığı araştırılmalıdır. Bunun için yeraltı tesisi bulunan kurumlardan tesislerinin projeleri temin edilmelidir. Bu projeler incelenerek aplikasyona uygun hale getirilmelidir. Şayet bu tesislerin projeleri aplikasyona uygun duruma getirilemez veya hiç proje temin edilememiş ise ilgili kurumun sorumluları ile birlikte tesislerin yeraltındaki yerleri ve pozisyonları araştırma kazıları yapmak suretiyle tespit edilmelidir.

#### 2.1.3. İş Sırası

Yapım işinde inşaat mansaptan menbaya doğru yapılmalıdır. Döşenen borulara ait daimi ve geçici tahliyeler sağlanmalı ve işe bundan sonra devam edilmelidir.

Biten kısımlar, bağlantıları tamamlanarak işletmeye alınmalıdır. Yapım işleri bölgelere ayrılmalı ve bir bölgedeki kanal ve ızgara bağlantıları bitmeden bir başka bölgede çalışma yapılmamalıdır.

#### 2.1.4. Dinamitle Kaya Patlatılması

Kazı sırasında zeminin kaya olması sebebiyle kazının yapılabilmesi için dinamit ile patlatma yapılması gerekliyse ihtiyaç duyulan dinamit, fitil ve füyeler sahaya önceden getirilerek depolanmalı ve muhafaza edilmelidir. Yerleşim yerleri ile hassas bölgelerde patlatma yapılmamalıdır. Patlatma işi sertifikalı uzman kişilere yaptırılmalıdır. Patlatma esnasında iş sağlığı ve güvenliği ile ilgili gerekli tedbirler alınmalıdır.

#### 2.1.5. Güvenlik Önlemleri

Boru hendekleri kazılırken, borular döşenirken ve hendek doldurulurken gerekli tedbirler alınmalıdır. Kazı sahası bariyerlerle kapatılmalı ve geceleri en az 100 m mesafeden görülecek şekilde ışıklı işaretler kullanılmalıdır. Karayollarındaki kazılarda ışıklı işaretler en az 500 m mesafeden görülmelidir. Meskun bölgelerde yayaların kazıdan zarar görmemesi için gerekli tedbirler alınmalı ve emniyetli geçitler kurulmalıdır.

Gerektiğinde kazı yapılan yollar kapatılabilir. Bu durumda yolun kapalı olduğuna ilişkin ikaz ve uyarı levhaları ve ışıklı işaretler kullanılmalıdır. Araç trafiğine kapatılan yollarda, bölgedeki sakinlerin acil ihtiyaçları için gerekli tedbirler alınmalı ve yayaların evlerine emniyetle girip çıkmaları sağlanmalıdır.



### **2.1.6. Yol İşleri**

Küçük çaplı boruların hendek başına taşınması için platform düzenlenmelidir. Büyük çaplı ve ağır tonajlı boruların taşınması için servis yolları hazırlanmalıdır.

Boru güzergahındaki yollardan kaldırım taşı, kesme parke taşı, beton plakalar, mermer plakalar gibi yeniden kullanılabilen kaplama malzemeleri itina ile zarar vermeden sökülmesi, yol kenarında istiflenmeli ve iş bittikten sonra tekrar eski haline getirilmelidir.

Boru döşeme işleri tamamlandıktan sonra, yapılan işler eğer meskun saha içinde ve yol güzergahında ise yol eski haline getirildikten sonra süpürülmelidir. Eğer yapılan işler meskun saha dışında ise sahipli arazilerde güzergah eski haline getirilerek teslim edilmelidir. Sahipsiz arazilerde ise boru hendeği üzeri ileride olabilecek olan oturmalara karşı bir miktar bombeli olarak bırakılmalıdır.

## **2.2. MALZEMELERİN TAŞINMASI VE DEPOLANMASI**

### **2.2.1. Yükleme ve boşaltma**

Borular, diğer malzemeler ve özel parçaların araçlara yüklenmesine, taşınmasına ve boşaltılmasına dikkat edilmelidir. Yükleme ve boşaltma işlemi vinç veya makina ile yapılmalı ve borular sapanlarla tutularak kaldırılmalıdır. İndirme ve yüklemelerde zincir, çelik halat kullanılmamalı, borular silkelmemeli, ani kaldırılmamalı ve ani indirilmemelidir. Boru ve parçaları hiç bir şekilde damp edilmek suretiyle indirilmemelidir.

### **2.2.2. Depolama işleri**

Depolanacak olan borular düzgün şekilde istiflenmeli, yuvarlanmalarını engellemek için ahşap takozlarla desteklenmelidir. Diğer malzemeler, cins ve boyutlarına göre ayrı ayrı istiflenerek depolanmalıdır.

### **2.2.3. Şantiye İçi Taşıma İşleri**

Çalışma sahası içindeki taşıma işlerinde boruların ve diğer malzemelerin fiziki yapısının bozulmamasına dikkat edilmelidir. Eğer taşıt kullanılıyorsa yükleme ve boşaltma için vinç ve sapan kullanılmalıdır. Hendek kenarındaki boruların yuvarlanmaması için ahşap takozlar kullanılmalıdır. Borular hiç bir zaman taşıttan atılarak boşaltılmamalıdır.

## **2.3. BORU HENDEKLERİ**

### **2.3.1. Hendek Dolgu ve Çalışma Mesafeleri**

Çalışma mesafeleri; boru çapı, çıkacak hafriyatın nakliyesi ve çalışacak makinelerin gabarisi göz önünde bulundurularak en ekonomik şekilde işin bitirilmesine olanak sağlayacak şekilde seçilmelidir.

### **2.3.2. Hendek Şev ve Eğimleri**

Şevli kazılarda şev eğimleri zeminin jeolojik yapısına, yer altı suyu durumuna, iklim şartlarına göre arazide uygulama yapmak suretiyle belirlenmelidir.

Kazının şevli veya iksalı yapılması hususunda; zeminin jeolojik yapısı, yapılabirlik durumu, ekonomikliği vb. konular göz önünde bulundurulmalı ve gerekli hesaplar yapılarak karar verimelidir.

### 2.3.3. Boru Hendeklerinin Güvenliği

Açılan hendeklerde akmalara, kaymalara, göçüklere müsaade etmeyecek şekilde iş sağlığı ve güvenliği ile ilgili gerekli tedbirler alınmalıdır. Açılan hendeklere borunun güvenli bir şekilde döşenmesi ve bağlantılarının yapılarak hendek dolgusunun tamamlanması için gerekli güvenlik tedbirleri alınmalıdır.

1,5 m den daha derin hendeklerde can ve mal emniyeti için kazılar şevli veya iksalı olarak yapılabilir. Şev veya iksa yapılmasındaki karar, ekonomik mukayese ve işin yapılabirliğine bağlıdır.

Çalışmalar sırasında yağmur veya başka sebeplerle hendeğe su girmesi engellenmelidir.

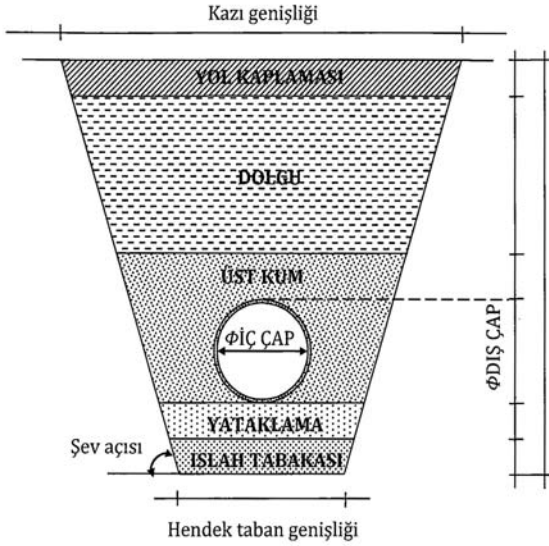
### 2.3.4. Hendek Taban Genişlikleri ve Boruların Yataklanması

Hendek genişlikleri boru dış çapına ( $\phi$ , cm) bağlı olarak Çizelge 2.1'deki gibi olmalıdır. Şevli ve iksalı kazılarda kazı ve hendek taban genişlikleri Şekil 2.1 ve Şekil 2.2'de verilmiştir.

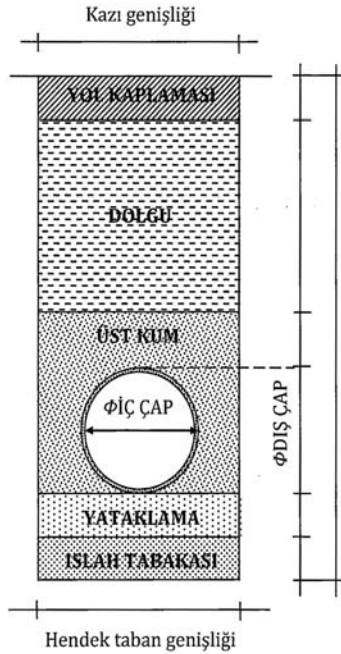
Çizelge 2.1. Hendek taban genişlikleri

Hendek tipi	Hendek genişliği (cm)
$\phi \leq 40$ cm borular	
Şevli hendek	$\phi+2*20$
İksalı hendek	$\phi+2*20+2*5$
$40 < \phi \leq 70$ cm borular	
Şevli hendek ( $\leq 60^\circ$ )	$\phi+2*20$
Şevli hendek ( $> 60^\circ$ )	$\phi+2*35$
İksalı hendek	$\phi+2*35+2*5$
$\phi > 70$ cm	
Şevli hendek ( $\leq 60^\circ$ )	$\phi+2*45$
Şevli hendek ( $> 60^\circ$ )	$D + 2*60+2*5$
İksalı hendek	$\phi+2*60+2*5$

Aynı hendeğe birden fazla boru döşenmesi halinde her boru arasına asgari 20 cm lik bir boşluk bırakılmalıdır. Yerinde dökme mecralarda ve sanat yapıları kazılarında çalışma genişliği en fazla 60 cm olmalıdır. Kazılarda ahşap iksa kullanılması halinde hendek genişliği 2x5 cm, panolu iksalarda 2x12,5 cm, palplanş türü iksalarda ise projesine bağlı olarak palplanş profil derinliğinin iki katı kadar ilave edilir.



Şekil 2.1. Şevli kazılarda kazı genişliği ve hendek taban genişliği



Şekil 2.2. İksalı kazılarda kazı genişliği ve hendek taban genişliği

Borular hendeğe indirilmeden önce, hendek derinliği ve genişliği kontrol edilmeli, kum, silt, toprak ve yumuşak küskülük zeminlerde borunun yerleştirileceği kesime boru için yatak hazırlanmalıdır. Bu suretle borunun, zemine çizgisel olarak oturmasına engel olunmalıdır.

Kayalık zeminlerde ise kazı, yataklama yapılabilmesi için daha derin olarak yapılmalıdır. Yatak, toprak veya kum gibi yumuşak malzemeden teşkil edilmelidir. Yataklama sonunda borunun alt kısmının zemine tam yüzey olarak oturması sağlanmalıdır. Kayalık zeminlerde yataklama kalınlığı  $20+(D/10)$  cm olmalıdır. Yataklamalar borunun taşıma gücünü artırdığından yapımına özel itina gösterilmelidir.

### **2.3.5. Boru Başı Hendekleri**

Büyük çaplı borularda, hendek içinde boru başlarının sıhhatli bir şekilde bağlanabilmesi için baş yerlerinde hendek genişliğince boru bağlantısının rahat bir şekilde yapılabileceği derinlik ve genişlikte boru başı hendekleri kazılmalıdır.

### **2.3.6. Zemin Cinsleri ve Tarifleri**

#### **2.3.6.1. Toprak zeminler**

- a) Yumuşak Toprak: Bel küreği ve kürekle kazılabilen toprak, bitkisel toprak, gevşek kum ve benzer zeminler
- b) Sert Toprak: Kazmanın yassı ve ara sıra sivri ucu ile kazılan toprak kumlu kil, gevşek kil, killi kum, çakıllı kürekle atılabilen taşlı toprak ve benzeri zeminlerdir.

#### **2.3.6.2. Küskülük zeminler**

- a) Yumuşak küskülük: Kazmanın sivri ucu ve ara sıra küskü, kama ve tokmak ile kazılan toprak, sert kil, yumuşak marn, sıkışık, gravye, parçalanıp el ile atılabilen  $0,100 \text{ m}^3$ 'e kadar büyüklükteki her cins blok taşlar, kazı güçlüğü benzerliğinden dolayı çamur ve benzeri zeminlerdir.
- b) Sert küskülük: Kazmanın sivri ucu, küskü, kama, tokmak ve kırıcı tabanca ile kazılan çürük ve çatlamış kaya, çürük ve yumuşak gravye, şist, taşlanmış marn, taşlanmış kil  $0,100-0,400 \text{ m}^3$  büyüklükte, parçalanıp el ile atılabilen her cins blok taşlar ve benzeri zeminlerdir.

#### **2.3.6.3. Kaya zeminler**

- a) Yumuşak kaya: Küskü, kırıcı tabanca veya patlayıcı madde kullanılarak kazılan tabaklaşmış kalker, marnlı kalker, şist, gre, gevşek konglomera, alçı taşı volkanik tüfler (Bazalt tüfleri hariç)  $0,400 \text{ m}^3$ 'den büyük aynı cins blok taşlar ve benzeri zeminlerdir.
- b) Sert kaya: Patlayıcı madde kullanılarak atılan, kırıcı tabanca ile parçalanıp sökülen kalın tabaka ve kitle halinde sert gre, kesif kalker, andezit, trakit, tahallül etmemiş serpantin, betonlaşmış konglomera, bazalt tüfleri, mermer,  $0,400 \text{ m}^3$  den büyük aynı cins blok taşlar ve benzeri zeminlerdir.
- c) Çok sert kaya: Fazla miktarda patlayıcı madde kullanarak atılan, kırıcı tabanca ile parçalanıp sökülen tahallül etmemiş granit ve benzeri, bazalt, porfir, kuvarst  $0,400 \text{ m}^3$  den büyük aynı cins blok taşlar ve benzer zeminlerdir.

#### **2.3.6.4. Batak ve balçık zeminler**

Su muhtevası yüksek olan ve bu suyu kolay bırakmayan, genellikle yapışkan nitelikteki zeminlerdir.

## 2.4. MONTAJ

### 2.4.1. Muayene

Döşeme yapılacak olan boru ve diğer malzemeler hendeğe indirilmeden önce göz ve elle muayene edilmelidir. Hasarlı, özürlü veya tereddüt uyandıracak bir durum tespit edilmesi halinde malzeme hendeğe indirilmemelidir.

### 2.4.2. Malzemenin Hendeğe İndirilmesi

Boru ve diğer ağır parçalar hendeğe dikkatle indirilmelidir. Ağır parçalar hendeğe mutlaka vinç veya makina ile indirilmelidir. Malzemeler hendeğe indirilirken kumaş veya naylondan yapılmış sapanlar kullanılmalı, tel halat kullanılmamalıdır. Boru ve diğer malzemeler hendeğe atılmamalı veya yuvarlanmamalıdır. Küçük parçalar elle hendeğe indirilebilir.

### 2.4.3. Eğimli Arazideki Boru Hatları

Eğimli arazilerde boru döşemelerinde boruların kaymaması için arazinin eğimine bağlı olarak belirli aralıklarla tespit kitleleri yapılmalı ve kaymalar ile baş bağlantılarının sökülmesi ve içsel gerilmeler oluşması engellenmelidir. Ayrıca boru üzerindeki hendek dolguların kaymaması ve akmaması için yine arazinin eğimine bağlı olarak toprak tutucu perdeler inşa edilmelidir.

### 2.4.4. Yön Değiştirme

Boru hatlarındaki yön değiştirmeler mutlaka muayene bacalarında yapılmalıdır. Hat üzerinde hiçbir şekilde yön değiştirmeye izin verilmemelidir.

### 2.4.5. Diğer

Boruların döşenmesi sırasında içlerinin dolmaması için özellikle dikkat edilmelidir. Boru başını bağlamadan önce, bir önceki borunun içi kontrol edilmeli ve içinde herhangi bir madde var ise temizlenip silinerek diğer borunun bağlanmasına geçilmelidir.

Döşemeye ara verildiğinde veya gün sonunda döşenmekte olan boru hattının ağızları geçici kapaklar ile kapatılmalıdır. Ayrıca yeraltı suyu, yağış ve sel sularının boruya dolmaması için gerekli önlem alınmalıdır.

## 2.5. BORULAR VE DİĞER MALZEMELER

### 2.5.1. Beton borular

Kullanılacak beton borular TS 821 EN 1916'ya uygun olmalı; beton santralında ve otomatik beton boru fabrikasında, santrifüj sistemle imal edilen, vibrasyonla sıkıştırılan, (K) sınıf (B) tipi lastik contalı, buhar kürlü beton veya betonarme borularla, entegre contalı buhar kürlü beton veya betonarme borular kullanılmalıdır. Betonun elle yapılıp düşey kalıplarla dökülen ve elle tokmaklarla sıkıştırılan beton borular yağmursuyu kanalizasyon inşaatlarında kullanılmamalıdır.

### 2.5.2 Diğer borular

Yağmursuyu kanalizasyon tesislerinde beton ve betonarme borulardan başka cins borular da kullanılabilir. Bu tür boru kullanılmasında yer altı suyunun varlığı, suyun kimyasal özellikleri önemlidir. Bu hususta ekonomik ve teknik analiz yapılarak idarenin onayı alınmalıdır.

### 2.5.3 Baca kapakları

Yağmursuyu kanalizasyon baca kapakları üzerine gelecek trafik yüklerini taşıyabilecek özellikte ve TS EN 1478 e uygun olarak imal edilmelidir. Tesiste nerede ne tür kapak kullanılacağı projesinde belirtilmiş olmalıdır. Kapakların deneyleri TS EN 1478'e göre yapılmalıdır.

### 2.5.4 Merdivenler

Muayene bacalarında veya ihtiyaç duyulan diğer yerlerde font merdivenler kullanılmalı; merdivenlerin beton içinde kalan kısımları hariç sıcak usulle ziftlenmelidir. Merdivenler DIN 121'de verilen şartları sağlamalıdır.

### 2.5.5 Elastomer contalar

Muflu boruların ek yerlerinde TS EN 681-1,2,3,4 standardına uygun esnek özelliği olan ve fazla şekil değiştirmeye yatkın sentetik kauçuk ve plastikten imal edilmiş contalar kullanılmalıdır. Contaların laboratuvar deneyleri yapılarak uygunluğunun tespit ve tescil edilmiş olması şartı aranmalıdır.

## 2.6. BASINÇ TESTLERİ

Boru döşeme işi tamamlandıktan sonra döşenen hattın basınç tecrübesi için deney hattı uzunluğu belirlenir. 150 mm'den 800 mm'ye kadar olan borularda deney uzunluğu en çok 500 m olarak seçilmelidir. Deney uzunlukları işin şekline ve özelliğine ve deney tarihindeki özel şartlara bağlı olarak daha kısa olarak alınabilir. Boru başları özel tapalarla kapatılarak baca üst seviyesine kadar su doldurmak suretiyle deney yapılır. 800 mm ve daha büyük çaplı borularda sonuca daha kısa sürede ulaşmak için özel yaptırılacak deney aparatları ile yalnız bağlantı noktasının sızdırmazlık deneyi yapılmalıdır.

Deney pompası, deney yapılacak hattın kot olarak en düşük noktasına yerleştirilir. Bundan sonra hat yavaş yavaş su ile doldurulur. Hat su ile dolarken içindeki havanın dışarı atılması için üst noktalarda hava alınacak yerler bırakılır. Hattın içinde hiç hava kalmayacak şekilde su ile doldurulur. Bütün tapalarda kaçak olup olmadığı gözden geçirilir.

Yağmursuyu hatları döşendikten sonra sızdırmazlık deneyine tabi tutulmalıdır. Cazibeli olarak çalışan boru hatları 0,5 atü basınca tabi tutulur. Basıncı olarak çalışan yağmursuyu kanalizasyon hatları ise işletme basıncının en az 1,3 katı yüksekliğinde bir basınç deneyine tabi tutulmalıdır. Deneye hazır olduğu bildirilen hat, kontrol mühendisi tarafından önce gezilerek göz ile muayene edilmeli, varsa sızdıran ve çatlak olan borular değiştirilmelidir. Deney, müspet netice alınana kadar tekrarlanmalıdır.

Basınç deneyinde kullanılacak manometre en az 0,1 kg/cm<sup>2</sup> duyarlılıkta olmalıdır. Deney sonunda kontrol mühendisi tarafından manometredeki basınç ölçülmeli kaydedilmelidir.

Nakliye esnasında, depoda veya arazide, hendeğe yerleştirilirken boru ve diğer malzemelerin iç izolasyonlarında herhangi bir hasar söz konusu olması halinde bu hasarlı kesimler malzeme

hedeğe indirilmeden tamir edilmelidir. Şayet hendekte hasar görmüş ise izolasyon dolgu yapılmadan önce mutlaka tamir edilmelidir.

## **2.7. UYGULAMA PLANLARI**

İnşaatı biten ve işletmeye alınan boru hatlarının, işletmede kullanmak amacıyla, yapıldığı şekli yansıtabak şekilde işletme projesi hazırlanmalıdır. İşletme projeleri; TRKBIS Kamusal Hizmet Servisleri Uygulama Şeması veya INSPIRE Altyapı Ağları Uygulama Şemasında modellenen coğrafi detayların geometrileri ve özniteliklerini içerecek biçimde sayısal formda hazırlanır. Yağmursuyu sistemlerine ilişkin coğrafi detayların konum ve özniteliklerine ilişkin bilgiler, seçilen kurumsal veri modeline uygun biçimde ilgili kurumun sorumluluğu altındaki Coğrafi Bilgi Sistemlerinde tutulur. İlgili kurum, kurumsal veri modelinin; TRKBIS Kamusal Hizmet Servisleri Uygulama Şeması veya INSPIRE Altyapı Ağları Uygulama Şemasına uygun biçimde organizasyonuna veya kurumsal veri modelinin belirtilen formatlara dönüşümüne ilişkin önlemleri alır.

Yukarıda belirtilen şemalarda modellenen coğrafi detayların yanısıra, yağmursuyu sistemlerinde yer alan bütün muayene bacaları, tahliye yerleri, sifon yapıları ile terfi merkezi giriş-çıkış noktalarına ilişkin ölçüler ülke koordinat sistemindeki yer kontrol noktalarına dayalı olarak yapılarak, noktaların koordinat değerleri hesaplanır.

## YAĞMURSUYU SİSTEMLERİNİN İŞLETME VE BAKIMINA İLİŞKİN USUL VE ESASLAR

### 3.1. İŞLETME PLANLARI

#### 3.1.1. Denetim Yordamları

Denetim sıklığı ile denetim yordamları belirlenirken sistemdeki her bir malzeme için gerekli şartlar ve malzemelerin önemi dikkate alınmalıdır. Denetim yordamları şunları içermelidir:

- Denetim odaları dahil boru hatları, bacalar, deşarj noktaları (kot değişimi ve hız düşünölmelidir)
- Ekipmanlarla ilgili riskler ve ekipman tipleri de göz önünde bulundurulacak şekilde pompa istasyonları

#### 3.1.2. İşletme Prosedürleri

Sistem için hazırlanan işletme prosedürleri aşağıdaki malzemeler ve ekipmanlar için planları içermelidir:

- Pompa istasyonu işletme el kitabı
- Özel bileşenler işletme el kitabı (sistemdeki vakumlu ve basınçlı bileşenler gibi)
- Varsa vana işletme el kitabı
- Bekletme tankları işletme el kitabı
- İşletmeden sorumlu anahtar personelin sorumlulukları el kitabı

#### 3.1.3. Acil Durum Planları

Sistemin herhangi bir bölümünde oluşabilecek acil durumlarda uygulanması için acil durum planları hazırlanmalıdır. Bu planlar, büyük arızalar ve bütün acil durumları kapsmalıdır. Özellikle şu olaylar için acil durum planları yazılmalıdır:

- Zararlı, toksik ve patlayıcı maddelerin dökülmesi/yayılması
- Yangın müdahalelerinde kullanılan maddelerin dökülmesi
- Pompa istasyonundaki arızalar
- Kanallardaki çökmeler

Acil durum planlarında şu kalemler mevcut olmalıdır:

- Acil servis numaraları ve detayları
- Tahmini erişim süreleri
- Ulaşılabilir kaynak listeleri

Ulaşılabilir kaynaklar şu bilgileri içermelidir:

- Personel
- Araçlar
- Ekipmanlar
- Malzemeler

Bu kaynaklar gerektiğinde çok kısa sürelerde hazır hale getirilebilmelidir. Bu hususta alınan kararların, normal işletme ve bakım çalışmalarını etkilemesi olasıdır ve uygun ölçülerde olduğunda kabul edilir.



### 3.2. İŞLETME VE BAKIM

İnşa edilen tüm yağmursuyu hatları hatta oluşabilecek çökme, çatlama ve diğer kusurların tespiti için kamere monte edilmiş (CCTV'li) görüntüleme aracı ile görüntülenmelidir. Yağmursuyu sistemleri (insanların girebildiği ve giremediği) ile ilgili olarak karşılaşılan sorunlar işlevsel ve yapısal sorunlar olarak iki grupta toplanabilir:

#### 3.2.1. İşlevsel Sorunlar

Karşılaşılan işlevsel sorunlar şunlardır:

- Tıkanma. Bu durum, genellikle kanallara çökelebilen katıların karışması sonucu oluşur ve kanalda engeller oluşturarak kanal kapasitesini düşürür.
- Çökme. Tıkanmalara yol açar.
- Ağaç kökleri.
- Yapısal problemlerden ötürü kanal içine ya da kanaldan dışarıya doğru sızma.

Bu sorunlarla başedebilmek için şu yöntemler uygulanır:

- Jet akım verme
- Vinçle kaldırma
- Susta vb ile kanal açma
- Temizleme topları
- Uzaktan kontrollü ekipmanlar
- Sifonlama
- Elle temizleme

Bakım işlerinde ortaya çıkan atıklar, ulusal mevzuata uygun bir şekilde, ek bir kirliliğe yol açmadan bertaraf edilmelidir.

Önemli arıza durumlarında rehabilitasyon gerekebilir.

Kanalizasyon sistemlerinde temizleme işlemleri EN 14654-1'e göre yapılmalıdır

#### 3.2.2. Yapısal Sorunlar

Karşılaşılan yapısal sorunlar şunlardır:

- Çökme
- Kanalin çatlama ve zedelenmesi
- Kimyasal reaksiyonlar ve korozyon
- Kanal dış duvarlarında toprak erozyonu. Genellikle toprak kanalin içine sızar.
- Defolu bağlantılar
- Boru deformasyonu
- Kaymış ve açılmış boru bağlantı noktaları

Bu sorunları gidermek için kullanılan yöntemler şunlardır:

- Tamir
- Renovasyon
- Değiştirme

#### 3.2.3. Bacalar ve Denetim Odalarının İşletme ve Bakımı

Yağmursuyu sistemlerinin işletme ve bakımı için bacalar ve denetim odaları konulmalıdır. Bu konuda aşağıdaki problemlerle karşılaşılır:

- Defolu kapaklar: Kapaklar kırılmış ve çatlamış olabilir veya yerine oturmuyor olabilir.
- Erişimle ilgili sorunlar: Giriş kapağı küçük veya merdivenler defolu olabilir.
- Kimyasal maddelere dayanımsızlık ve malzemenin geçirimsizliğiyle ilgili yapısal sorunlar
- Tabanda çökme
- Koku oluşumu ve oksijen yetersizliği

Bu sorunları gidermek için şu yollar takip edilir:

- Temizleme
- Kapakların değiştirilmesi ve ayarlanması
- Oda malzemesinin tamir, renovasyon ya da yenilenmesi
- Girişin yeniden yapılması
- Basamak ve merdivenlerin yenilenmesi
- Verimli havalandırma

### 3.2.4. Pompa İstasyonlarının İşletme ve Bakımı

Pompa istasyonları ile ilgili karşılaşılan sorunlar şunlardır:

- Pompaların, vanaların, ızgara ve diğer ekimanların tıkanması
- Elektrik kesintileri
- İletim hattının arızalanması
- Pompalar, kontrol ekipmanları ve haberleşme araçlarında oluşan elektriksel ve mekanik arızalar
- Kontrol cihazlarının kullanımını engelleyen şekilde yüzeylerde katılaşma problemleri
- Gürültü ve titreşim
- Koku oluşumu
- Aşırı güç tüketimi
- Şiddetli eylemleri

Bu sorunları gidermek için şu yollar takip edilir:

- Pompa ekipmanlarının tamiri veya değiştirilmesi
- Uyarı ve haberleşme sistemlerinin kurulması
- Kontrol sisteminin gözden geçirilmesi
- Yedek güç kaynakları kullanılması

İşletme ve bakım ihtiyaçlarını ve maliyetleri asgari düzeyde tutmak için pompa istasyonunun tasarımı ve ekipman seçimi dikkatle yapılmalıdır.

Uyarı ve haberleşme sistemlerinin kurulması ayrıca, arıza durumlarında erken müdahale şansını artırarak olumsuz etkileri en aza indirir.

### 3.2.5. Ters Sifonların İşletme ve Bakımı

Ters sifonlarla ilgili olarak karşılaşılan problemlerin başında çökme ve borunun tıkanması gelmektedir. Ters sifonların sürekli ve verimli çalışması için periyodik olarak düzenli denetim ve bakım faaliyetleri gerçekleştirilmelidir.

Denetim sırasında;

- Tahliye vanaları ve pompaların çalıştığından,
- Ön borularda yüklenme olmadığından,
- Boruların görsel olarak kontrol edildiğinden,

emin olunmalıdır.

Tıkanma durumlarında temizleme amacıyla şu işlemler yapılabilir:

- Yüksek basınçlı su jeti uygulanması
- Yüksek hacimli emiş
- Ters sifonun sifonlanması
- Temizleme toplarının kullanılması

### **3.3. HAŞERE KONTROLÜ**

Yetersiz havalandırma olan yerlerde böcekler, fareler ve sivrisinekler üreyebilir. Bunlarla mücadele için idare tarafından öngörülen programlar uygulanmalıdır. En iyi sonuçları almak için, ilaçlama programları kanalizasyon sisteminin bulunduğu bütün toplama alanında eşgüdümlü olarak yapılmalı ve yüzeydeki istilaları da kapsamaludur.

İlaçma uygulanacak alanlar idare tarafından belirlenen alanlar ve haşere görülen bütün alanları kapsamaludur. Ayrıca alanlar, halk sağlığı risklerine karşı sınıflandırılabilir. Uygulanan arıtma programları kayıt altına alınmalı ve verim değerlendirmesi yapılarak gelecek programlar planlanmalıdır.

### **3.4. MEVCUT SİSTEMLERE BAĞLANTI**

Karşılaşılan sorunların büyük çoğunluğu usulsüz bina atıksu bağlantılarından kaynaklanmaktadır.

Yeni bağlantılar kontrol edilerek;

- Bağlantı sonrasında yağmursuyu kanal malzemesinin zarar görmediğinden,
- Bağlantının hiçbir işletme problemine yol açmayacağından,
- Bağlantı noktasının bağlantıdan önce ve sonra değişmediğinden,
- Bağlantı noktasında sızdırmazlık sağlandığından,
- Eğer farklı kanallar varsa bağlantının doğru kanala yapıldığından,

emin olunmalıdır.

Bacalar ve denetim odaları haricindeki bağlantılar dökme yapılarla sağlanmalıdır. Örme kanallara yeni bağlantı yapmaktan kaçınılmalıdır. Eğer gerekliyse, bağlantı öncesinde kanalın kapsamlı olarak denetlenmesi gerekir.

Kullanılmayan yağmursuyu kanalları kaldırılmalıdır. Bunun mümkün olmadığı yerlerde, yapısal bozulma, izinsiz kullanım, yeraltı suyunun kirlenmesi ve haşere istilalarını önlemek için uygun bir malzemeyle doldurulmalıdır.

### **3.5. KANALLARA BİTİŞİK VE KANALLARIN ÜZERİNDEKİ YAPILARIN KONTROLÜ**

Yağmursuyu kanallarının yakınındaki yapılar;

- Kanalların taşıyabileceğinden daha fazla yük oluşturması ve kanalların yapısal olarak zarar görmesi
- Personel ve ekipmanların bacalar, denetim odaları, pompa istasyonları ve diğer yardımcı yapılara erişimini engellemesi
- Kanalın çökmesi durumunda yapının hasar görebilecek olması
- Yapı içerisinde su baskını riski

vb. sebeplerle, işletme ve bakım faaliyetlerini engellememesi için kontrol edilmelidir.