

## PEYZAJ SULAMA SİSTEMİNİN TASARIM VE TESİSİNDE MİNİMUM STANDARTLAR

Doç.Dr. Hüseyin E. ÇELİK<sup>1)</sup>

### Kısa Özet

Peyzaj sulama sektörü Türkiye’de hızla büyümekte, ancak sulama ile ilgili minimum standartlar tüketici tarafından bilinmediği için haksız rekabet meydana gelmektedir. Haksız rekabet sonucunda tüketici, mesleğini standartlara uygun olarak yapmaya çalışan sulama yüklenicileri, üreticiler ve diğer taraflar olmak üzere toplamda sektör zarara uğramaktadır.

Yazıda otomatik peyzaj sulama sisteminin tasarımı, malzeme seçimi, projenin uygulanması ve işin teslim edilmesi sırasında ve sonrasında yapılan işlemlerde dikkate alınması gereken minimum standartlar belirlenmeye çalışılmıştır. Bu standartların zamana, malzeme ve teknolojiye göre geliştirilmesi ve yenilenmesi gerekmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Sulama sistemleri, Minimum standartlar, Tasarım, Tesis, Bakım

### MINIMUM STANDARDS IN THE DESIGN AND INSTALLATION OF LANDSCAPE IRRIGATION SYSTEM

#### Abstract

Automatic landscape irrigation is one of the rapid growing sectors in Turkey. Unfair competition among the contractors due to lack of technical knowledge and minimum irrigation standards by clients influences this sector adversely. As a result of unnecessary competition, overall sector is financially suffering since producers try to follow the certain standards that are not comprehended by the clients and contractors. In this study, minimum standards related to the design of the automatic irrigation systems, material selection, installation as well as follow up service and their maintenance are reviewed. It is very important that these standards should be updated and revised as a function of changing technology and life span of the systems.

**Keywords:** Irrigation systems, Minimum standards, Design, Installation, Maintenance

<sup>1)</sup> I.Ü. Orman Fakültesi Orman İnşaatı ve Transportu Anabilim Dalı

## 1. GİRİŞ

Ülkemizde otomatik peyzaj sulama sektörü hızla büyümektedir. Sektörde çalışan birçok girişimci, fiyat teklifi verirken çok zorlanmakta, verilen teklifler arasında işin tam olarak yapılacağı fiyatın çok altında fiyatlar bulunmaktadır. İşveren fiyat tekliflerini değerlendirirken zorlanmakta ve çoğu kez zarara uğramaktadır. Düşük fiyat teklifleri sonucu ortaya çıkan haksız rekabet sadece tüketiciyi değil, mesleğini standartlara uygun olarak yapmak isteyen girişimcileri, üreticileri ve sektörde çalışan diğer grupları da zarara uğratmakta, bunların sonucunda otomatik peyzaj sulama sektörünün büyümesi olumsuz etkilenmektedir. Şüphesiz bu sorun sadece sulama sektöründe değil toplumun diğer katmanlarında ve kamu hayatında da yaşanmakta, sorunun halledilmesi için gerekli düzenlemelere gidilmektedir.

Dünyada standart enstitüleri, üniversiteler, tüketici dernekleri, meslek odaları, üreticiler, belediyeler, gönüllü kuruluşlar ve benzeri kurumlar, otomatik sulama konusunda tüketiciyi aydınlatan minimum standartları belirlemektedir. Türkiye'de Türk Standartlar Enstitüsü (TSE) sulama konusunda birçok standart yayınlamaktadır. Ancak tüketicinin bahçesinde yapacağı sulama sisteminin hangi minimum ölçütlere göre tasarlanacağı, hangi minimum standartları karşılayan malzeme kullanılacağı, hangi yöntemle tesis edileceği, projenin bitirilmesinden sonra nelerin yapılacağı vb. konusunda bilgiler bir arada bulunmamaktadır. Minimum standartlar bir yandan kaliteyi artırarak tüketiciyi korurken bir yandan maliyeti dengeli bir aralığa getirerek haksız rekabeti önleyebilecektir.

Sulama sistemin ana elemanları hidrofor, filtre, boru, kontrolör (zamanlayıcı), uzaktan kumandalı vana, basınç regülatörü, kablo, sprinkler, damlatıcılar ve ek parçalarıdır. Sulama projesi ve/veya uygulaması için işveren ile tasarımcı/yüklenici arasında bir sözleşme imzalanır. Sistemin projesi tasarım ilkelerine göre hazırlanır, sistem elemanları ve bağlantıları sözleşmede belirtilen şekilde uygulanır. Sistem çalıştırılır, kesin kabulü yapılır, çalıştırılması işverene öğretilir, sistemin nasıl çalıştırılacağına ilişkin kılavuz hazırlanarak işverene verilir. Uygulama sırasında değişime uğrayabileceği için, projenin tesis bittikten sonraki hali (rölöve, as-built çizim) hazırlanarak işverene birkaç kopya halinde verilir. Yüklenici sistem için belirli bir süre garanti verir ve bu süre içinde yıllık bakımı ücretsiz yapar.

Tasarımcı/yüklenici, sistemin düzenli olarak çalışabilmesi için tasarım, malzeme seçimi, uygulama ve uygulama sonrasında minimum standartlara uymalıdır. Tasarım ve uygulamanın minimum standartları tüketici tarafından bilinirse daha az anlaşmazlık meydana gelecek ve otomatik sulama sektörü daha az itibar kaybedecektir.

Tasarım, malzeme ve imalattaki minimum standartlarla ilgili bu yazıda, ülkemizde peyzaj sulama sisteminde çoğunlukla kullanılan PE boru ve bağlantılarına ağırlık verilmiştir. Burada belirtilen minimum standartlar günümüzün koşullarına göre hazırlanmıştır; dolayısıyla malzeme, mevzuat ve benzeri konulardaki değişimlere göre minimum standartların zamanla tekrar gözden geçirilmesi gerekebilir. Yazıda geniş olarak yararlanılan yayımlar kaynaklar listesinde belirtilmiştir.

## 2. TÜRK STANDARTLARI

TSE, diğer konularda olduğu gibi otomatik peyzaj sulama konusunda da birçok standart yayınlamış ve yayınlamaktadır. Otomatik sulama ile ilgili Türk Standartlarının bir kısmı da örneğin İngiliz Standart Enstitüsü (BS, EN) veya Uluslararası Standardizasyon Örgütü'nün (ISO) standartları esas alınarak, onlardan veya konuyla ilgili kaynaklardan yararlanarak hazırlanmıştır. TSE standart numaralarını kendisi vermiş (TS 7739 gibi) veya bazı standartlarda EN (BS) bazılarında ise ISO numarasını benimsemiştir (TS EN 13635, TS ISO 9952 gibi). Bu standartlar kaynaklarda topluca belirtilmiş, metinde konuyla ilgili birçok Türk Standardına atıf yapılmıştır.

## 3. GENEL ÇERÇEVE

### 3.1 İşin Kapsamı

İşin kapsamı:

- Peyzaj alanının tümü için düzenlenen otomatik sulama sisteminin düzenli çalışmasını sağlamak için gerekli öğelerin temin ve tesis edilmesi,
- Sulama sisteminin tasarım ölçütlerine ve Türk Standartlarına (TS) uygun, ölçekli bir projesinin hazırlanması veya hazırlanması,
- Tasarım ölçütleri veya alan özelliklerinin dışında, eklenmesi veya çıkarılması istenen maddelerin tam olarak tanımlandığı bir sözleşmenin işveren veya proje yöneticisinden sağlanmasıdır.

### 3.2 Kalite Güvencesi

- Sulama işi eğitimli ve işin kapsamına uygun nitelikte personele sahip, deneyimli ve yetkin bir sulama yüklenicisi (müteahhit) tarafından yapılmalıdır.
- Sulama sistemleri, sistem tasarımcısı tarafından belirlenen yapım aşamalarında ve tamamlandıktan sonra mal sahibine devrinden önce kontrollere açık olmalıdır.
- Sulama ürünlerine üreticisi iki yıllık garanti vermektedir. Dolayısıyla yüklenici tarafından ürünler için iki yıllık, işçilik için minimum bir yıllık garanti belgesi verilmelidir.

### 3.3 İşverene Verilmesi Gereken Belge/Malzemeler

- Tesisat bittikten sonra, sulama sistemindeki tüm öğelerin tesis edildikleri yerler, uygun ölçekli bir rölövede (as-built çizim) gösterilmeli ve birkaç kopya işverene verilmelidir (Bkz. 8. Rölöveler).
- Sulama mevsiminde, sulama sisteminin farklı yağmurlama oranına sahip kesimlerini arasındaki çalışma süresi farklarını, hava koşullarına göre değişen çalışma süreleri ile kışa hazırlama sürecini gösteren kılavuz işverene verilmelidir.
- Sistemdeki her öğenin işletme ve bakım kılavuzu işverene verilmelidir.
- Tesis edilen sulama donanımının günlük çalışması veya bakım/onarımı sırasında gerekli olan ve üreticinin vermiş olduğu özel alet/aletler işverene verilmelidir.

### 3.4 Alan Koşulları

- Alanda sulama sistemi için gerekli olan alt yapı sistemlerinin yeri bulunmalı ve işaretlenmelidir.
- Kanal açmaya başlamadan önce tüm yeraltı kabloları, kılavuzlar, borular ve benzeri tesislerin yeri bulunmalı ve işaretlenmelidir.
- İşe başlamadan önce alanın koşulları ve tesviyesi incelenmeli, gerektiği durumda işveren veya proje yöneticisiyle birlikte tasarım düzeltilmelidir.
- İşin yürütülmesi sırasında mevcut peyzaj elemanları, bitkiler, yapılar ve diğer işlerin yürütülmesine zarar gelmesi önlenmelidir.

- e. Sulama işi yürütülürken süren diğer işlerle eşgüdüm sağlanmalı ve kılavuzlar zamanında yerleştirilmelidir.
- f. Alandaki mevcut su kaynağı analiz ettirilerek TS 7739'a göre sulamaya uygun olup olmadığı işveren veya yüklenici tarafından saptanmalıdır.

### 3.5 İşveren veya Proje Yöneticisi

Sulama projesiyle ilgili herhangi bir işe başlamadan önce proje konusunda karar verme yetkisine sahip işveren veya proje yöneticisi belirlenmelidir.

### 3.6 Düzenlemeler

- a. İşin yapılabilmesi için gerekli olan tüm izin ve lisanslar sağlanmalıdır.
- b. Tasarımın ve projeye ilgili işlerin mevcut tüm yasalar, düzenlemeler ve standartlara uygun olup olmadığı belirlenmelidir.

### 3.7 Eşdeğer Malzemeler

- a. Tasarımda belirtilenden farklı malzeme kullanılması gerekiyorsa, önce işveren veya proje yöneticisinin resmi onayı alınmalıdır.
- b. Eşdeğer malzemeler çalışma, debi, basınç kaybı ve diğer önemli özellikleri bakımından, tasarımın amacını tehlikeye atmayacak ölçüde orijinal malzemeyle uyumlu olmalıdır.
- c. Kullanılan tüm malzemeler birbiriyle uyumlu olmalıdır.
- d. Önerilen eşdeğer malzemeler üreticisinin önerilerine göre tesis edilmelidir.

## 4 TASARIM

Sulama sistemi, doğal yağış miktarını göz önünde bulundurarak evapotranspirasyon nedeniyle toprakta oluşan nem noksanlığını giderecek şekilde tasarlanmalıdır (TS EN 12484-2). Sulama sisteminin, eşit, tutarlı, ölçülebilir bir miktardaki suyu, belirli bir zaman diliminde peyzaj alanına vermesi gerekir. Sistem tasarımı sırasında su maliyeti ve korunması, uzun ömürlülük, bakım maliyeti, güvenlik ve estetikle ilgili konular ile proje alanının özel istekleri dikkate alınmalıdır. Bu unsurların önem dereceleri projeden projeye değişmektedir. Nitelikli ve deneyimli bir elden çıkması gereken tasarım aşığıdaki konuları içerir:

### 4.1 Sprinklerler

- a. Proje alanında rüzgâr hızı 1,5-3,0 m/sn arasındaysa, maksimum sprinkler aralığı sprinklerin sulama yarıçapına eşit olmalıdır (başlıktan başlığa yerleştirme), rüzgâr hızı daha fazla olduğunda başlıklar arasındaki mesafe üreticinin önerilerine göre belirlenmelidir (TS EN 12484-2).
- b. Pop-up veya yükselticili sprinklerin seçiminde güvenlik, bakım, tahrip riski ve proje alanındaki görüntü dikkate alınmalıdır.
- c. Pop-up veya yükselticinin boyu, sulanacak bitki materyali ile büyüme potansiyeli dikkate alınarak sprinklerin olabildiğince uzun bir süre çalışabileceği yükseklikte belirlenmelidir.
- d. Sprinkler tipi, alandaki evapotranspirasyona göre etkin sulamayı sağlayacak şekilde seçilmelidir.

- e. Sistem, başlıklar en az % 80 üniform dağıtımı sağlayacak şekilde tasarlanmalıdır.
- f. Sprinklerler istenen sulama yayına göre ayarlanarak sadece peyzajı sulayacak şekilde yerleştirilebilmeli ve sulama yarıçapı azaltılabilmelidir.
- g. Düşük kotlu sprinklerlerin sulama sona erdikten sonra su sızdırması bir problem yaratıyorsa düşük kotlarda çek valfli sprinklerler kullanılmalıdır.
- h. Spor alanları ve kamu parklarının çim alanlarındaki sprinklerler lastik kapaklı olmalıdır.
- i. Çim alanlardaki spreyl başlıklarının dilleri (pop-up) en az 10 cm uzunluğunda olmalıdır.
- j. Aynı seksiyondaki sprinklerler eşlenik yağmurlama oranına sahip olmalıdır.
- k. Sprinkler başlıkları yüzeysel akışa yol açmayacak şekilde tasarlanmalıdır.
- l. Bütün sprinklerler yeni, tasarımda belirtilen nitelikte veya işveren onaylı eşdeğeri olmalıdır.
- m. Kullanılacak her sprinklerin seçimi ve tesisinde mutlaka üreticinin önerilerine uyulmalıdır.

### 4.2 Borular

- a. Sulama sisteminin borularında su akış hızı 1,5 m/sn'yi aşmamalıdır (TS 10735, TS EN 12484-2).
- b. Boru malzemesinin dayanımının ve/veya esnekliğinin seçimi ve tesis ölçütlerinin belirlenmesi sırasında, proje alanındaki don, trafik, toprak derinliği gibi özellikler dikkate alınmalıdır.
- c. Düşük kotlu sprinklerlerin su sızdırmasını azaltmak amacıyla, boru güzergahı alandaki kot farklılıkları dikkate alınarak belirlenmelidir.
- d. Boru çapının ve boru güzergahının belirlenmesi sırasında, aşırı basınç kayıplarından kaçınılması (TS EN 12484-2), belirli bir basıncın tüm koşullarda sağlanması ve basınç farkının lateral boruda en az olması sağlanmalıdır.
- e. Borular yeni, TS EN 12484-2 ve TS ISO 8779 standardına uygun, orijinal hammadeden çekilmiş; üretici adı, malzeme boyutu ve basınç sınıfı devamlı ve sabit şekilde üzerine markalanmış olmalıdır.
- f. Borular TS EN 12484-4 standardına göre depolanmalıdır.
- g. Borular, yağmurlama sulama için minimum 6 bar, damlama sulama (toprak üstü boruları) için minimum 3 bar olmak kaydıyla, sulama sisteminin çalışma basıncının % 150'sine dayanıklı olmalıdır (TS EN 12484-2). Damlama sulama yer altı boruları yağmurlama sulama niteliklerine sahip olmalıdır.
- h. Borular sulama sisteminin hava basıncıyla kışa hazırlanmasına uygun nitelikte olmalıdır.

#### 4.3 Seksiyonlara Ayırma

- Farklı su isteği olan peyzaj alanları belirlenmeli ve bu farkların önemine göre ayrı bir seksiyonun gerekip gerekmediği belirlenmelidir. Seksiyona ayırmada bitki tipi (çim, çalı), alanın bakışı (güneş altında oluşu ve doğal drenaj), toprak koşulları dikkate alınmalıdır.
- Bir seksiyon (zon, sektör), sulama yayları eşlenerek aynı yağmurlama oranı sağlanmış sprinklerlerden oluşmalıdır.
- Herhangi bir seksiyonda eğim % 15'i, kot farkı 6 m'yi aşıyorsa yüksek ve alçak bölümler ayrı bir seksiyona ayrılmalıdır (TS EN 12484-2).
- Proje alanı seksiyonlara ayrılırken düşük kotlu başlıkların su sızdırması olasılığı en aza indirilmelidir.
- Farklı çalışma basıncı veya yağmurlama oranına sahip rotorlar, sprej sprinklerler ile damlatıcılar ayrı seksiyonlarda bulunmalıdır.
- Bir seksiyondaki ilk başlık ile son başlık arasındaki basınç değişimi % 20'yi aşmamalıdır (TS EN 12484-2).

#### 4.4 Kontrolörler

- Pilli veya elektrikli kontrolörler TS EN 12484-3 standardı ile monte edileceği ortama uygun, tasarımda belirtilen nitelikte veya işveren onaylı eşdeğeri olmalıdır. Kontrolör sistemi projede belirtilen koşullarda optimum çalıştırmaya yeterli esneklikte olmalıdır.
- Toprakta yeterli nem bulunduğunda, yağmur yağdığına, rüzgârlı veya donlu havalarda sistemi geçici olarak kapatan sensörleri bağlamaya elverişli kontrolörler etkin su yönetimi açısından önerilmektedir.
- Dış mekân kontrolörleri dış hava koşullarına dayanıklı ve kilitle muhafaza içinde olmalıdır.
- Kontrolörün çim, çalı ve damlama seksiyonları için ayrı programları olmalıdır.
- Kontrolörde çoklu başlama ve mevsimlik ayar özelliği bulunmalıdır.

#### 4.5 Hidrolik Kontrol

Hidrolik kontrol hatları ve su filtre araçları üreticisinin önerdiği tipte olmalıdır.

#### 4.6 Basınç Kontrolü

- Tasarımla sulama sisteminin her tarafında uygun basınç sağlanmalıdır.
- Her başlıktaki basınç, başlık/meme üreticisinin önerdiği aralık değerlerde olmalıdır.
- Tasarımda su darbesi dikkate alınarak pompa ve genişleme tankından oluşan hidrofor kullanılmalıdır.

#### 4.7 Uzaktan Kumandalı Vanalar

- Uzaktan kumandalı vanalar yeni, tasarımda belirtilen nitelikte veya işveren onaylı eşdeğeri olmalıdır.

- Kullanılacak her vananın seçiminde, kontrol edeceği seksiyonun debi ve basıncı ile üreticinin önerilerine mutlaka uyulmalıdır.
- Uzaktan kumandalı vanalarda akış kontrol ayarı bulunmasında yarar vardır.
- İçilmez su kullanan sistemlerde, kirli suya uygun vanalar ile içilmez su gösterge kapaklı (pembe) sprinklerler kullanılmalıdır.

#### 4.8 Ayırma Vanaları

- Bir seksiyonu sistemden ayırmak için kullanılan vanalar yeni, boyutu tasarımda belirtilen nitelikte veya işveren onaylı eşdeğeri olmalıdır.
- 1/2"-2 1/2" çaplı borularda küresel veya glob vanalar, daha büyük çaplı borularda kelebek vanalar kullanılabilir.

#### 4.9 Geri akış önleyiciler

- Otomatik sulama sistemi doğrudan içilebilir su kaynağına bağlandığında, geri akış yüzünden su kaynağının kirlenmesini önleyen geri akış önleyici kullanılmalıdır (TS EN 12484-2).
- Geri akış önleyiciler TSE standartlarına uygun, yeni; boyutu, üreticisi ve özellikleri itibariyle tasarımda belirtilen veya işveren onaylı eşdeğeri olmalıdır.

#### 4.10 Vana Kutuları

- Vana kutuları yeni ve tasarımda belirtilen nitelikte veya işveren onaylı eşdeğeri olmalıdır.
- Kontrol vanaları, tesisten sonra cıvata ile kapatma özelliğine sahip standart veya daha büyük vana/sayaç kutularına yerleştirilebilir.
- Vana kutusu, içindeki uzaktan kumandalı vananın onarımına olanak sağlayacak büyüklükte olmalıdır.

#### 4.11 Ek Parçalar

- Ek (bağlantı) parçaları, TS ISO 9625 ve TS EN 12484-2 standartlarına uygun olmalıdır.
- Ek parçalar sistemin çalışma basıncının % 150'sine dayanıklı olmalıdır (TS EN 12484-2).

#### 4.12 Kablolalar

- Kontrol vanasının kablo kesiti, TS EN 12484-2'e göre kontrolör ile vana arasında % 3'lük gerilim düşüşü ve elektro-vananın üreticisinin önerileri dikkate alınarak belirlenmelidir.
- Kullanılacak yeraltı ve yerüstü besleme ve kontrol kabloları ve bileşenleri TS EN 12484-2 standartlarına uygun, tasarımda belirtilen kesit ve türde veya işveren onaylı eşdeğeri olmalıdır.

**4.13 Filtreler**

Yağmurlama sulama için 200 mikron (75 mesh, 0,20 mm), damlama sulama için 100 mikron (150 mesh, 0,10mm) gözenek boyutundaki filtrelerin alt sınırı olarak alınmasında yarar vardır.

**4.14 Düşük Hacimli/Mikro Sulama**

- Sistemde herhangi bir düşük hacimli sulama varsa mutlaka ayrı bir seksiyonda bulunmalıdır.
- Düşük hacimli sulama öğelerinin üreticilerinin tavsiye ettiği basınç, süzme ve çalışma düzeni, uygun basınç regülatörü, filtre ve kontrolör ile sağlanmalıdır.

**4.15 Kılavuzlar**

- Devam eden diğer işler daha dayanıklı bir malzeme gerektirmiyorsa kılavuz malzemesi 10 atm anma basıncında PVC olmalıdır.
- Kılavuz borunun çapı lateral hatlarda lateral borunun iki katı, ana hatlarda ana borunun üç katı olmalıdır.

**4.16 Kışa Hazırlama**

- Sistem, su bağlantıları ve sistemin tüm öğeleri kışın dondan zarar görmeyecek şekilde tasarlanmalıdır.
- Sistemin suyunun boşaltılması için uygun ve kullanışlı bir hava boşaltma noktası ve bağlantı noktası bulunmalıdır.
- Manuel boşaltma (drenaj) vanası düşük kotlu lateral hatlara bağlanabilir. Önerilmemekle birlikte otomatik boşaltma vanası kullanılacaksa, vana, drenajı sağlamış uygun bir çukurun içine yerleştirilmelidir.

**5 TESİS**

Tesise başlamadan önce, iş süresince meydana gelebilecek zararlar ve anlaşmazlıklardan sakınmak amacıyla hatların, vanaların ve başlıkların tam yerleri bitkilendirme yerleriyle mutlaka koordine edilmelidir. Sulama sistemi bileşenlerinin yerleri kazıklarla işaretlenmeli (TS EN 12484-4) ve tesviye kontrol edilmelidir.

**5.1 Kazı ve dolgu**

- Kanal güzergahı işveren veya proje yöneticisinin görüşlerine göre işaretlenmelidir (TS EN 12484-4).
- Kanal derinliği, zemin koşulları aksini göstermedikçe, ana borular 60 cm, lateral borular 50 cm dolgu altında kalacak şekilde açılmalıdır (TS EN 12484-4).
- Beton üzerinden geçiyorsa ve gerekli derinlik yoksa, boru, altında drenaj tabakası bulunan filtre malzemesinin üzerine yerleştirilmelidir.
- Kanallar mümkün olduğu kadar düz çizgi halinde açılmalı ve tabanı düz, eğimi üniform olmalıdır.
- Kanalın tabanı boruyu boyuna destekleyecek şekilde tesviye edilmiş ve tercihan 5 cm kalınlığında kum tabakası serilmiş olmalı, boru ve kablolar bu tabakanın üzerine yerleştirilmelidir (TS EN 12484-4).

- Kanalların dolgusu, çevresindeki kazılmamış alanlarla eşit olacak düzeyde TS EN 12484-4'e göre 20 cm'lik tabakalar halinde sıkıştırılmalıdır.
- Dolgu malzemesi, boruya zarar verebilecek veya gereksiz oturma problemleri yaratacak olan organik madde veya molozdan, TS EN 12484-4'e göre 10 cm'den büyük taşlardan arındırılmış kazı malzemesi olmalıdır.
- Başlıkların altındaki dolgu malzemesi, darbe geldiği zaman yeterli miktarda esneyebilmelidir.
- Yaya yolu veya diğer sert yüzeylerin veya kenar desteğinin altına oyulmaması için kanallar bu yüzeylerden 30 cm uzakta açılmalıdır.

**5.2 Borular**

- Termoplastik boruların tesisinde (bağlantılar dahil) TS EN 12484-4 standardına uyulmalıdır.
- Tesisten önce borular gözle muayene edilmeli, ezilmiş veya zarar görmüş kısımlar kullanılmamalıdır.
- Boru düz bir çizgi halinde döşenmeli, kanalda her noktada sıkışmış toprağın üzerine oturmalıdır.
- Aynı kanaldan geçirilecek borular aynı düzlemde bulunmalı ve aralarında en az 5 cm yatay mesafe bulunmalıdır.

**5.3 Vanalar ve Vana Kutuları**

- Vanalar bakım-onarımda kolay sökülebilmeleri için rakorlu ek parçalar kullanılarak, tesisat odasına veya vana kutularına tesis edilmelidir (TS EN 12484-4).
- Bakım-onarım sırasında kolay ulaşılabilmesi için vanalar düşey olarak ve kutu ortalanarak tesis edilmelidir.
- Vana kutuları bitmiş zemin kotunda ve yağmurlama sulama bölgesinin dışında mümkünse çalı bölgesine yerleştirilmelidir.
- Vana kutuları sağlam zemin üzerine yerleştirilmeli, toprak oturursa veya kütunun üzerine baskı gelirse boruya değmeyecek şekilde yeterli mesafe bırakılmalıdır (TS EN 12484-4).
- Vana kutuları desteklenmeli ve olası trafiğin ağırlığına dayanabilecek malzemenin yapılmış olmalıdır.

**5.4 Sprinklerler**

- Pop-up sprinklerlerin lateral boruya sprinklerin debi isteğini karşılayacak çapta bir bağlantı borusuyla boru fazla kıvrılmadan ve kaplin ek parçalarla bağlanması önerilir.
- Pop-up sprinklerler bitmiş zemin kotunda ve bitişiğindeki sert zeminden 3 mm daha aşağıda tesis edilmeli ve sert zeminden en az 5 cm uzakta olmalıdır. Duvar, bina, çit veya diğer yapılar ile sprinklerler arasında en az 15 cm mesafe olmalıdır.
- Borular sprinkler ve memeleri bağlamadan önce tamamen yıkanmalıdır. Büyük seksiyonlarda yüksek basınçlı yıkama gereklidir.

**5.5 Kablolar**

- Sulama sisteminde kullanılacak kablolar TS EN 12484-4 standardına uygun olmalıdır.
- Kablolar sulama borularının altına yerleştirilip 3 m aralıklarla bantlanarak kazma-kürek darbelerine karşı korunmalı veya uygun çapta kılavuzun içinde bağımsız olarak bulunmalıdır.
- Özellikle suyla temas edecek kablolar su geçirmez bağlantı yapılmalı ve bağlantılar vana kutusu içinde yer almalıdır.
- Her vana kutusunun içinde kablo bağlantısının bakım ve onarımı için kablunun zeminin üzerinde 30 cm yükseltilebileceği düşünülerek yeterli uzunlukta kablo bırakılmalı, fazla kablo özenle sargı haline getirilmelidir.
- Tesis sırasında kablo gerilmemeli, kılıfının sıyrılmamasına dikkat edilmelidir. Her 100 m'de bir ve gidiş yönünün değiştiği noktalarda, gevşek bir ilmekle 1 m fazla kablo bırakılmalıdır (TS EN 12484-4).
- Renkli damarları olan kablo kullanılmalı, mavi kablo nötr, yeşil çizgili sarı kablo toprak diğer renkler vana fazları için ayrılmalıdır.
- Kontrolörün besleme ve kontrol (sinyal) kabloları aynı kılavuz boru içinden geçirilmemelidir.
- Dış koşullara maruz kalan kontrol kabloları gerekiyorsa kondüvit içinde taşınmalıdır (TS EN 12484-2).
- Sistemdeki uzaktan kumandalı vana kolektörlerinde (manifold) her beş vana için en az bir yedek kablo bulunmalıdır.

**5.6 Geri akış önleyiciler**

- Geri akış önleme araçları üreticisinin önerilerine göre tesis edilmelidir.
- Tesis edilen geri akış önleme araçları mevcut debi isteğine göre boyutlandırılmalı ve tesisten sonra bir uzman tarafından test edilmelidir.

**5.7 Kontrolörler**

- Kontrolör yaklaşık göz hizası yüksekliğinde sağlam bir şekilde bağlanmalı, kablolar kontrolöre veya onaylı bağlantı kutusuna (junction box) monte edilmelidir.
- Seksiyonlar kontrolöre mantıklı bir sırayla bağlanmalı ve açık bir şekilde tanımlanmamışsa, seksiyonların sınırlarının çizildiği ölçekli bir alan planı kontrolörün yanına monte edilmelidir.
- Kontrolöre yağmur/nem algılama donanımı eklenmişse ve kontrolörün sigortası açıkça görülüyorsa yeri kontrolörün üzerine not edilmelidir.

**5.8 Kaplin vanalar**

Peyzaj alanında monte edilen kaplin vanalar, yere tespit edilmiş bir köşebende kelepçe ile sağlam bir şekilde bağlanarak desteklenmelidir.

**5.9 Kılavuzlar**

- Topraktaki kılavuzlar su borusuyla aynı malzeme koruma düşünceleriyle tesis edilmeli ve üzeri doldurulmalıdır. Sıkıştırma, çevresindeki kazılmamış toprağın düzeyinde olmalı ve kılavuzlar geçilmekte olan sert yüzeyin her iki yanından en az 30 cm çıkmalıdır.
- Gelecekte kullanılabilmesi düşüncesiyle yol veya garaj yollarını geçmek için tesis edilen kılavuzların içinden gerekli boru geçirilmeli ve her iki ucuna dirsekle zeminin üzerine 90 cm çıkan boru tesis edilmelidir.
- Kılavuz tesis etmek mümkün değilse, su borusu PN 10 PE olmalıdır.

**5.10 Bağlantılar**

- Kaynak, sıkıştırma ve yapıştırma vb. bağlantılar TS EN 12484-2 standardına ve üreticinin önerilerine göre yapılmalıdır.
- Sprinkler bağlantılarında kurtağzı yerine kaplin bağlantı kullanılmalıdır. Diğer bağlantılarda kaplin kullanılmasına karşın, işveren fiyat farkını kabul ettiği takdirde elektrofüzyon veya alın kaynağı yöntemi kullanılmalıdır.
- Çalışma basıncı 1-2 bar civarında olan damlama sulama sisteminde kelepçeyle desteklenen kurtağzı bağlantılar yeterli olmaktadır. Çalışma basıncı daha yüksek damlama sulama sisteminde dayanıklı diğer bağlantılar kullanılmalıdır.
- Bağlantılarda işletme basıncının % 150'sine dayanıklı ek parçalar kullanılmalıdır.
- 4" ve daha kalın çaplı PVC ana hat bağlantılarında pik döküm veya düktil geçme bağlantı kullanılmalıdır.
- Termoplastik dişli ek parçaların metale bağlantılarında, termoplastik ek parça erkek dişli, metal dişli dişli olmalıdır.
- 3" veya daha büyük çaplı PVC boru bağlantılarında beton basınç bloğu uygulanmalıdır.

**6 ALAN BAKIMI**

- İş alanı tesis süresince her zaman derli toplu, temiz ve düzenli koşullarda tutulmalıdır.
- Tüm artık ve fazla malzeme düzenli olarak alandan uzaklaştırılmalı ve kanallara gömülmemelidir.
- Kanal açma, boru döşeme ve kanalı kapatma her iş günü sonunda açık kanal miktarı en az olacak şekilde düzenlenmelidir. Açık kanal veya diğer kazıların kenarına barikat konmalı ve kolay görülebilen flamalarla işaretlenmelidir.

**7 KABUL VE DENEME****7.1 Kabul**

- Boru bağlantıları, sızma kontrolü yapılmadan ve işveren tarafından kabul edilmeden kapatılmamalıdır.

- b. Sulama sisteminin proje ve şartnameye uygunluğu TS EN 12484-4 ve TS EN 12484-5'te belirtilen unsurlar esas alınarak, basınç düşürücüler, sulama yayları, sulama yarıçapları, sprinkler konumları ve yükseklikleri, seksiyonlar, sistemin optimum şekilde çalışması. İşin özenle ve ustalıkla yapılıp yapılmadığı vb. işveren veya proje yöneticisi tarafından kontrol edilmelidir.

### 7.2 Deneme

- a. Sistemin kontrolörle düzenli bir şekilde çalışıp çalışmadığı, işveren veya proje yöneticisinin huzurunda denenebilir.
- b. Denemenin amacı sistemin peyzajı tam olarak kapsayıp kapsamadığını ve daha önce üzerinde anlaşılmiş bulunan tasarım kriterlerine uyup uymadığını belirlemektir.
- c. Hatlara çalışma basıncının % 150'si ile sızma deneyi uygulanmalı ve varsa bütün sızıntılar onarılmalıdır.

### 7.3 Eksikler

Kontrol ve deneme sırasında görülen herhangi bir eksiklik derhal düzeltilmeli ve işveren veya proje yöneticisi tarafından kabul görmelidir.

## 8 RÖLÖVELER

- a. Aşağıdaki ana sulama öğelerinden projede tesis edilmiş olanların yerleri, boyutları ve kolay tanınabilir bir referans noktasına göre mesafelerinin bulunduğu bir rölöve (as-built çizim) çizilmelidir. Rölövede seksiyonların sınırları ve hangi vanaya bağlı oldukları açık renkli çizgilerle gösterilmelidir. Bütün bağlantı noktalarında çap, basınç, debi, seksiyon numarası vb. tamamlayıcı bilgiler verilmelidir.

1. Sayaçlar,
2. Geri akış önleyiciler,
3. Basınç düşürücü vanalar,
4. Filtreler,
5. Ayırma vanaları,
6. Ana uzaktan kumandalı vana,
7. Akım sensörleri,
8. Uzaktan kumandalı vanalar,
9. Damlama sulama sisteminin basınç regülatör ve filtreleri,
10. Kaplin vanalar ve bahçe muslukları,
11. Ana hatların basınç ve çapları,
12. Ana hat kılavuzları ve çapları,
13. Kör tapa bağlanan borular ve olası bağlantı noktaları,
14. Otomatik ve manuel boşaltma (drenaj) vanaları ve drenaj çukurları,

15. Besleme ve uzaktan kumanda kabloları,
16. Kontrolör (üretici, model, boyut ve kullanılan istasyon sayısı belirtilmelidir),
17. Yağmur, nem, don sensörleri,
18. Tesis sırasında rastlanan gaz, telefon, kanalizasyon gibi hatların yerleri,
19. Sprinkler başlıkları,
20. Lateral hatlar ve çapları,
21. Lateral hat kılavuzları ve çapları,
22. Manuel veya otomatik yıkama vanaları,
23. Hava tahliye vanaları.

## SÖZLÜK

**As-built çizim** : Rölöve.

**Bağlantı** : Sulama öğelerinin birbirine veya boruya mekanik, dişli, kaynak veya yapıştırma yöntemlerinden biriyle montajı.

**Beton basınç bloğu** : Boru sisteminin yarattığı basıncın toprak üzerinde dağıtılması için tesis edilen beton blok.

**Çalışma basıncı** : Bir sprinkler sisteminin çalışması sırasındaki basınç, işletme basıncı.

**Düşük hacimli sulama** : Damlama, bubbler, mikro sprinkler gibi düşük basınçla (1-2) bar çalışan sulama sistemi.

**Ek parça** : Sulama sisteminde öğelerin birbirine veya boruya bağlanmasında kullanılan bağlantı parçaları (fitting).

**Eşdeğer malzeme** : Projede belirtilen eleman bulunmadığında, yerine konabilecek, malzeme, çalışma, çalışma basıncı, basınç kaybı ve diğer önemli özellikleri projedeki elemana eşdeğer eleman.

**Eşlenik yağmurlama oranı** : Özellikle rotor başlıkların eşit yağmurlama oranlarına sahip olduğu seksiyon veya sistemin yağmurlama oranına denir.

**Evapotranspirasyon (ET)** : Topraktan ve bitki yüzeylerinden buharlaşma (transpirasyon) ve bitkilerin terlemesi (transpirasyon) yoluyla atmosfere verilen toplam su miktarı (mm/gün, mm/hafta).

**Geri akış önleyici** : Sulama suyunun içme suyu şebekesinden alındığı veya içme suyu ve sulama için aynı deponun kullanıldığı durumda, sulanan alandan gübre, ilaç, hayvan dışkı, toprak partikülü ve benzeri maddelerin negatif basınçla içme suyuna/depoya karışarak kirlenme olasılığına karşı sisteme bağlanan araç.

**İşveren** : Yapılacak işe ait sözleşmede tanımlanan yasal hak sahibi gerçek veya tüzel kişi, müşteri, tüketici.

**Kaplin vana** : Sulama ana hattına hortumun ucuna bağlanmış özel bir anahtar aracılığıyla doğrudan bağlanma olanağı sağlayan sabit vana (quick coupling valve).

- Kılavuz** : Yaya veya araç yollarının altından geçirilen boruların korunması ve onarımı sırasında yola zarar vermemek amacıyla içinden geçirildiği, yaklaşık 10 atm basınca dayanıklı, lateral su borusunun çapının iki katı, ana su borusunun çapının üç katı çapta olan, çoğunlukla PVC boru.
- Kondüvit** : Toprağa gömülü elektrik tesisatındaki yalıtılmış tel ve/veya kabloları korumak için kullanılan elemanlar ve aksesuarlar.
- Kontrolör** : Sulama sistemindeki seksiyonların ne zaman, ne kadar, kaç kere vb. çalışacağını uzaktan kumandalı vanalara sinyal göndererek otomatik olarak düzenleyen çoğunlukla elektronik, hibrit veya mekanik zamanlama aracı.
- Kontrolör - Başlama zamanı** : Kontrolörün gün içinde sulamaya başlayacağı zaman.
- Kontrolör - Elle açma kapama** : Kontrolörde sistemin çalışmasını gözle kontrol etmek, yağmurlu havalarda veya kışın kapanmasını sağlamak için kullanılan düğme.
- Kontrolör - Mevsimlik ayar** : Bitkilerin sulama mevsiminin başında, ortasında ve sonunda değişen su gereksinimlerine göre seksiyonların sulama sürelerini tek tek ayarlama yerine kontrolörde çalışma süresini yüzde olarak (% 1-200 arasında) ayarlamaya özelliği ve bu işe yarayan düğme.
- Kontrolör - Sulama programı** : Her gün sulanacak veya gün aşırı sulanacak farklı su gereksinimi olan bitki gruplarını sulayabilmek için kontrolörde bulunması gereken özellik.
- Mesh** : Elek filtrelerde bir inç uzunlukta (linear inch) bulunan gözenek sayısı.
- Proje yöneticisi** : Sözleşme hükümlerini yerine getirmeyi taahhüt eden, yönlendiren, proje tasarımını konusunda işverenin güvendiği gerçek veya tüzel kişi.
- Rölöve** : Proje uygulama aşamasında bazı değişikliklere uğrayabilir. Tesis bittikten sonra projenin son halinin yeniden çizilmesine rölöve veya as-built çizim denir.
- Seksiyon** : Alandaki güneş-gölge durumu, bitkilerin su isteği, toprak tipi, eğim, su verme aracı (sprinkler / damlatıcı) tipi, sprinkler tipi vb. koşullara göre farklı sulama süre ve miktarına sahip olan parsel, zon, sektör.
- Sensör** : Yağmur, don, rüzgâr gibi koşullarda kontrolörün sistemi koşullar sulamaya uygun hale gelinceye kadar durdurmasını sağlayan algılayıcılar.
- Su darbesi** : Pompanın çalışması veya durması veya vananın hızla açılıp kapanması ile meydana gelen ve sisteme zarar veren basınç dalgası.
- Üniform dağıtım** : Bir alanda sulamanın eş derinlikte olup olmadığının yüzde olarak ölçüsüdür. Alanda her yerin eşit derinlikte sulandığı durumda üniform dağıtım oranı % 100'dür.
- Yağmurlama oranı** : Bir sprinkler sisteminin birim zamanda birim alana verdiği su miktarı (mm/saat).

## KAYNAKLAR

- ÇELİK, H. E. 2004: Peyzaj Sulamada Kullanılan Boru Bağlantı Tipleri, İÜ Orman Fakültesi Dergisi, Seri B, Cilt 54, Sayı 1, ISBN 0535-8418, İstanbul.
- BENAMI, A., A. OFEN 1993: Irrigation Engineering, Agricultural Projects (AGRIPRO), Kfar Galim, Israel.
- MELBY, P., 1995: Simplified Irrigation Design, John Wiley and Sons, Inc., ISBN: 0-471-28622-2, USA.
- SEÇKİN, Ö. B.: H.E.ÇELİK, 2003: Sulamaya Giriş, İÜ Orman Fakültesi Yayın No 472, ISBN: 975-404-689-1, İstanbul.
- SEÇKİN, Ö.B. 2003: Peyzaj Uygulama Tekniği (ikinci baskı), İÜ Orman Fakültesi Yayın No 453, ISBN: 975-404-507-0, İstanbul.
- TS 7272 : Otomatik Sulama Sistemlerinin Hidrolik Kontrolü Terim ve Tarifleri, Türk Standartları Enstitüsü, 1989, Ankara.
- TS 7739 : Sulama Suyu, Türk Standartları Enstitüsü, 1989, Ankara.
- TS 10735 : Borular, Termoplastik Polietilenden (PE) Basınçlı Sulama Tesislerinde Kullanılan Kurallar, Türk Standartları Enstitüsü, 1993, Ankara.
- TS EN 12484-1 : Sulama Teknikleri - Otomatik Çim Sulama Sistemleri - Bölüm 1: İşveren Tarafından Donanım Programının Tanımlanması, 2004, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TS EN 12484-2 : Sulama Teknikleri - Otomatik Çim Sulama Sistemleri - Bölüm 2: Tipik Teknik Modellerin Tarif ve Tasarımı, Türk Standartları Enstitüsü, 2004, Ankara.
- TS EN 12484-3 : Sulama Teknikleri - Otomatik Çim Sulama Sistemleri - Bölüm 3: Otomatik Kumanda ve Sistem Yönetimi, Türk Standartları Enstitüsü, 2004, Ankara.
- TS EN 12484-4 : Sulama Teknikleri - Otomatik Çim Sulama Sistemleri - Bölüm 4: Tesis ve Kabul, Türk Standartları Enstitüsü, 2004, Ankara.
- TS EN 12484-5 : Sulama Teknikleri - Otomatik Çim Sulama Sistemleri - Bölüm 5: Deneme Metotları, Türk Standartları Enstitüsü, 2004, Ankara.
- TS ISO 8779 : Plastik Borular - Polietilenden (PE) - Sulama Sisteminde Branşman Olarak Kullanılan, Türk Standartları Enstitüsü, 1996, Ankara.
- TS ISO 9625 : Mekanik Bağlantılı Ekleme Parçaları - Polietilenden İmal Edilmiş Basınçlı Borular İçin - Sulamada Kullanılan, Türk Standartları Enstitüsü, 2000, Ankara.
- TS ISO 9635 : Vanalar - Sulama Donanımlarında Kullanılan - Hidrolik Olarak Çalışan, Türk Standartları Enstitüsü, 2002, Ankara.
- TS ISO 9911: Vanalar - Zirai Sulama Donanımlarında Kullanılan - Elle Çalıştırılan Küçük Plastik Vanalar, Türk Standartları Enstitüsü, 2000, Ankara.
- TS ISO 10522 : Vanalar Zirai Sulama - Donanımlarında Kullanılan - Direkt Etkili Basınç Ayar Vanaları, Türk Standartları Enstitüsü, 2000, Ankara.
- ANONİM 1997 : Standards For Landscape Irrigation Systems, March 1997 Edition, Irrigation Industry Association of British Columbia, Canada.  
<http://www.irrigationbc.com/images/clientpdfs/Standards%20for%20Landscape%20Irrigation%20Systems.pdf>



ANONİM 2002 : Minimum Standards for Efficient Landscape Irrigation System Design and Installation, Version 2002, Irrigation Standards Committee of The Utah Irrigation Association, Utah, USA. [http://www.utahia.org/UpLoads/UIA/Documents/Utah\\_Irrigation\\_Standards.pdf](http://www.utahia.org/UpLoads/UIA/Documents/Utah_Irrigation_Standards.pdf)

WEINBERG, S.S.; J.M.ROBERTS, 1988: Handbook of Landscape Architectural Construction Volume Three: Irrigation, Landscape Architecture Foundation, Washington.