



T.C
MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
PEYZAJ MİMARLIĞI ANA BİLİM DALI

**PEYZAJ DÜZENLEMELERİNDE GÜNCEL
SULAMA VE DRENAJ SİSTEMLERİ UYGULAMALARI**

Hakan ADIGÜZEL

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Antakya/HATAY

EYLÜL- 2011



T.C
MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
PEYZAJ MİMARLIĞI ANA BİLİM DALI

PEYZAJ DÜZENLEMELERİNDE GÜNCEL
SULAMA VE DRENAJ SİSTEMLERİ UYGULAMALARI

Hakan ADIGÜZEL

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Antakya/HATAY

EYLÜL- 2011

MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

PEYZAJ DÜZENLEMELERİNDE GÜNCEL
SULAMA VE DRENAJ SİSTEMLERİ UYGULAMALARI

Hakan ADIGÜZEL
YÜKSEK LİSANS TEZİ

PEYZAJ MİMARLIĞI ANA BİLİM DALI

Yard. Doç. Dr. Mustafa ATMACA danışmanlığında hazırlanan bu tez 14.09.2011 tarihinde aşağıdaki jüri üyeleri tarafından oybirliği ile kabul edilmiştir.

Yard. Doç. Dr. Mustafa ATMACA
Başkan

Yard. Doç. Dr. Ahmet İRVEM
Üye

Yard. Doç. Dr. Kayhan KAPLAN
Üye

Bu tez Enstitümüz Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalında hazırlanmıştır.

Kod No:

Prof. Dr. Hüseyin GÖZÜBENLİ
Enstitü Müdürü

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

İÇİNDEKİLER

| | Sayfa |
|---|-------|
| ÖZET | I |
| ABSTRACT | II |
| ÇİZELGELER DİZİNİ | III |
| ŞEKİLLER DİZİNİ..... | IV |
| 1. GİRİŞ | 1 |
| 2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR..... | 4 |
| 3. MATERYAL VE YÖNTEM | 6 |
| 3.1. Materyal | 6 |
| 3.2. Yöntem..... | 6 |
| 4. BULGULAR VE TARTIŞMA | 7 |
| 4.1. Sulama | 7 |
| 4.1.1. Sulama Yöntemleri..... | 7 |
| 4.1.1.1. Yüzeysel Sulama | 7 |
| 4.1.1.2. Yağmurlama Sulama | 9 |
| 4.1.1.3. Damla Sulama..... | 10 |
| 4.1.1.4. Sızdırma Sulama..... | 11 |
| 4.1.2. Yüzey Sulama Sistemleri | 11 |
| 4.1.2.1. Rotasyon Sistemi | 12 |
| 4.1.2.2. Talep Sistemi | 12 |
| 4.1.2.3. Birim Saha-Su Sistemi..... | 13 |
| 4.1.3. Sulama Şebekeleri | 13 |
| 4.1.3.1. Açık Kanallı Sulama Şebekeleri..... | 14 |
| 4.1.4. Borulu Sulama Şebekeleri | 17 |
| 4.1.4.1. Yağmurlama Sulama Şebekeleri | 17 |
| 4.1.5. Sulama Proje Esasları ve Adımları..... | 19 |
| 4.1.5.1. Araştırma ve inceleme | 20 |
| 4.1.5.2. Planlama..... | 20 |
| 4.1.5.3. Kesin Proje Yapılması | 21 |
| 4.1.5.4. Tatbikat Projelerinin Hazırlanması | 21 |

| | |
|---|----|
| 4.1.5.4. Şebeke Planı | 21 |
| 4.1.6. Ana Kanal Güzergahı ve Projelendirilmesi | 22 |
| 4.1.7. Yedek Ve Tersiyer Kanallar..... | 26 |
| 4.1.8. Tahliye Kanalı Güzergâhı Ve Projelendirilmesi | 26 |
| 4.1.8.1. Tahliye Kanalı Debi Hesabı | 28 |
| 4.1.9. Yedek ve Tersiyer Drenaj Kanalları | 33 |
| 4.1.10. Borulu Şebeke, Güzergahı Ve Projelendirilmesi..... | 34 |
| 4.1.10.1. Borulu Şebekelerin Diğer Şebekelere Avantajları | 35 |
| 4.1.11. Akış Miktarı Sınırlayıcı (Debi Limitörü)..... | 39 |
| 4.1.12. Boru Tipleri ve Seçilmesini Etkileyen Faktörler | 40 |
| 4.1.12.1. Plastik Borular | 41 |
| 4.2. Drenaj..... | 43 |
| 4.2.1. Toprak altı Drenajının Tanımı ve Amacı..... | 44 |
| 4.2.2. Toprak altı Drenajının Sınıflandırılması..... | 44 |
| 4.2.2.1. Boşaltıcı (Relief) Drenler | 45 |
| 4.2.2.2. Izgara (Gridiron) Drenaj Sistemi | 45 |
| 4.2.2.3. Çift-Ana (Double-Main) Drenaj Sistemi | 46 |
| 4.2.2.4. Rastgele (Random) Drenaj Sistemi | 46 |
| 4.2.2.5. Köstebek (Mole Drenler | 47 |
| 4.2.2.6. Dikey (Vertikal) Drenler..... | 47 |
| 4.2.3. Yüzeyaltı Drenaj Sisteminin Planlanması | 48 |
| 4.2.3.1. Dren Derinliği..... | 48 |
| 4.2.4. Drenaj Kullanım Alanları | 49 |
| 4.2.4.1. Çim Alanları Drenajı | 49 |
| 4.2.4.2. Fidanlık Sahasının Drenajı..... | 53 |
| 4.2.4.3. Otoyol Drenajı | 56 |
| 4.2.5. Drenaj Elemanları ve Projelendirilme Kriterleri | 60 |
| 4.2.6. Hendekler..... | 61 |
| 4.2.6.1. Refüj Hendekleri | 62 |
| 4.2.6.2. Palye Hendekleri | 62 |
| 4.2.6.3. Yarma Üstü (Kafa) Hendekleri..... | 63 |
| 4.2.6.4. Dolgu Şev Dibi (Topuk) Hendekleri | 64 |

| | |
|--|----|
| 4.2.6.5. Kademeli Hendekler | 64 |
| 4.2.6.6. Özel Hendekleri | 64 |
| 4.2.7. Drenaj Boruları | 64 |
| 4.2.8. Deşarj Yapıları | 66 |
| 4.2.8.1. Enine Deşarj Yapıları | 66 |
| 4.2.8.2. Asfalt Bordür ve Düşüm Olukları | 67 |
| 4.2.8.3. Sütler | 67 |
| 4.2.9. Yapı Çevresi Drenajı | 68 |
| 4.2.9.1. Dış Drenaj | 68 |
| 4.2.9.2. İç Drenaj | 69 |
| 4.2.9.3. Menhol ve Baca Bağlantıları | 70 |
| 5. SONUÇ VE ÖNERİLER | 71 |
| KAYNAKLAR | 74 |
| TEŞEKKÜR | 77 |
| ÖZGEÇMİŞ | 78 |

ÖZET

PEYZAJ DÜZENLEMELERİNDE GÜNCEL SULAMA VE DRENAJ SİSTEMLERİ UYGULAMALARI

Peyzaj Mimarlığında mühendislik çalışmaları kapsamında 6 temel konu vardır. Bunlar; Arazi plastiği, Arazi sirkülasyon sistemleri, Sulama, Drenaj, Aydınlatma ve peyzaj tasarımlarında oldukça sık yer verilen bazı hafif konstrüksiyon elemanlarının projelendirilmesinde yardımcı olabilecek basit mühendislik hesaplamalarıdır.

Bitkilerin gereksinim duydukları su miktarı doğal olarak türlere göre farklılık göstermektedir. Başka bir deyişle her türün yararlanabileceği su düzeyinin azlığına ya da aşırı miktarda bulunmasına gösterdiği tolerans sınırları aynı değildir. Diğer yandan bitkilerin su aldığı ortam koşulları da sudan yararlanma düzeyini önemli ölçüde etkilemektedir. Dolayısıyla kullanılan bitkinin türü ile bu türün yetiştirileceği toprağın özellikleri, sulama sisteminin tasarımında göz önüne alınacak iki temel faktör olarak karşımıza çıkmaktadır

Herhangi bir alandaki drenaj sistemlerinin planlanmasında yukarıda bahsedildiği gibi hem yüzey akışlarının ve hem de toprakaltındaki su hareketlerinin yarattığı sorunlara çözüm bulunması gerekmektedir.

Bu bağlamda; Peyzaj mühendisliği çalışmalarında gelişen teknolojilerin sulama ve drenaj çalışmalarında güncel kullanımının ortaya konulması ve değerlendirilmesi, bu çalışmanın amacını oluşturmaktadır.

2011, 78 Sayfa

Anahtar Kelimeler; Peyzaj Mimarlığı, Sulama, Drenaj, Altyapı

ABSTRACT**CURRENT LANDSCAPE REGULATIONS
IRRIGATION AND DRAINAGE SYSTEMS APPLICATIONS**

There are 6 main topics within the scope of engineering studies in Landscape Architecture. These are plastic land, land circulation systems, irrigation, drainage, lighting and landscape design that is quite common in some of the elements of lightweight construction engineering projects of the simple calculations that can help you.

The amount of water needed by plants naturally vary according to species. In other words, the level of water shortage or the excess amount available to each species, there are not the same as the tolerance limits shown. On the other hand water the plants in the water, the environmental conditions significantly affect the level of enjoyment. Therefore, this species can be bred with the type of plant used in the soil properties, irrigation system appears to be the two main factors to be taken into consideration in the design.

As mentioned above, in any field in the planning of drainage systems and surface water flows and movements of both toprakaltındaki solutions to the problems created by the need to have.

In this context, landscape irrigation and drainage engineering studies, emerging technologies, the introduction and evaluation studies of current usage, is the purpose of this study.

2011, 78 pages

Keywords: Landscape Architecture, Irrigation, Drainage, Infrastructure.

ÇİZELGELER DİZİNİ

| | Sayfa |
|-------------------------------|-------|
| Çizelge 1.Rasyonel Metot..... | 29 |
| Çizelge 2.Rasyonel Metot..... | 30 |
| Çizelge 3.Mc Math Metot | 33 |
| Çizelge 4.Vantuzlar..... | 37 |

ŞEKİLLER DİZİNİ

| | Sayfa |
|--|-------|
| Şekil 4.1. Yüzeysel Sulama..... | 8 |
| Şekil 4.2. Yağmurlama Sulama..... | 9 |
| Şekil 4.3.Damla Sulama..... | 10 |
| Şekil 4.4.Sızdırma Sulaması..... | 11 |
| Şekil 4.5.Sulama Şebekeleri..... | 14 |
| Şekil 4.6.Sulama Kanalları..... | 15 |
| Şekil 4.7.Sulama Projesi..... | 20 |
| Şekil 4.8.Hidrant..... | 38 |
| Şekil 4.9.Pvc Borular..... | 42 |
| Şekil 4.10.Pe Borular..... | 42 |
| Şekil 4.11.Hdpe Borular..... | 43 |
| Şekil 4.12.Yanal drenaj..... | 45 |
| Şekil 4.13.Çift Ana Drenaj sistemi..... | 46 |
| Şekil 4.14.Rastgele Drenaj Sistemi..... | 46 |
| Şekil 4.15.Yüzey Drenajı..... | 50 |
| Şekil 4.16.Kapalı Drenaj..... | 50 |
| Şekil 4.17.a.Drenaj Boru Bağlantısı..... | 51 |
| Şekil 4.18.b.Menhöl Boru Bağlantı Detayı..... | 52 |
| Şekil 4.19.Fidanlık Sahasının Drenajı..... | 55 |
| Şekil 4.20.Yol Drenaj Baca ve Bağlantı Detayı..... | 57 |
| Şekil 4.21.Yüzey Su Drenajı..... | 58 |

| | |
|---|----|
| Şekil 4.22.Yüzey Altı Drenajı..... | 59 |
| Şekil 4.23.Manning Formülü..... | 61 |
| Şekil 4.24.Refüj Hendekleri..... | 62 |
| Şekil 4.25.Dren Boruları..... | 65 |
| Şekil 4.26.Toplayıcı Borular..... | 65 |
| Şekil 4.27.Düşüm Oluğu..... | 67 |
| Şekil 4.28.Dış Drenaj..... | 68 |
| Şekil 4.29. Bina Etrafı Drenajının Uygulanması..... | 69 |
| Şekil 4.30.Bina İçi Drenaj..... | 69 |

1. GİRİŞ

Genel bir ifade ile Peyzaj Mühendisliği, peyzaj tasarımlarının formu ve uygulanmasına ilişkin fiziksel çalışmaları kapsamaktadır. Peyzaj tasarımının istenilen doğrulukta ve işlevsel olması, bu konuda karşılaşılabilecek sorunlara ekonomik çözümler üretilebilmesi, peyzaj mühendisliği konuları ile çalışma yöntem ve tekniklerinin bilinmesiyle mümkündür (Altunkasa, M. F., 2002).

Peyzaj Mimarlığında mühendislik çalışmaları kapsamında 6 temel konu vardır. Bunlar; Arazi plastığı, Arazi sirkülasyon sistemleri, Sulama, Drenaj, Aydınlatma ve peyzaj tasarımlarında oldukça sık yer verilen bazı hafif konstrüksiyon elemanlarının projelendirilmesinde yardımcı olabilecek basit mühendislik hesaplamalarıdır.

Hiç kuşkusuz peyzaj mimarlarının sürekli gelişen fiziksel planlama metodolojisi ve mühendislik çalışmaları kapsamında söz sahibi olabilmeleri, bilgi ve deneyim açısından kendilerini devamlı olarak aşabilmelerine bağlıdır. Dolayısıyla sınırlı düzeyde bilgi birikimi yerine, planlama ve mühendislik alanındaki yeniliklerin ve gelişmelerin izlenmesi, bunların peyzaj mimarlığı disiplini kapsamında yorumlanması ve değerlendirilmesi zorunludur.

Sulama, peyzaj mühendisliği çalışmalarında temel alt yapı sistemlerinin biri olarak büyük önem taşımaktadır büyük ya da küçük ölçekteki peyzaj planlamalarında bitkisel materyal kullanımı genellikle en fazla yoğunluğa sahiptir ve bitkiler suyun yokluğunda veya yetersizliğinde yaşamlarını ya da gelişmelerini sürdüremezler. Bu nedenle peyzaj uygulamalarında bitkinin gereksinim duyduğu miktar ve süredeki suyun en uygun sistem aracılığı ile verilmesi gerekmektedir. Uygun olmayan sulama sistemlerinin kullanılması günümüzde zaten kıt olan su kaynakları tüketiminde belirgin bir israfa yol açabileceği gibi bitkinin su alımını kısıtlayarak ya da aşırı sulamaya neden olarak zararlar oluşturabilecektir.

Bitkilerin gereksinim duydukları su miktarı doğal olarak türlere göre farklılık göstermektedir. Başka bir deyişle her türün yararlanabileceği su düzeyinin azlığına ya da aşırı

miktarda bulunmasına gösterdiği tolerans sınırları aynı değildir. Diğer yandan bitkilerin su aldığı ortam koşulları da sudan yararlanma düzeyini önemli ölçüde etkilemektedir. Dolayısıyla kullanılan bitkinin türü ile bu türün yetiştirileceği toprağın özellikleri, sulama sisteminin tasarımında göz önüne alınacak iki temel faktör olarak karşımıza çıkmaktadır (Anthony and Rees, 1988).

Basit bir tanımlama ile drenaj; herhangi bir alanda toprağın su tutma kapasitesini aşan suyun toprak içerisinde yanlara ve aşağıya doğru sızması ya da geçirimsiz yüzeylerde çeşitli nedenlerle (yağmur, kar vb. gibi) oluşan suların birikmesi veya daha düşük kotlu yerlere akmasıdır (Altunkasa, 2002).

Peyzaj mimarlığı çalışmaları sonucunda zemin karakteri farklı kullanımlar ortaya çıkmaktadır. Söz konusu zeminler çim, kum gibi geçirgenliği yüksek yüksek karakterde olabileceği gibi, asfalt, beton, plaktaş gibi geçirgenliği çok düşük ya da kil, cüruf gibi geçirgenliği orta veya düşük özellikler içerebilmektedir. Diğer yandan, alanın eğim derecesine bağlı olarak, geçirgen zeminlerde de önemli ölçüde yüzey akışları oluşabilmektedir (Anthony and Rees, 1988).

Dolayısıyla peyzaj mühendisliği uygulamalarındaki drenaj sorunu iki şekilde oluşmaktadır. Birincisi; geçirgen olmayan ya da az geçirgen olan zeminlerde sağanak yağışlar veya karların erimesi gibi nedenlerle oluşan yüzey akışlarıdır. İkincisi ise; geçirgenliği yüksek zeminlerde yüzeyden aşağıya doğru sızan suların toprağın su tutma kapasitesini aşan bölümünün gösterdiği toprak altı akışlarıdır.

Herhangi bir alandaki drenaj sistemlerinin planlanmasında yukarıda bahsedildiği gibi hem yüzey akışlarının ve hem de toprakaltındaki su hareketlerinin yarattığı sorunlara çözüm bulunması gerekmektedir.

Bu bağlamda; Peyzaj mühendisliği çalışmalarında gelişen teknolojilerin sulama ve drenaj çalışmalarında güncel kullanımının ortaya konulması ve değerlendirilmesi, bu çalışmanın amacını oluşturmaktadır.

2.ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

2.1 Sulama ve Çeşitleri İle İlgili Yapılan Çalışmalar

Araştırmaya başlanılmadan önce benzer çalışmalar genel olarak irdelenmeye çalışılmıştır. Dünyada ve ülkemizde sulama ve drenaj konusundaki çalışmalar incelenip detaylarıyla sunulmaya çalışılmıştır. Aşağıda literatür özetleri kısaca verilen çalışmalar Araştırma konusuna en yakın olanlar olarak düşünülmüştür. Bu bölümde tez konusuyla ilgili günümüze değin yapılan çalışmalar iki farklı başlık altında özetlenmiştir. İlk aşamada sulama ve çeşitleri ile ilgili daha önce yapılan çalışmalar, ikinci aşamada drenaj ve kullanım alanları ile ilgili yapılan çalışmalar incelenmiştir.

Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı Teşkilatlanma ve Destekleme Genel Müdürlüğü (2011), bu çalışmada sulama ve Sulama yöntemleri iki büyük guruba ayrılır. Bunlar, Yüzeysel Sulama Yöntemleri ve Basıncılı Sulama yöntemleridir. Yüzeysel sulama yöntemlerinde su kendi enerjisiyle doğal akışıyla gelir ve tarlalara verilir. Bu metotta insanlar tarafından suyun gelişi için herhangi bir enerji kullanılmaz. Yüzeysel sulama yöntemlerini uygulamadan önce toprak hazırlığına gerek duyulur ki bu da yöntemlerin bir özelliğidir. Sulamadan beklenen faydanın sağlanması doğru sulama yönteminin seçilmesine ve toprak-bitki-su ilişkisinin iyi bilinmesine bağlanmıştır.

Altunkasa (2002), Peyzaj Mühendisliği adlı çalışmasında, peyzaj mimarlığı çalışmalarında sulama ve drenajın yeri, yöntemleri ve peyzaj mimarlığında kullanım ölçütleri konusunda detaylı bilgiler vermiştir. Ayrıca herhangi bir alanda yapılacak peyzaj planlama çalışmalarında kullanılacak sulama ve drenaj sistemlerinde kapasite hesaplamalarını ortaya koymuştur.

1. Ulusal Su Kaynakları Yönetimi Sempozyumu (2010) bu çalışmada Su temel olarak 3 sektörde kullanılmaktadır: tarım sektörü, kent (içme ve kullanma suyu) ve endüstri sektörü. Su iletim ve dağıtım sistemlerinin büyük bir bölümü açık kanal olduğundan ve yüzeysel sulama yöntemleri kullanıldığından su kayıpları oldukça fazla düzeyde olduğunu Sulama şebekelerinin basınçlı boru sistemlerine dönüştürülmesi, gerektiğini ve sulama yöntemi olarak yağmurlama ve damla sulama sistemlerinin seçilmesi gerektiğini söylenmiştir.

Tarım ve köy işleri bakanlığı (2011), bu çalışmada sulamanın tanımı ve yöntemleri ele alınarak, yüzeysel sulama yönteminde yağmurla ve damlama sulamanın önemi ve avantajları konusu ele alınmıştır. Yüzeysel sulamanın getirdiği ekonomik avantajlar ve su kullanımı

bakımından suyun kontrollü bir biçimde kullanarak fazla suyun israfı engellenmesi konusu ele alınmıştır.

Korukçu ve Demir (1981) yaptıkları çalışmada; Sulama-drenaj ilişkisi, sulama sistem ve yöntemleri, kaynak araştırması, bir sulama ve drenaj sistemini oluşturan elemanlar, koşullara uygun sulama, sistem ve yönteminin seçimi, tasarım ölçütleri belli başlı kültür bitkilerinin sulanması ilkeleri ile ülkemiz koşullarının, sulama ve drenaj yönünden irdelenmiştir

2.2 Drenaj ve Kullanılan Alanları İle İlgili Yapılan Çalışmalar

Ağaçcıoğlu(1998); bu çalışmada yağmur suyu kanalizasyon ile kentsel alanlarda herhangi bir yağış sonrası, yağmur suyunun çevreye zarar vermeden uzaklaştırılması gerektiğini, büyük ve açık alanlarda taban suyunun alansal drenajla kontrol edilmesi ve bunun ızgara,hendek,menfez,köprü gibi yapılar yapılarak olacağı sunulmuştur.

Hidrolik su kaynakları mühendisliği (2007); karayolları ulaşım ağlarında yüzeysel drenaj sistemleri ve hidrolik tasarım esaslarını ele alarak Bu çalışmada, karayolu ulaşım ağlarında yüzeysel drenaj sistemleri incelenmiş ve bu sistemlere ait hidrolik tasarım esasları açıklanmıştır.

Öncelikle, incelenen konuyla ilgili genel bilgi verilmiş ve önemli noktalar belirtilmiştir. Karayollarındaki başlıca drenaj yapıları ve Türkiye`de uygulamada olan projelendirme kriterleri incelenmiştir. Bu bölümde, taşkın debilerinin bulunması, yol gövdesi drenajı ile drenaj sistemini oluşturan elemanlar ve tasarım yöntemleri açıklanmıştır.

Kanber ve ark. (2008); Sulama drenaj ve tuzluluk çalışmasında, Türkiye`de sulama, drenaj ve tuzluluk ile ilgili mevcut durum, araştırma düzeyi ve sorunları, genel hatlarıyla, tartışılmıştır. Ekonomik ve sosyal sorunların çözümü için toprak ve su kaynaklarının akılcı biçimde kullanılması gerçeği ortaya çıkmıştır. Drenaj sorununun esas nedeni, yanlış sulama uygulamaları olması ve bunun çözümü için gerekli önlemler sunulmuştur.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

Bu araştırmanın ana materyalini Peyzaj mimarlığında yapılan güncel uygulama çalışmaları oluşturmaktadır. Uygulama çalışmalarının önemli bir kısmını oluşturan sulama ve drenaj uygulamaları, bu araştırma için materyal oluşturmuştur. Ayrıca sulama ve drenaj sistemi üreticileri ve konu ile ilgili bilimsel ve teknik yayınlar yine bu çalışmanın materyalini oluşturmaktadır.

3.2. Yöntem

Çalışma iki aşamalı olarak yürütülecektir. Birinci aşamada; konu ile ilgili literatür taramaları yapılmış, tarihsel süreç içerisinde tarımsal çalışmalar ve peyzaj uygulamalarında sulama ve drenaj sistemlerinin gelişimi incelenmiştir.

İkinci aşamada ise; sulama ve drenaj sistemlerinde günümüz uygulama çalışmalarına ışık tutacak son gelişmeler ve sulama yöntemleri ortaya konulmaya çalışılmış, sulama ve drenaj teknikleri irdelenerek ve karşılaştırmalı olarak peyzaj uygulama alanları için uygunlukları tartışılmıştır.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Sulama

Bitkilerin gelişimleri için gerekli olan suyu ve besinleri çığ, yağmur ve kar gibi tabii yollardan almaktadırlar. Ancak bitkilerin kendileri için gerekli olan bu önemli maddeyi ihtiyaçları oranında yahut hiç alamama durumu da kimi zaman ortaya çıkmaktadır. Böyle durumlarda insan için gerekli olan besinlerin yetiştirilmesi amacıyla insanlar tarafından bu ihtiyaç karşılanmaktadır. Tarımsal bitkilerin ihtiyaç duydukları suyun doğal yollardan karşılanmayan kısmının, bitkinin ihtiyacı olduğu zamanlarda ve miktarda tarım arazisine yapay yollardan verilmesine SULAMA adı verilmektedir. (Anonim,2011. www.odevsel.com)

4.1.1. Sulama Yöntemleri

Bitkinin ihtiyaç duyduğu sulama suyu tarlaya çeşitli metotlarla ulaştırılmaktadır. Bu metotlar suyun bitkinin kök bölgesine en elverişli şekilde verilmesi gayesiyle ortaya çıkmıştır. Uygulanacak metot toprak özellikleri, topoğrafik durum, bitki çeşidi, su varlığı, iklim durumu ve bölgedeki geleneklere bağlı olarak tayin edilir. Örneğin su tutma kapasitesi yüksek olan topraklarda, sulama aralığını arttırmak mümkün olmaktadır, dolayısıyla yüzeysel sulama tercih edilir. Fakat toprağın su tutma kapasitesi azsa sulamanın sık sık yapılması gerekir, bu da yağmurlama metodunu uygun kılacaktır. Bunun yanında çok meyilli arazilerde de yağmurlama suyu uygun olmaktadır. Sulama suyunun az ve kıymetli olduğu yerlerde damla sulaması tercih edilmelidir. (Anonim,2011. www.odevsel.com)

4.1.1.1.Yüzeysel Sulama

Ülkemizde projelendirilen çoğu sulama şebekesi yüzeysel sulama şeklinde yapılmaktadır. Bu tip sulamalarda etkili bir dağıtım şebekesi oluşturmak gerekmektedir. Su dağıtım sistemi hendek veya boru şeklinde olabilmektedir (Şekil4.1). Yüzeysel sulama metotlarının projelendirilmesinde göz önüne alınan kriterler şöyle sıralanabilmektedir.

- Yetiştirilen bitkilerin ihtiyaç duyduğu suyun kök bölgesinde depolanması,

- Suyun toprağa üniform olarak verilmesi
- Toprak erozyonuna yer verilmemesi
- Yüzeysel akışların asgariye indirilmesi
- Yüzeysel akışlarla kaybedilen suyun yeniden kullanılması
- İşçilik ihtiyaçlarının minimum tutulması
- Su dağıtma sisteminin asgari saha kaplaması.

Yüzeysel sulama salma, tava ve karık sulaması şeklinde ayrılmaktadır. Bu usuller gerek su miktarına, gerek ekilen bitkiye göre ve edindiğim bilgiye göre suyun tarlaya ulaşmasının ardından çiftçinin tarla üzerinde gerek ufak şeritler açarak gerekse direkt suyun salınmasına bırakılarak, çiftçi tarafından belirlenmektedir.



Şekil 4.1. Yüzeysel Sulama

4.1.1.2. Yağmurlama Sulaması

Bu metotta sulama suyu toprağa yağmurda olduğu gibi, tarla içi lateraller vasıtasıyla, ufak zerrecikler halinde verilir. Maliyeti yüksek olmasına karşın sulama randımanı yüksek olan bir metottur (Şekil 4.2).

Bu metodun uygulanabilmesi için yeterli basıncın sağlanabilmesi gerekmektedir. Genellikle 35-40m üzerindeki piyozometrik basınçlar yağmurlama için yeterli olmaktadır.

Yağmurlama sulama sistemleri uygun biçimde işletilirse sulama suyu ihtiyaçları yüzey sulamalara göre önemli ölçüde az olmaktadır. Özellikle yüzeyi düzgün olmayan, eğimli, sızdırma hızı yüksek olanlarda, sığ köklü bitkilerin sulanmasında başarılı sonuçlar vermektedir. Yağmurlama sulama yönteminde, belirli bir ilk yatırım ve enerji giderleri gereklidir. Bu giderler yöntem uygulanarak, tarımsal ürün artışıyla karşılanabilirse yağmurlama sulama sistemleri gelişebilir. Yağmurlama sulama yöntemleri daha az işçilik gerektirdikleri için, işçiliğin pahalı olduğu yerlerde geniş uygulama alanı bulmuşlardır. Enerji maliyetlerinin yüksekliği ve bakım-onarım yönünden bazı sorunlar bulunması sistemin en önemli dezavantajlarıdır. (Anonim,2011. www.odevsel.com)



Şekil 4.2. Yağmurlama Sulaması

4.1.1.3.Damla Sulaması

Genellikle suyun çok az ve değerli olduğu yerlerde kullanılan bir metottur. Damla sulaması genel olarak zemin üstünde veya zemin içinde borular, damlalıklar vasıtasıyla bitki köklerine veya kök bölgelerine suda eritilmiş gübrelerin su ile birlikte hesaplanan bir miktarda verilmesidir. (Şekil 4.3)



Şekil 4.3. Damla Sulaması

4.1.1.4. Sızdırma Sulaması

Su, bitki köklerine toprak altından verilmektedir. Metodun esası, sulama süresince suni bir taban suyu yaratarak bitki köklerinden 30-75 cm derinde tutmaktır. Bu yöntem şekil 4.4 gösterilmiştir.



Şekil 4.4.Sızdırma Sulaması

4.1.2.Yüzey Sulama Sistemleri

Sulama alanına getirilen suyun bitki kök bölgesine verilmesine sulama metodu denmekte idi.

Sulama suyunun belirlenen kaynaktan alınarak sulanacak araziye getirilmesine ise sulama sistemi adı verilmektedir.

Sulama genel olarak pompajla (sulanacak yer su kaynağından yüksekse) ve cazibeyle (kot farkından oluşan doğal eğimle) yapılmaktadır. Sistem hangi durumda olursa olsun, sulama suyunun kaynaktan tarlaya getirilmesinde sulama sistemleri, kanalların işletilmesi yönünden dört kısma ayrılmaktadır. (Anonim,2011. www.odevsel.com)

4.1.2.1. Rotasyon Sistemi

Açık kanallı sulama şebekelerinde kullanılan bu sistem suyun ana kanaldan çıkan yeterli yedek kanallara verilmesi, bu yedek kanallardan tersiyer kanallara ulaştırılması ve buradan prizler vasıtasıyla, köylü arklarında tarla içi kanallarına ulaştırılmasını temel almaktadır.

Genellikle zirai bitkilere ihtiyacı oranında su verildikten sonra, bu bitki tarafından sarf edilinceye kadar bitkiye yeniden su verilmez. Rotasyonun temelini bu olay oluşturmaktadır.

Belirli yedek ve tersiyerler ana kanaldan belirli zamanlarda su almaktadır. Ana kanaldan ayrılan bu yapılar gruplandırılmışlardır. Bir grubun su alması esnasında diğer gruplara su verilmemektedir.

Bu yöntemde gruplar seçilirken mümkün olduğunca birbirlerine yakın büyüklükte sahalar seçmeye özen gösterilmelidir. Şebekenin su ihtiyacının tamamı aynı grup kanallara aynı anda verilmektedir. Dolayısıyla her rotasyonda yedek kanalın kapasitesinin farklı olması doğaldır. Projelendirme bu gruplardan maksimum kapasiteye sahip olana göre yapılmalıdır.

Görüleceği üzere bu metot yedek ve tersiyerler rotasyonun şekline göre, normal kapasitelerinden fazla su taşımakta olduğundan pahalı olmaktadır ve tercih edilmemektedir.

4.1.2.2. Talep Sistemi

Sulama ortamına devamlı su vermeyi esas tutan bu sistem, sulama şebekelerinde ihtiyaç duyulan su miktarının temini esasına dayanmaktadır. Tersiyerlerde devamlı su bulunmakta ve çiftçiler istedikleri kadar suyu istedikleri zaman alabilmektedirler. Projelerde talep sisteminde bulunan debi değerine göre projelendirilme yapılmaktaydı. Bu sulama sisteminde öncelikle hizmet edilecek alanda su gereksiniminin maksimum seviyede olacağı aya göre şebeke kanallarının toplam kapasitesi belirlenmektedir. Daha sonra hesaplanan bu miktar 1 ay boyunca 24 saat, yani devamlı olarak tarlaya verilecekmiş gibi ana kanal, yedek kanal ve tersiyer kanal kapasiteleri bulunmaktadır. Fakat hakikatte 24 saat aralıksız sulama mümkün değildir, kimi saatlerde kanallar çalışmayacak, bitkiye gereken suyun 24 saatten daha kısa bir sürede verilmesi gerekecek, dolayısıyla bu kanallar ihtiyacı karşılayamayacaklardır.

Ortaya çıkan bu durumu önlemek için kanal kapasiteleri birden büyük bir esneklik (Fleksibilite) katsayısı ile çarpılarak arttırılır.

Bir sahada mevcut prizlerin hepsinin aynı anda çalışma ihtimali oldukça düşüktür. Priz adedi arttıkça bu ihtimal daha da fazla azalmaktadır.

4.1.2.3. Birim-Saha Su Sistemi

Daha çok kanalet şebekelerinde uygulanan bu sistem, sulama sahasının belirli büyüklükte birim sahalara ayrılarak, sulama suyunun bu sahaların kot alarak en yüksek yerinden, bir noktadan bırakılması şeklindedir.

Birim sahalar 50-60 ha arasında seçilmektedir. Bu sistemde birim su daha proje esnasında tespit edildiği ve aynen uygulandığı için, herkesin o sene içinde ne kadar su sarf edeceği kolayca hesaplanabilmektedir.

Günümüzde kanalet uygulamasının giderek azaldığından dolayı bu sistem kullanımı da eski senelere göre yaygınlığını kaybetmektedir. Urfa Harran Ovası sulamasının ilk kesimleri (1998 yılına kadar) kanaletli olarak şebekelendirilmişken, daha sonra borulu şebeke şeklinde projelendirilmektedir. Fakat uygulama yani şebekenin sahaya aplikasyonu olarak henüz start alınmamıştır.

4.1.3. Sulama Şebekeleri

Sulama suyunun, sulanacak araziye dağıtılmasını sağlayan sisteme sulama şebekesi adı verilmektedir. İyi bir sulama şebekesi suyu çiftçinin rahat bir sulama yapabileceği şekilde, kayıpsız olarak kullanma yerine taşınmalıdır (Şekil 4.5).

Uygulamada farklı sulama şebeke çeşitleri mevcuttur. Bunlar arasındaki seçim sulanacak arazinin topografik özellikleri, verimlilik derecesi büyüklüğü ve sulama suyunun miktarına göre yapılır. Başlangıçta sulama suyu arazinin en yüksek noktasındadır. Buradan alınan su araziye sulama şebekesini teşkil eden kanallar yoluyla dağıtılır.

Uygulamada çeşitli sulama şebekeleri mevcuttur. Sulanacak arazinin karakterine göre sulama projesine başlamadan şebekenin hangi çeşit olacağına karar verilir. Bu karar gelen alternatifler ve hesapları dahilinde (Kati proje aşamasında) DSİ tarafından verilmektedir. (Anonim,2011. www.odevsel.com)



Şekil 4.5. Sulama Şebekeleri

4.1.3.1. Açık Kanallı Sulama Şebekeleri

Sulama kanalları tabii zemin üzerinde bulunan bir yatakta inşa edilirse, bu tip şebekelere açık kanallı sulama şebekeleri adı verilmektedir. Bir sulama şebekesinde sulama suyunu taşıyan kanallara sulama kanalları, sulamadan arta kalan veya yağışlarla sulama sahasına gelen suları sulama sahasından uzaklaştıran kanallara tahliye kanalları, sahanın taban suyunu kontrol eden kanallara ise drenaj kanalları adı verilmektedir.

a. Sulama Kanalları

Sulama suyunu tarlaya ulaştıran kanallara sulama kanalı adı verilmektedir. Açık kanallı sulama şebekelerinde sulama kanalları genellikle beton kaplamalı olarak inşa edilmektedir. Açık kanallı sulama şebekesi örneği Şekil 4.6. ' de verilmiştir.



Şekil 4.6. Sulama Kanalları

Bu kanallar kullanım durumlarına göre şu şekilde adlandırılırlar:

- **İsale Kanalı**

Sulama suyunu rezervuardan (su kaynağından) alan ve ana kanala taşıyan kanallara isale kanalı adı verilmektedir. Genellikle beton kaplamalı olarak inşa edilen bu kanal üzerinde sulama yapımadığından dolayı priz ve benzeri su alma yapıları bulunmaz.

Su mümkün olduğunca en yüksek noktadan iletmeye çalışılmaktadır. Eğimler 0.0001-0.0004 gibi küçük değerler seçilmektedir.

Tesviye eğrilerini takip eden bu kanalların güzergâhları karışık ve çok kurplu olurlar. Enine dik yamaçlarda büyük kazılara ihtiyaç duyulması halinde galeri veya tek veya çift taraflı duvarlı kanal uygun olmaktadır. Bunun yanında dere yatakları geçilirken kanal güzergâhı çok uzuyorsa veya çok fazla dolguya gereksinim duyuluyorsa, bu tür yerlerde sifonla karşıya geçmek uygun olmaktadır.

- **Ana Kanal**

Bir regülâtörden, bir su alma prizinden, bir baraj dip savak çıkışından yahut bir isale kanalından başlayan ana kanallar su kaybını asgariye indirmek amacıyla beton kaplamalı olarak inşa edilirler ve sulama en yüksek yerlerinden geçirilirler. Ana kanallar yedek kanallara sutaşıma amacıyla inşa edilirler ve üzerlerinde yer yer prizler bulunmaktadır. Ana kanallardan ilerleyen sayfalarda daha detaylı bahsedilecektir.

- **Yedek Kanal**

Ana kanaldan aldığı suyu sulama kanalına taşıma işlemini yapan yedek kanal bu gayede tersiyer kanallara su vermektedir. İsale ve ana kanalda olduğu gibi bu kanallarda beton kaplamalı olarak inşa edilirler. Yedek kanallar boyunca işletme ve bakım yolu inşa edilmektedir. Yedek eğimleri arazi eğimine bağlı olarak değişiklik gösterecektir.

Yedek kanallar tesviye eğrilerine dik bir biçimde ve kendi sulama sahasına hâkim bir durumda olacak bir biçimde geçirilirler. Bu kanallarda tersiyer prizleri dışında sulama suyu alınmayacağından, sulama suyu seviyesi yalnızca bu prizlerde kontrol altında tutulur ve araziden en az 30-40 cm yukarıda olması beklenir, diğer bölgelerde arazinin altında kalabilmektedir.

- **Tersiyer Kanal**

Yedeklerden aldıkları suyu sulama sahasına taşıyan yapılardır ve kaplamalı olarak inşa edilirler. Tersiyerler 300-500 m aralıklarda yedeklerden ayrılmaktadırlar, üzerlerinden ortalama 200 m ara ile inşa edilecek çiftçi arkı prizleri vasıtasıyla araziye veya çiftçi arklarına su vermektedirler. Tersiyerlerde su seviyesi tabii zeminin 0,20-0,25 m üstünde bulunacağından imlada inşa edilmektedirler.

- **Çiftçi Arkları**

Çiftlik prizinden alınan suyu, sulanacak tarlaya taşıyacak kanallara çiftçi arkı adı verilmektedir.

b. Tahliye Kanalları

Sulama sahasında bulunan fazla suyu sulama sahasından uzaklaştıran kanallara tahliye kanalları adı verilmektedir. Bu kanallar kaplamasız olarak inşa edilirler. Derin drenaj kanalları tahliye görevinin yanı sıra, taban suyunu istenen seviyeye düşürmek için açılacağından genelde 2,5 m derinlikte açılırlar. Tahliye kanallarından ilerideki sayfalarda daha detaylı bahsedilecektir.

- **Ana Tahliye Kanalı**

Sulama sahası içinden ve dışından sahaya gelecek bütün suları sahadan uzaklaştırmak için açılan en büyük kanaldır. Ana tahliye kanalı sulama yerinin en çukur yerinden geçmelidir.

- **Yedek Tahliye Kanalı**

Sulama sahasından tersiyer drenajlar vasıtasıyla topladığı suyu ana tahliye kanalına ileten kanal, yedek tahliye kanalı adını almaktadır.

- **Tersiyer Tahliye Kanalı**

Tersiyer drenaj kanalları topladığı yüzeysel suyu ve artık tersiyer sulama suyunu yedek tahliye kanalına götüren yapılardır. Diğer drenaj kanalları gibi kaplamasız kanallardır.

4.1.4. Borulu Sulama Şebekeleri

Sulama şebekesi borularla teşkil edilmektedir. Sulama suyu araziye, borudaki basınçla, yerçekimi etkisinde dağıtılmaktadır. Açık kanallı sulama şebekesinde olduğu gibi ana kanal, yedek borular ve tersiyer borulardan oluşmaktadır. Borulu sulama şebekelerinden ileride daha detaylı bahsedilecektir. (Anonim,2011. www.odevsel.com)

4.1.4.1. Yağmurlama Sulama Şebekeleri

a. İletim Yapıları

Yağmurlama genellikle yüzeysel sulamanın erozyona sebep olacağı, fazla eğimli arazilerde, aşırı geçirgen topraklarda, düzgün olmayan, fazla tesviye ihtiyacı olan bölgelerde ve toprak kalınlığının sığ olduğu yerlerde uygulanmaktadır.

Bu tip şebekelerde kaynaktan alınan su şebekeye, genellikle beton kaplamalı açık kanal olarak veya basınçlı boru hatlarıyla ulaştırılır.

Açık olarak teşkil edilen kanalların eğimleri genellikle düşüktür. Kanal üzerindeki otomatik çeklerle su seviyesi kontrol edilir, böylelikle borulu yedek kanallara hava girmemesi için de ana kanalların devamlı su ile dolu olması sağlanmış olur.

Su kaynağı bir baraj gölü, ana kanal veya gölet rezervuarı olan pompajlı sulama şebekelerinde, ana kanal yüksek basınçlı olarak teşkil edilebilir. Bu şekilde teşkil edilecek borulu anakaralın münhanilere paralel gitmesi gibi bir zorunluluk olmadığı için yamaçta teşkil edilmesine gerek yoktur.

Pompajlı yağmurlama sulamalarında, en yüksek kottaki hidrant çalışma basıncının min 35 mss olduğu dikkate alınarak, sistemin maksimum çalışma basıncı hesaplanmalıdır. Hatlarda statik basıncın 100 mss'nu geçmemesi istenmektedir. Bu tip şebekelerde sistemin emniyetini, bir hava tankı veya sahanın üst kotlarına bir yönetmelik havuzu inşa edilerek sağlanabilmektedir.

b. Şebeke

Ana kanallardan alınan suyun, priz noktalarına (hidratlara) ulaştırılmasını, çeşitli büyüklükteki basınçlarda çalışabilen, yedek ve tersiyer kanal niteliğinde kullanılan AÇB, PVC, CTP, PE, ÇELİK gibi borular sağlamaktadırlar. Boru çapları $\Phi 100$ - $\Phi 2000$ arasında değişmektedir.

Yağmurlama sistemlerinde, yağmurlama başlıkları ortalama 20-25 m'lik basınçlarla çalışmaktadırlar. Yük kayıpları da göz önüne alınacak olursa şebekedeki hidrant giriş basıncı 35-40 m kabul edilmektedir. Şebekede maksimum basınç (statik) olan 100 m' yi geçmemelidir.

Yedek ve tersiyer hatları geçilirken, güzergahın hakim sırtlardan ve mevcut yol güzergahlarının yanlarından geçmesine dikkat edilmelidir. Böylelikle mevcut yollar işletme yolu olarak kullanılabilir.

Borularda minimum basınç 5 Atü olarak seçilmelidir. Borularda $V_{min} = 0.60$ m/s alınarak, su içerisinde yüzebilecek maddelerin boru hatlarında tortu oluşturmaması sağlanmalıdır. V_{max} ise 2.50 m/s ye kadar seçilebilir. (Aşınmayı engellemek için)

Yedek borulu kanallardan ayrılan tersiyerlerin başlarına ayırım vanası ve vantuz, sonlarına ise tahliye vanası ve vantuz yerleştirilmelidir. Yedek ve tersiyer boru hatları en son hidranta kadar devam ettirilir, boru hattı bitiminde, borudaki suyu gerektiğinde boşaltmak için uç tahliyesi inşa edilmelidir.

Hat üzerinde en az 1000-1500 m ara ile gerektiği durumlarda şebekeye müdahale edebilmek, tamir yapabilmek amacıyla hat kesme vanaları (tevkif vanaları) yerleştirilmelidir.

Basıncılı olan bu tür şebekelerde en önemli husus, hatlarda oluşacak hava tahliyesi için emniyetli bir şekilde vantuz yerleştirilmesi ve bunların hesap ve profilleri ile birlikte plan-görüntü paftalarında gösterilmesidir.

Şebeke çözümleri, DSİ Genel Müdürlüğü'nde bulunan, daha sonra detaylı bahsedilecek olan NETWORK boru en uygun şekle sokma programı ile yapılmaktadır. Kısaca bahsedilecek olursa; programa gerekli bilgiler (modül, çalışma süresi, net sulama katsayısı, hidrant debisi, her boru çapı için maksimum ve minimum hız limitleri, pürüzlülük katsayısı ve şebekenin düğüm noktalarını numaralandırılması) bilgisayara girilir, program run edildikten sonra alınan çıktılar kullanılır.

c. Parsel Çalışmaları

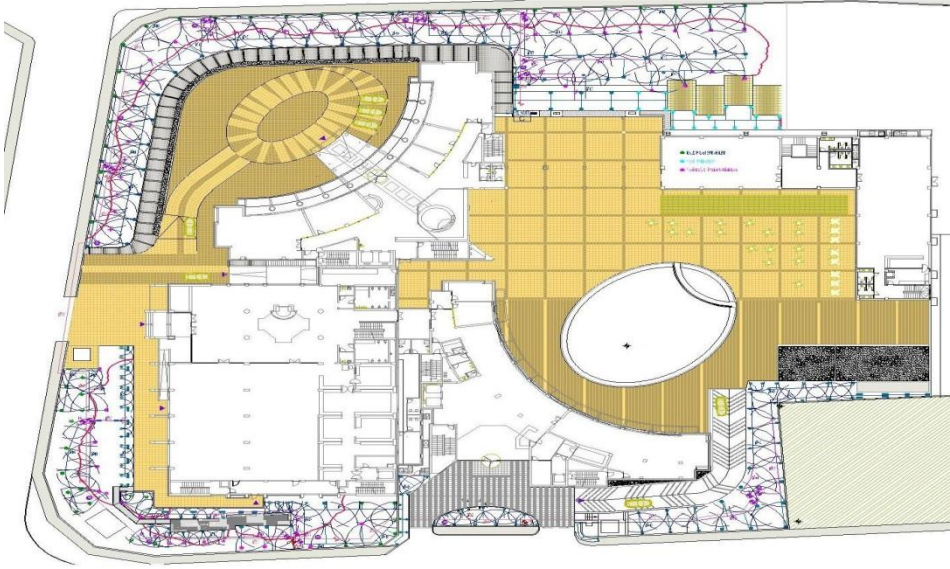
Hidrantlar, şebekeden gelen suyu, parsel içi elemanlarına iletmektedirler ve mümkün olduğunca tarla parsellerinin köşelerine yada bir kenarın üzerine yerleştirilirler. Hidrantlardan daha sonra daha detaylı olarak bahsedilecektir.

Parsel içi elemanları, hidrantlardan aldıkları suyu toprağa püskürtmek amacıyla yağmurlama başlıklarına ileten elemanlara denmektedir. Bu elemanlar; parsel içi ana borusu, bundan ayrılan lateralden ve lateralleri oluşturan belirli aralıklarla yerleştirilmiş ve yükselticiler üzerine yerleştirilmiş yağmurlama başlıklarından oluşmaktadır.

Parsel içi ana borusu, hakim meyil yönünde, üzerinde yağmurlama başlığı bulunan lateraller ise olanaklar elverdiğince tesviye eğrilerine paralel yerleştirilmelidirler. Parsel içi çalışmalarını çiftçi kendi yapacaktır. (Anonim,2011. www.odevsel.com)

4.1.5. Sulama Proje Esasları ve Adımları

Sulama projeleri hazırlanması birçok adımdan oluşmaktadır, mühendislik açısından önemli olan safhaları planlama, kati ve tatbikat projeleri (Şekil 4.7) ve inşaat kademeleridir. (Anonim,2011. www.odevsel.com)



Şekil 4.7. Sulama Projesi

4.1.5.1. Araştırma ve inceleme

Öncelikle sulanması düşünülen arazinin toprak, su, bitki, insan gücü gibi incelemeleri yapılmaktadır.

4.1.5.2. Planlama

Ele alınmasına karar verilen projeler için planlama raporları hazırlanmaktadır. Projenin yeri, proje ile yapılacak tesisler, proje sahasının tabii coğrafyası, yer şekilleri, dağlar, ovalar, akarsular, iklim karakteristikleri, sosyal ve ekonomik durum ve varsa önceden yapılmış etütlerden bahseden bir ön planlama yapılmaktadır. Yeraltı ve yerüstü sularının da incelenmesiyle su ihtiyacı bulunur. Sulama yapılacak ve sulama dışında bırakılacak kısımların da belirlenmesinden sonra su alma yeri, şebeke sahası, ana kanal boyu, ana kanal başlangıç debisi gibi projenin karakteristikleri belirlenmektedir. Sulama suyu için bir depolama tesisi veya su alma için bir düzenleyici yapılacaksa bunların da yer ve karakteristikleri belirlenerek rapora işlenir. Böylelikle bir nevi proje krokisi elde edilmiş olunmaktadır.

Raporlarda ayrıca bölge için incelenen zirai ekonomi ve ziraatı yapılan bitki çeşitleri de bulunmaktadır. Ayrıca ekonomik yönden; tesisi maliyetleri, yatırım bedeli, yıllık işletme, bakım ve onarım masrafları gibi incelemeler de eklenerek fayda- zarar irdelemesi yapılmaktadır.

Yukarıda anlatılanların yanı sıra sulama projelerinde kullanılan 1/5000 ölçekli haritalar üzerinde meskun mahaller, akarsular, arazi ve mülkiyet sınırları, ulaşım yolları, içme suyu hatları, yan dere yatakları, kayalık, ormanlık, bataklık yerler, fabrikalar, yüksek gerilim hatları, hava alanları ve askeri bölgeler gibi yerler işlenmektedir.

Raporda belirtilmesi gereken bir diğer husus ise drenaj sistemidir. Drenaj etütlerinin yapılmasıyla çeşitli drenaj durumları haritada gösterilmeli ve bölgenin yüzeysel drenaj ve derin drenaj sahaları belirlenmelidir.

Bütün bu incelemelerin ardından birçok alternatif ortaya çıkmaktadır.

4.1.5.3. Kesin Proje Yapılması

Ekonomik olarak elverişli olduğu düşünülen projelerin kesin projeleri hazırlanmaktadır. Projenin karakteristiklerine uygun olarak alternatif şebeke türleri projelendirilir ve çoğu zaman mali açıdan en düşük proje seçilir. Şebeke türünün belirlenmesinden sonra 1/5000 ölçekli topografik haritalar üzerine, şebeke türü ve şebeke planı çizilmektedir.

4.1.5.4. Tatbikat Projelerinin Hazırlanması

Kati projeler, belli başlı yapılar ve kanallar hariç arazi ölçülerine dayanmadan 1/5000 ölçekli haritalardan yapılmaktadır. Haritanın araziye tam uymaması durumunda projelerde yanlışlıklar ortaya çıkacaktır. Örneğin harita üzerinden dengelenmiş gibi gözüken yarma ve dolgu gerçekte arazi üzerinde sağlanmıyor olabilmektedir. Bu gibi sorunlardan dolayı kati projelerden direkt arazide inşaata geçilmemektedir. Kati proje iskelet alınarak ve ona sadık kalınarak ve araziden gelen aplikasyonların da yardımıyla gerekli düzeltmeler yapılmakta ve tatbikat projesi meydana getirilmektedir. Bu projenin DSİ tarafından onaylanmasının ardından inşaatın bu projeye uygun olarak uygulanmasına izin verilir.

4.1.5.5. Şebeke Planı

Şebeke planı hazırlanırken öncelikle yan derelerin ve tüm çukurların saptanması ile başlanır. Böylelikle yedek drenaj görevi göreceğüzergâhlar belirlenmiş olacaktır.

Çukurlar arasında kalan sırtlar ve hakim yerler yedek sulama kanalı güzergâhı olarak belirlenecektir.

Ana kanal, yedek kanal ve tersiyer sulama ve drenaj kanalları güzergâhları çizilir ve üzerlerine bütün kurplar yerleştirilir. Kurplara ait ölçüler (A, R, T, D, B,) hesaplanarak üzerlerine yazılır. Bütün kanalların kilo metrajları yapılır. Sulama kanallarının kilo metrajları mabadan mansaba yapılırken drenaj kanallarının ki mansaptan membaya doğru yapılmaktadır. Kanallar üzerine başlangıç km' leri ve 500 m 'nin katları yazılmaktadır. Kurpların ve tüm sanat yapılarının da başlangıç ve bitiş km' leri yazılmalıdır.

Tersiyer sulama kanallarının ve direk prizler gibi son sulama elemanlarının hizmet alanları planimetre adı verilen yöntemle iki defa ölçülerek ve ortalaması alınarak bulunur ve hektar olarak plan üzerine yazılır.

4.1.6. Ana Kanal Güzergâhı ve Projelendirilmesi

Ana Kanal eğimi 0.0002 - 0.0004 veya 0.0006 olara genellikle saptanmaktadır. Güzergâh geçirmenin ilk adımı 1/5000'lik sulama sahası haritasında bir sıfır hattı geçirmektir. Sıfır hattına, ana kanalın başlangıç kilometresinde, ana kanal eksenindeki arazi kotundan başlanır. Sıfır hattı geçirilirken 1/5000 ölçekli haritada, pergel ayağı 2 cm. açılır ve akış istikametinde bir yay çizilir. Yay üzerindeki noktalar merkezden 100 metre ilerideki noktalar olmalıdır. Kanalın boyuna eğimine göre, başlangıç kotundan 100 metre uzunluğa denk gelen kot düşmesi hesaplanarak, sıfır poligonun ikinci noktasındaki kot yay üzerinden işaretlenir. Bulunan noktaya pergel ayağı getirilerek yeni bir yay çizilir ve işlem ana kanal güzergâhı boyunca devam ettirilir. Kanal üzerinde yük kayıplarına sebep olabilecek sifon, çek, kesit değişimi gibi durumlar söz konusu ise su yüzündeki kot düşmeleri sıfır poligonuna o noktalarda ilave edilerek sıfır hattı çizimine devam edilir.

Dolgu ve yarma miktarlarının dengeli olması için kanal güzergâhı mümkün olduğunca sıfır hattına yakın götürülmeye çalışılır. Kanal, güzergâh sıfır poligonunun altına geçtiğinde dolguya, üstüne geçtiğinde ise yarmaya girer.

Kanallarda yön değişimleri kurplar sayesinde olmaktadır. Kanallarda kurb yarıçapları kanal kapasitesi, su hızı, zemin karakteristikleri ve kanal ebatına göre değişim göstermektedir. Pratik olarak kanallarda minimum kurb yarıçapı su yüzü

genişliğinin 6-7 katı veya su derinliğinin 15 katı alınabilmektedir. Ayrıca, bu değer 25 metreden büyük olması uygundur. Kurb yarıçapının büyük seçilmesinin hidrolik şartlar yönünden hiçbir sakıncası bulunmamaktadır. Kontrkurb adı verilen iki ters yöne dönüş yapan kurbun ardarda gelmesi durumunda birinin bitişiyle diğerinin başlangıcı arasındaki uzaklık minimum 40-50 metre olmalıdır.

- **Kontkurb Durumu**

Kurb yarıçapı seçimi şu şekilde olmaktadır; kurb dönüş açısı çizildikten sonra kanal eksenini arzu edilen kotta kalacak şekilde kurb yarıçapı seçilir. Kurb üzerine başlangıç ve bitiş noktaları kilometrajı ve kurb değerleri yazılır. Bunlar 'A' (grad) dönme açısı, 'T' teğet boyu, 'D' yay boyu, 'R' kurb yarıçapı, 'α' (grad) merkez açısı, 'B' dönme noktası ile yay arasındaki mesafeyi ifade eder. Bu değerler aşağıdaki formüllerle hesaplanabilmektedir.

$$T = R \cdot \tan \alpha/2$$

$$D = \alpha \pi R / 200$$

$$B = R(\sec \alpha/2 - 1)$$

$$\alpha = (200 - A) \text{ grad}$$

- **Kurb Elemanları**

Bu değerlerin kolayca hesabı için R = 100 metreye göre hesaplanmış bir tablo mevcuttur. Tabloda merkez açısının (α) 0 - 150 grad arasındaki değerler için T, D, B boyları verilmiştir. Fakat formüllerle de hesaplama oldukça kolay yapılabilmektedir.

Ana kanal güzergahının planda işlenmesi tamamlandıktan sonra sanat yapılarının yerleri belirlenmekte ve kanalın kilometrajı yapılmaktadır.

Ana kanal profili paftanın üst tarafında yer alan 13 x 80 cm. ebatında milimetrik bölmeli kısma çıkarılmaktadır. Bu kısım üzerinde yatay ölçek 1/5000, düşey ölçek 1/100 olarak çıkarılır. Kanal plan ve profillerinin çizileceği pafta standardı 594x920 mm kullanılmaktadır.

Kanal güzergâhındaki tabii zeminin uç noktaları işaretlenir. İşaretlenen bu noktaların birleştirilmesiyle tabii zemin profili elde edilmektedir.

80 cm. uzunluğundaki milimetrik bölmeli kısma akış yönü soldan sağa doğru olacak şekilde 4 km.'lik kanal boy kesiti çizilebilmektedir. Arazi çizgisinin milimetrik bölüme çizilmesinden sonra, hidrolik hesaplar yardımıyla su çizgisi kanal taban eğimine paralel olacak şekilde geçirilir. Bu çizgiden h su derinliği kadar inilerek kanal taban çizgisi elde edilir. Profilde su çizgisi geçirilirken, kanal üzerinde yersel kayıplara sebep olan yerlerde su çizgisi düşürülmektedir.

Profil üzerinde gerekli yerlere, su kotları ve taban kotları yazılır. Kanal üzerindeki sanat yapılarının tipleri, km.leri, boyutları, yük kayıpları görüntü üzerinde gösterilir. Profil üzerinde ayrıca kanalın kilometresi, enkesit değişim yerleri ve enkesit numaraları yazılır

Paftanın milimetrik bölmesinin alt kısmına kanalın planı yerleştirilir. Kanal dolguda ve yarmadayken kullanılan belli tip en kesitler mevcuttur. Bu tip enkesitler stajımı yaptığım büroda DSİ den temin edilmektedir. Alt kısımda kanalın yarmada ve dolgudaki tip enkesitleri, plandaki mevcut kurlar ve enkesitlerin özelliklerini belirten hidrolik tablolar yapılır.

Ana kanal planda işlenirken mevcut yollardan başka ortalama 1.5-2 km aralıklarla birer köprü ve menfez yerleştirilmesi uygundur. Ayrıca ana kanalda ova tarafına projeye göre değişen genişlikte işletme ve bakım yolu tesisi olunmaktadır. Stajımı yaptığım büroda yol genişliği 6 m alınmıştır

Sulama kanallarında, sulamanın kolayca devam edebilmesi için suyun belli bir seviyede bulunması gerekmektedir. Su seviyesinin düşük olduğu durumlarda su alma yapıları olan prizler normal çalışmayacak dolayısıyla yedek ve tersiyer kanallara, istenilen debileri temin edemeyecektir. Bu durumda hidrolik şartları sağlayabilmek için suyu proje seviyesine kabartmak gereklidir. Bunun için priz yerlerinde çek adı verilen kabartma yapıları yapılmaktadır. Bu yapılar 3 ila 5 cm enerji kaybına sebep olmaktadır.

- Kanalın Boyutlandırılması ve Hidrolik Tablo

Sulama kanallarında ekonomi dahilinde elverişli bir sulama sağlanması önem taşımaktadır. Bundan dolayı sulama kanalları sığ olarak düşünülmektedir. Bundan dolayıdır ki debi azalmalarında su derinliğini düşürmek yerine taban küçültülmesi uygun olmaktadır.

Kanalın b (kanal alt genişliği) ve h (su derinliği) oranı b/h genellikle 2 olarak alınmaktadır. Sulama kanallarında maksimum su derinliği 3 m olmalıdır. Kimi durumlarda çok yüksek veya çok düşük debiler dolayısıyla b/h oranı 1 veya 2'den biraz yükseğe ulaşabilmektedir. Bu oran Manning formülü vasıtasıyla hesaplanabilmekte ama pratikte b ve h tayininde "Manning Abağı" adı verilen ve 1/2 ve 1/1.5 şevli kanallar için hazırlanmış abak kullanılmaktadır.

Manning Formülü:
$$Q = \frac{1}{n} R^{2/3} J^{1/2}$$

Q (m³/sn) = debi

R (m) = hidrolik yarıçap

J = kanal eğimi

n = Manning pürüzlülük katsayısı

Abağın kullanımı için ise bulunan Q debi değeri, n kanalın pürüzlülük katsayısı ve J kanal eğimi kullanılmaktadır. Bulunan $Q.n/\sqrt{J}$ değeri ordinat olarak alınır ve b doğrularını kestiği noktaların absisleri bize h değerini verir.

Hidrolik karakteristikler tablosunda;

Q (debi) suyun 1 saniyede katettiği yol ile hidrolik kesitin çarpımıdır. Yani kanalın 1 saniyede m³ olarak akıttığı su miktarıdır.

J kanal boyuna eğim su hattındaki düşmenin kanal uzunluğuna bölünmesiyle bulunmaktadır,

v su hızı suyun 1 saniyede kanalda katettiği yoldur,

τ (sürüklenme gücü) eğimin 1000 katı ile hidrolik yarıçapın çarpımıdır.

l/m, şev eğimidir,

R, hidrolik yarıçap suyun kesit alanının suyun değdiği yüzey genişliğine oranıdır
($R(m) = F / S$),

P1 (toprak hava payı) kanal su hattı ile sedde ve yol platform kotları arasındaki farktır,
P2 (kaplama hava payı) ise kanal su hattı ile kaplama beton üst seviyesi arasındaki mesafe olarak tanımlanmaktadır ve “ hava payı” abağından bulunmaktadır.

Anakanal hidrolik karakterler ve kurp hesapları, hesaplar başlığı altında projenin ilerleyen sayfalarında yer almaktadır.

4.1.7. Yedek Ve Tersiyer Kanallar

Daha önce bahsedildiği gibi ana kanaldan yedek sulama kanalları, bunlardan da tersiyer sulama kanalları ayrılmaktadır. Yedek kanallarda kilometraj ana kanallardaki gibi yapılmakta, her yedek kanalın hizmet alanlarına göre debisi saptanmakta ve hesaplar membadan mansaba doğru yürütülmektedir. Tersiyer kanalları sulama sahasına en yakın kanallardır ve üzerlerinde yaklaşık her 200-250 m de bir su alma prizleri bulunur. Bunun çizimi ve hesaplar da tıpkı yedek kanallarda olduğu gibi yapılmaktadır. (Anonim,2011. www.odevsel.com)

4.1.8. Tahliye Kanalı Güzergâhı Ve Projelendirilmesi

Tahliye ve drenaj kanalları sulama sahasındaki yüzeysel ve derindeki zararlı suları, sulama alanından uzaklaştırmak amacıyla yapılan kanallardır. Drenaj şebekesi sulama sırasında kanallarda kalan suları ve işletme kaçağı suları tarım arazisine zarar vermeden uzaklaştırmış olmaktadır. Bu kanallardan sulama yapılması olmamaktadır. Bütün sulama kanalları bir drenaj veya tahliye kanalına bağlanmaktadır.

Drenaj kanalları kaplamasız olarak inşa edilmektedirler ve eğimleri genellikle arazi eğimine uymakta, cazibeyle akış sağlanmaktadır. Daha önce de bahsedildiği gibi tahliye kanallarından yedek tahliye kanalları, bunlardan da tersiyer drenaj kanalları çıkmaktadır.

Ana Tahliye kanalı sularını sulama şebekesinden uzaklaştırarak nehir, dere veya denize dökmektedir. Eğer tahliye kanalı taban kotu deniz seviyesinin altında bulunuyorsa kanallarda akıntı yavaşlayabilir ve pompajla uzaklaştırılması gerekir. Bu gibi durumlarda tahliye kanalı bir pompa istasyonunun toplama havuzunda son bulmaktadır.

Ana tahliye kanallarının arazinin en düşük noktalarından geçirilmesi gerekmektedir. Bu tip kanallarda minimum kurb yarıçapı genellikle su yüzü genişliğinin 6 katı olmaktadır.

Tahliye ve drenaj kanalları, tesviye çizgilerine dik geçtiklerinden, kanalın tesviye çizgilerini kestiği noktalar (kati projede), aplikasyon defteriyle gelen km ve kotlar (tatbikat projesinde), paftanın milimetrik bölmeli kısmına, yatay ölçek 1/5000, düşey ölçek 1/100 olarak işaretlenir ve bu noktalar birleştirilerek tabii zemin profili elde edilir.

Tahliye ve drenaj kanallarında, kilometraj mansaptan membaya doğru yapılmaktadır, dolayısıyla profil aşağıdan yukarıya doğru yükselmektedir. Arazi çizgisi profil kâğıdının üst kısmına ulaşınca, milimetrik bölmeli kısmın aynı düşey çizgisi üzerinde kaydırılarak arazi çizgisi milimetrik bölmeli kısmın alt çizgisine getirilmektedir.

Profil çiziminde öncelikle drenaj kanallarının eğimleri belirlenir. Bilindiği üzere bu eğimler tabii zemin eğimine uygun olarak seçilmektedirler. Enkesit hesapları ana kanal enkesit hesaplarında olduğu gibi Manning formülünden veya abak yardımıyla tespit edilir. Drenaj kanallarında taban kotları daima tabii zemin çizgisinin altında bulunacağı göz ününde bulunularak kanaldaki minimum kazı derinliği sağlanacak şekilde su çizgisi ve kanal taban çizgisi geçirilir.

Kanalın eğim değişim yerleri belirlenir. Profil üzerine gerekli yerlere su kotları ve taban kotları yazılır. Sanat yapılarının tipleri, km' leri, boyutları, yük kayıpları ve en kesit numaraları profil üzerinde gösterilir.

Paftanın alt kısmına kanalın planı, km soldan sağa doğru artacak şekilde yerleştirilir. Bu kısımda ayrıca kanalın tip enkesitleri, plandaki mevcut kurplar ve enkesitlerin özelliklerini gösteren hidrolik tablo bulunur.

Tahliye kanallarında, sulama kanallarının aksine su hattının daima tabii zeminin altında bulunması gerekmektedir (Zeminden 0.5-1.5 m aşağıda). Bunun nedeni taşıdığı suyun sahaya taşıp zarar vermemesi içindir.

4.1.8.1. Tahliye Kanalı Debi Hesabı

Yüzey yağış suları belirli zamanlarda ve çok miktarda geleceğinden, tahliyenin bu sulara göre kapasitelendirilmesi diğer suları da taşınması için yeterli sayılır. Yüzey suları sulama şebekesi içinden gelebileceği gibi şebeke dışından da şebekeye gelerek zarara neden olabilmektedir. Şebeke içinde her kanala düşen saha bellidir. Yağmur yağdığı zamanlarda yağmur suyu şebeke içindeki sahalardan kanallara sahanın büyüklüğüne ve eğime göre kimi zaman çok çabuk bir şekilde toplanabilmektedir. Şebeke dışından gelebilecek suları hesaplayabilmek için çeşitli ampirik formüller kullanılmaktadır.

Devlet Su İşleri yan derelerden gelecek suyun hesabı için “ Rasyonel Metot “ “ Sentetik Metot ” ve “ Mc Math Metodu “ gibi metodlar kullanılmaktadır. (Anonim,2011. www.odevsel.com)

a. Rasyonel Metot

Bu metot genellikle 25 km² den küçük sahalarda için iyi netice vermektedir. Metotta yağışın, toplanma zamanı içerisinde bütün sahaya üniform olarak düştüğü kabul edilerek yağış tekerrürlerinden faydalanarak akış tekerrürlerine geçilmektedir.

Debi formülü ; $Q = \frac{C \cdot \dot{I} \cdot A}{3,6}$ şeklindedir.

Q = Debi (m³/sn)

C = Drenaj sahası özelliklerine ve yağış şekline bağlı katsayı

İ = Suların toplanma zamanına tekabül eden yağış şiddeti (mm/saat)

A = Drenaj sahası (km²)

“ C “ Katsayısının Seçimi:

Bu katsayı drenaj sahasının büyüklüğü, meyli, bitki örtüsü, zemin cinsi, şekli, yağışın şiddet ve süresi gibi çeşitli etkenlere bağlı olarak değişir.

Çizelge 1.Rasyonel Metot

| Drenaj Sahası Özellikleri (%) | C100 değerleri |
|---------------------------------|----------------|
| Su geçirmez Satırlar | 90-95 |
| Dik Çıplak Satırlar | 80-90 |
| Dalgalı Çıplak Satırlar | 60-80 |
| Düz Çıplak Satırlar | 50-70 |
| Dalgalı Otlaklar | 40-65 |
| Yaprak Döken Ormanlar | 35-60 |
| Çam Ormanları | 25-50 |
| Meyve Bahçeleri | 15-40 |
| Taban Ziraat Arazileri | 15-40 |
| Yamaç ve Teras Ziraat Arazileri | 10-30 |

Çeşitli özellikte arazi ve bitki örtüsü bulunduran sahalar için ortalama C100 hesaplanmaktadır. Örneğin 3 ayrı özellikte drenaj sahası için;

$$C100 = \frac{a_1 c_1 + a_2 c_2 + a_3 c_3}{a_1 + a_2 + a_3}$$

şeklinde olacaktır.

Burada a_1 , a_2 , a_3 saha alanlarıdır.

Yağış şiddetinin artması ile “ C “ katsayısı da artmaktadır. Bundan dolayı tekerrür süresinin azalması yağış şiddetini ve dolayısıyla “ C “ değerini de küçültmektedir. Herhangi bir tekerrür süresine ait “ CT “ değeri aşağıdaki formülle hesaplanabilmektedir.

$$CT = C100 (T/100)^a$$

T = sene olarak tekerrür süresi

a = şiddet süre eğrilerinde T nin üssü

Ülkemizde $a = 0.19$ alınması uygun olmaktadır. Şiddet süre eğrisinin denklem olarak ifadesi şu şekildedir.

$$\dot{I} = \frac{a \cdot b}{(K \cdot T)^t}$$

Burada \dot{I} yağış şiddeti, T tekerrür süresi, t yağış süresi ve K , a , b bölgeden bölgeye değişen sabitlerdir. Pratik olarak kullanılan bir tablo mevcuttur.

Çizelge 2. Rasyonel Metot

| T Tekerrür Süreleri | | | | | |
|---------------------|------|------|------|------|------|
| a | 5 | 10 | 25 | 50 | 100 |
| 0,15 | 0,63 | 0,71 | 0,81 | 0,90 | 1,00 |
| 0,16 | 0,62 | 0,69 | 0,80 | 0,80 | 1,00 |
| 0,17 | 0,60 | 0,68 | 0,79 | 0,89 | 1,00 |
| 0,18 | 0,58 | 0,66 | 0,78 | 0,88 | 1,00 |
| 0,19 | 0,57 | 0,65 | 0,77 | 0,87 | 1,00 |
| 0,20 | 0,55 | 0,63 | 0,76 | 0,87 | 1,00 |
| 0,21 | 0,53 | 0,62 | 0,75 | 0,86 | 1,00 |
| 0,22 | 0,52 | 0,60 | 0,74 | 0,85 | 1,00 |
| 0,23 | 0,50 | 0,59 | 0,73 | 0,85 | 1,00 |

“ \dot{I} “ yağış Şiddetinin Bulunması

\dot{I} yağış şiddeti toplanma zamanına tekabül eden yağış şiddetidir. Bunun için T_c toplanma zamanının bilinmesi gerekir.

T_c nin bulunması için:

Drenaj sahasındaki akarsu yatağının en uzak noktası ile debisi hesaplanacak nokta arasındaki “ L “ mesafesi ve “ H “ kot farkı haritadan alınır.

“ L “ ve “ H “ yardımıyla abak 7 den “ T_c “ toplanma zamanı bulunur.

Drenaj sahasının en uzak noktasına düşen yağış bir süre arazi üzerinde aktıktan sonra ana yatağa kavuşmaktadır. Bundan dolayıdır ki gerçek toplanma zamanı T_c zamanından uzun olmaktadır.

Tablo 6 dan arazi eğimine göre yaklaşık bir akış hızı bulunmakta ve kat edilen uzaklığın hıza bölünmesiyle bir zaman bulunmektedir. Bulunan bu zaman T_c ye ilave edilir.

Arazide yağışın bir kısmını tutacak çukurlar mevcut ise T_c toplanma zamanı 5 dk daha arttırılır.

T_c toplanma zamanının bulunmasının ardından havzaya ait yağış-şiddet-süre tekerrür eğrileri yardımıyla I yağış şiddeti bulunur. Toplam debiyi elde etmek için yatakta daimi akan normal debi de ilave edilir.

b. Sentetik Metot

Genellikle 50-100 km² arasındaki sahalarda için iyi netice veren bu metotla üzerinde uzun süreli akım rasadı bulunmayan akarsu havzalarından gelecek taşkın debilerinin bulunması sağlanmaktadır.

Bir havzadan gelecek suyun miktarına:

yağış şiddeti ve süresi

Toprak bünyesi ve bitki örtüsü durumuna bağlı olarak, yağışın akışa geçebilen miktarı

Yağış sahasının topografik özellikleri etki eder.

Yağışın şiddet- süre- tekerrür eğrileri Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğünce Yayınlanan kitaptan veya DSİ Etüt ve Plan Dairesi Proje Hidrolojisi Uzman Müşavirliğince hazırlanan tablolardan alınabilmektedir.

Yağışın akışa geçen miktarını bulmak için Tablo 7 den zemin gruplarına ve bitki örtüsüne bağlı olarak bir eğri numarası seçilir. Abak 8 den seçilen numaraya tekabül eden eğri yardımı ile, yağışın akışa geçen miktarı bulunur.

Taşkın sahası topoğrafyası ile debinin ilişkisinden dolayı topoğrafyanın da gözönüne alınması gerekir.

Bunun için:

L = toplayıcı ana kanalın boyu (km)

L_c = yağış sahası ağırlık merkezinin ana toplayıcı üzerindeki izdüşümü ile ana toplayıcının yağış alanını terk ettiği nokta arasındaki uzaklık (km)

S = toplayıcı ana kolun harmonik ortalama meyli

Olduğuna göre $L \cdot L_c$ ifadesi ve A (km²) yardımıyla Abak 9 dan qp değeri \sqrt{S} bulunur.

qp = iki saat süren ve havza üzerinde 1 mm lik bir akış meydana getireceği kabul edilen bir yağıştan sonra, taşkın debisinin en yüksek değerine ulaştığı anda alanın her bir km² sinden gelebilecek debiyi gösterir. (lt /sn. km²/ 1mm.)

L = Toplayıcı ana kolun boyu haritadan km olarak ölçülür.

Lc = Yağış alanı ölçekli bir kartona çizilip ağırlık merkezi ve bunun ana toplayıcı üzerindeki izdüşümü bulunarak, ölçülerek Lc hesaplanır.

S = ortalama harmonik eğim mi bulmak için haritadan ana kolun profili çıkarılır. (1/ 25000 ölçekli) yatay uzunluk 10 eşit parçaya bölünür ve her parça için Si eğimi hesaplanır ve harmonik ortalama ile meyil bulunur.

-3

Maksimum taşkın debisi: $Q_p = A \cdot q_p \cdot ha \cdot 10 \text{ (m}^3/\text{sn)}$

c. Mc Math Metodu

Her büyüklükteki düz arazide kullanılması mümkündür. Özellikle yüzeysel tahliye kanallarında iyi netice vermektedir.

$1/5 \quad 4/5$

$Q = 0,0023 C \dot{I} S A$

Q = yüzeysel akış piki (m³/sn)

C = Toprak cinsi, bitki örtüsü ve topografyaya bağlı katsayı

\dot{I} = seçilen tekerrür süresi için, toplanma zamanına tekabül eden yağış şiddeti

S = yatak meyli x 1000

A = su toplanma havzası alanı, ha

C katsayısı tablo vasıtasıyla bulunmaktadır.

Mc MATH Formülündeki C Katsayılarının Tayini İçin Havza Faktörleri

Çizelge 3. Mc MATH Formülündeki C Katsayılarının Tayini İçin Havza Faktörleri

| Akım Şartları | Bitki Örtüsü | Toprak Cinsi | Topoğrafya |
|---------------|---------------------|------------------|---------------------|
| Alçak | 0,08 Çok iyi örtülü | 0,08 Kumlu | 0,04 Düz |
| Alçak – Orta | 0,12 İyi Örtülü | 0,12 Hafif | 0,06 Hafif Meyiller |
| Orta | 0,16 İyi – Orta | 0,16 Orta | 0,08 Tepelik |
| Yüksek | 0,22 Orta – Az | 0,22 Ağır | 0,11 Tepelik – Dik |
| Çok Yüksek | 0,30 Az – Çıplak | 0,30 Ağır – Kaya | 0,15 Dik |

b- “ İ “ nin tayini için toplanma zamanının bilinmesi gereklidir. Toplanma zamanı

$T_c = 0,385 (0,87 L / H)$ formülünden veya abak 10 dan bulunabilmektedir.

T_c = toplanma zamanı, saat

L = Mecra uzunluğu, km

H = Mecra yüksekliği, m

“ İ “ yağış şiddeti daha önce bahsedildiği gibi yağışların şiddet- süre- tekerrür değerlerini gösteren tablo veya eğrilerden bulunabilmektedir. (Bakınız Abak 11) Yağış havzasının çok büyük olduğu taktirde üzerine düşen ortalama yağış şiddetinin azalacağı gözönüne alınarak yağış şiddetini bir saha katsayısıyla çarpılıp küçültülmesi gereklidir. Saha katsayısı Abak 12 den bulunabilmektedir.

4.1.9. Yedek Ve Tersiyer Drenaj Kanalları

Profil çizimi ana tahliye kanalında olduğu gibi yapılmaktadır. Taban genişliği ve su yüksekliği Manning den hesaplanmaktadır. Yüzeysel drenaj kanallarında derinlik 1- 1.5m, derin drenaj problemi olan yerlerde inşa edilen yedek drenaj kanallarında ise derinlik minimum 2.5 m olmalıdır. Yedek drenaj kanallarında dikkat edilecek bir hususta min hız $v = 0.50$ m/sn, bunun için de eğim 0,0004-0,0006 olmasıdır. Bunun sebebi, bu kanallar genelde kaplamasız olduğundan, sürüklenen malzemenin kanalda birikmesini önlemektir. Bu kanallar çok dik eğimlerden geçirilmek zorundaysa da bu

kez sürüklenme gücü kontrol edilir ve gerekiyorsa kanalda sürüklemeyi önleyecek önlemler alınır. (Taş perde kaplaması, beton kaplaması vb.)

4.1.10. Borulu Şebeke, Güzergahı Ve Projelendirilmesi

Sulama suyu araziye, sulama sahasına, bu sahadan daha yüksek bir kottaki rezervuar veya açık kanaldan, basınçlı borularla yerçekimi etkisinde (cazibeyle) dağıtılmaktadır. Borulardaki basınçlar her bir hidrantta 35-40 m basınç sağlamıyorsa, bu tür şebekelere orta basınçlı borulu şebeke denmektedir.

Borularda suyun yükselebileceği noktalar, basınç çizgisini (piyozometre hattı) teşkil etmektedir. Rahat bir sulamanın yapılabilmesi için piyozometre çizgisi tabii zeminin üstünde olmalı ve su alma yerleri olan prizlerde ne kadar basınç isteniyorsa en az o kadar üstünde olmalıdır. Borular tabii zemin içine, boru üstü tabii zeminden minimum 80-100 cm aşağıda olacak şekilde döşenmektedir. Stajımı yaptığım büroda kullanılan asbes borularda min 80 cm, ctp (cam takviyeli plastik) borularda min 100 cm kullanılmıştır.

Borulu sulama şebekesi ana kanal, yedek borular ve tersiyer borulardan oluşmaktadır. Ana kanal klasik şebekelerde olduğu gibi beton kaplamalı açık kanal olarak inşa edilir. Bundan dolayı güzergahı klasik kanallarda anlatıldığı gibi yapılmaktadır. Borulu sulama şebekeleri talep sistemine göre projelendirilmektedir.

Borulu şebekelerinin güzergahlarının geçirilmesi sırasında da diğer şebekelerde olduğu gibi sahanın sulanmayan hiçbir noktasının kalmaması göz önünde tutulur. Ana kanaldan ayrılan yedek borular ana kanaldan suyu alıp dağıtma işlemine başlayacağı için arazinin yüksek yerlerinden yani sırtlardan mümkün olduğu kadar tesviye eğrilerine dikey olarak geçirilirler. Bu duruma göre açık kanallı sulama şebekelerinde yedek kanal güzergahları boru güzergahları olarak seçilebilir.

Borular ana kanaldan prizler vasıtasıyla her 400-500 m de bir ayrılırken, üzerlerinde ise her 350-400 m arasında tersiyer borulara su veren prizler bulunmaktadır. Şebeke üzerinde bırakılan her priz, tesviye eğrilerine paralel doğrultuda maksimum 250-300 m ve tesviye eğrilerine dik doğrultuda maksimum 400-500 m uzaklığa kadar hizmet edebilmektedir. Borulu şebekeler üzerindeki prizler alfalfa vanalar veya maslaklı priz tipi şeklinde olurlar fakat stajımı yaptığım büroda sulama yapıları olarak, parsellere

belirli basınç altında gerekli sulama suyunu sağlayan özel yapılar olan hidrantlar kullanılmıştır.

Her bir hidranttan alınan sulama suları diğer sulama şebekelerinde olduğu gibi, çiftçi arkları ve tarla içi kanallarıyla (projeye dahil olmayan) tarlaya gönderilmektedir. Bir hidrantın yaklaşık 4 ha sulama yaptığı stajımı yaptığım büroda kabul edilmekte idi. Borulu şebekeler bütün araziler için elverişli olmamaktadır. Borularda su hızının az olması borular içinde tortu birikmesine sebep olacağından boru çaplarında belirli bir minimum hızdan aşağıya müsaade edilmez. Eğim değişimi yardımıyla hız istenen seviyede tutulmaktadır. Borularda su hızı minimum 0.60 m/sn olabilmektedir. Borularda ani eğim değişiklikleri borunun bu kısımlarında sediment birikmesine ve hava toplanmasına sebep olur ve tıkanıklık meydana gelir.

Boruya girişten biraz ilerisi ve meyil değişikliği olan kısımlarda toplanacak hava kabarcığını tahliye için vantuzlar konulmaktadır. Boru üzerinde diğer vantuz konulması tavsiye edilen yerler şöyledir; pompa çıkışında, en tepe noktalarda, az eğimli uzun boru hattı üzerinde her 500 m de bir ve yol geçişlerinde.

Sulama suyundaki yüzen cisimleri boru girişine yerleştirilecek ızgaralar vasıtasıyla tutulmalıdır.

4.1.10.1. Borulu Şebekelerin Diğer Şebekelere Avantajları

Öncelikle kamulaştırma problemi ortadan kalkmaktadır. Boru hatları gömülü olduğundan, güzergah üzerinde tasarım yapmaya olanak vardır. Senelik bakım masrafı, açık şebekelere nazaran daha azdır, zararlı otlarla mücadele gereksinimi yoktur.

Sanat yapıları büyük ölçüde azalmaktadır. (Açık kanallı şebekelerde dere ve yol geçişleri için inşa edilen alt, üst sel geçidi, akedük, köprü, memfez, büzlü geçit gibi sanat yapıları)

Açık kanallı şebekelere nazaran toprak işleri minimuma inmiştir. Sedde ve depo problemleri ortadan kalkmıştır.

Bu tip şebekelerde tesviye eğrilerine paralel gidilmesi zorunluluğu bulunmadığından en kısa güzergah seçilebilir, su iletimi ve dağıtımı yapılabilir. Sistem basınçlı olduğu için su bayır yukarı eğimde iletilebilir.

Derin drenaj problemi dışında, yüzeysel drenaj problemi önemli ölçüde azalmaktadır. Tabii yataklar ve çukur yerler drenaj şebekesini oluştururlar.

Diğer klasik kanallarda olduğu gibi borulu sistem paftası üzerinde milimetrik bir kısım artı borulu sistemlere mahsus piyozometrik değerleri veren ek bir milimetrik kısım daha bulunmaktadır. Düşeyde 13 m ve yatayda 4 km lik bir uzunluğa izin veren ilk milimetrik kısımda profiller düşeyde 1/100 yatayda ise 1/5000 ölçekle çizilmektedir. Pafta üzerinde hesaplanan hidrolik karakteristikleri gösteren bir tablo ve uygun bir yerde de boru tip enkesiti yer almaktadır. Piyozometre hattı çizilecek ikinci milimetrik kısımda ise yine aynı ölçekle düşeyde 5m yatayda ise 4km lik uzunluğa izin vermektedir.

Boru şebeke planı üzerindeki borular üzerine uygun yerlere tesviye eğrileri yardımıyla hidrantlar yerleştirilir. (Bir hidrantın yaklaşık 4 hektar'lık bir alana hizmet vermektedir). Yerleştirilen hidrantların hizmet alanları planimetre ile iki kez ölçülüp ortalaması alınarak ha cinsinden belirlenir. Daha sonra hidrantların kilometrajı yapılır ve tabii zemin kotu, ara mesafe ve sulama alanını kapsayan bir tablo hazırlanır. Eğer hidrant yerleşimi sırasında elimizde böyle bir tablo mevcut ise bu değerler baz alınarak gerekli düzeltmelerin yapılması ile hidrant yerleşimi yapılması uygun olacaktır.

Bulunan kot, ara mesafe ve sulama alanları şebeke çözümü için kullanılan optimizasyon programı verilerinde kullanılacaktır.

Profil çizerken; gelen arazi aplikasyonları vasıtasıyla tabii zemin çizgisi çizilir. Daha sonra bu zemine sadık kalarak zeminin alt kısmına boru profili çizgi şeklinde işlenmektedir. Boru eksen kotu toprak altın $1m + d/2 + (0,1m)$ hata payı şeklinde aşağıya indirilmekteydi. Burada d değeri optimizasyon sonucunda o kısım için belirlenen çaptır. Boru iniş eğimi 0,004'ten çıkış eğimi ise 0,002'den küçük olmamalıdır. Çizilen boru hattında hidrantlar kotu, numaraları ve km leri, dirsek ve ayırım km leri ve açıları, diğer sanat yapıları km leri gösterilir. Eğimler hesaplanır. (

Optimizasyon sonuçları vasıtasıyla piyozometrik yükseklikler de üst taraftaki milimetrik bölgeye işlenir.

Boru güzergahının geçirilmesinin ardından gerekli yerlere redüksiyon ve vantuz yerleştirilmelidir.

a. Vantuzlar

Boru hattının ilk olarak doldurulması ile havanın tahliye edilmemesi durumunda boru en kesiti daralacağından işletme sırasında mahsurlar görülecektir. İşletme sırasında (tahliye vanaları kapalı, hat açma-kapama vanalarının tümü ya da bir kısmı açık) boru hattı boyunca yüksek noktalarda su basıncı azalacağından bir miktar hava sudan ayrışır ve söz konusu kısımlarda birikmeye başlar. Havanın boru kesitini tamamen kaplaması halinde memba ve mansap kısmında eşit hidrostatik basınçlara maruz kalacak, boru hattı hiç su iletmez hale gelecektir. Biriken hava hatta gerekli yerlere vantuz konularak dışarı verilecektir.

Boru hattı çapına bağlı olarak tavsiye edilen hava tahliye vanası (Vantuz) çapları ve boru hattı üzerinde konması tavsiye edilen yerler Çizelge 4’te verilmiştir.

Boru hattı üzerinde vantuz konması tavsiye edilen yerler

Çizelge 4.Vantuzlar

| Boru Çapı (cm) | 80-250 | 300-400 | 450-600 | 600-800 |
|----------------|--------|---------|---------|---------|
| Vantuz Çapı | Ø50 | Ø80 | Ø100 | Ø150 |

Boru hattı çapına bağlı olarak tavsiye edilen Vantuz çapları

b. Hidrantlar

Hidrantlar, toprak üstündeki sulama tesisatlarını, toprak altındaki basınçlı sulama şebekelerine bağlamak üzere dizayn edilmişlerdir (Şekil 4.8). Sulama hidrantları vana işlevi, birkaç noktaya aynı anda dağıtım işlevini, su sayacı işlevi, basıncın ayarlanma işlevini, akış miktarının sınırlandırma gibi fonksiyonları aynı anda yapan ekipmanlardır. Hidrantlar A, B, C, D tipi olmak üzere 4’e ayrılmaktadır.

4 atü’den büyük basınçlar için A ve C tipi hidrantlar kullanılır.

C tipi ($Q > 10$ lt/sn için)

A tipi ($Q < 10$ lt/sn için)

4 atü’den küçük basınçlar için D tipi hidrant kullanılır.

0-0.8 atü arasında debi limitörsüz,basınç regülatörsüz hidrant kullanılır.
0.8-4 atü arasında debi limitörlü,basınç regülatörsüz hidrant kullanılır.



Şekil 4.8. Hidrant

c. Hidrant Gövdesi:

Hidrant gövdesi, klepe mekanizmasının içinde bulunduğu alt parçadan, dona karşı koruma parçasının bulunduğu ana parçadan ve nozulların takıldığı üst parçadan meydana gelmiştir. Hidrant gövdesi ana şebekeye 150 mm anma çaplı PN 16 standartlarına uygun flanşla bağlanır. Gövde üzerinde bir veya iki çıkış yeri vardır. Kullanılmayan çıkışlar kör flanşla kapatılabilmektedir. Hidrantı dona karşı korumak için anti-frost parçası takılabilmektedir.

Standart olarak üretilen D tipi hidrant tipi gövdesi çıkışında adaptör, su sayacı, basınç regülatörü, debi regülatörü, kurt ağzı parçalarının hepsi veya kullanılacak yere göre birkaçı hidrant kısmına takılabilir.

d. Oransal Su Sayacı

Oransal su sayacı flanş bağlantılıdır. Sayaç, oluşturulan basınç farkından yararlanılarak içinden geçen suyun ölçümünü yapar. Sayaç, metreküp olarak ölçüm yapar ve direkt okumalı tiptedir. Sayaç, cam ve kapak vasıtasıyla korunmaktadır. İsteğe bağlı olarak hidrant çıkışına bağlanabilmektedir.

e. Basınç Regülatörü

Basınç regülatörü, hidrant girişindeki yüksek giriş basıncını düşürmektedir. Basınçregülatörü, flanş bağlantılıdır ve istendiğinde hidrant çıkışına takılabilmektedir. Basınç regülatörünün çıkış basıncı fabrikada istenen basınca göre ayarlanmaktadır. Standart kalibrasyon değerleri 3,3.5,4,4.5,5,6,7.5 veya 9 bar'dır.

4.1.11. Akış Miktarı Sınırlayıcı (Debi Limitörü)

Akış miktarı sınırlayıcısı, metal bir gövde ile gövde içerisine yerleştirilen kauçuk orifisin bir araya gelmesinden meydana gelmiştir. Kauçuk orifisin çapı, içinden geçecek suyun miktarına bağlı olarak hesaplanmaktadır. Kauçuk orifis nominal akışa müsaade eder ve herhangi bir şekil değişikliği olmaz. Debi nominal akışın akışın üzerine çıkmaya başladığında kauçuk ofiris büzülerek suyun geçtiği çapı daraltarak fazla debinin geçmesine müsaade vermemektedir. Debi normal değere düştüğü zaman kauçuk orifis tekrar eski şeklini alır.

Akış miktarı sınırlayıcıları, standart olarak 10,12,15 ve 20 lt/sn değerlerinde dizayn edilmiştir. Hassasiyetleri ise nominal debi +% 20 'dir. İsteğe bağlı olarak hidrant çıkışına bağlanabilmektedir.

A Tipi Hidrantlar

| | | |
|----------------------|---|----------------------------|
| Giriş Çapı | : 100 mm | |
| Çıkış (nozul) çapı | : 65 mm | |
| Çıkış sayısı | : 1-4 adet | Giriş basıncı : max 16 atü |
| Çıkış basıncı | : 2, 2.5, 3, 3.5, 4, 4.5, 6, 7.5, 9 atü | |
| Çıkış debisi | : 1.5, 2, 3, 4, 5, 6, 7.5, 9 lt/sn | |

B Tipi Hidrantlar

| | |
|----------------------|---|
| Giriş Çapı | : 80 mm |
| Çıkış (nozul) çapı | : 65 mm |
| Çıkış sayısı | : 1-2 adet |
| Giriş basıncı | : max 16 atü |
| Çıkış basıncı | : 2, 2.5, 3, 3.5, 4, 4.5, 6, 7.5, 9 atü |
| Çıkış debisi | : 1.5, 2, 3, 4, 5, 6, 7.5, 9 lt/sn |

C Tipi Hidrantlar

| | |
|----------------------|---|
| Giriş Çapı | : 100-150 mm |
| Çıkış (nozul) çapı | : 100 mm |
| Çıkış sayısı | : 1-2 adet |
| Giriş basıncı | : max 16 atü |
| Çıkış basıncı | : 2, 2.5, 3, 3.5, 4, 4.5, 6, 7.5, 9 atü |
| Çıkış debisi | : 10, 12, 15, 18, 20 lt/sn |

D Tipi Hidrantlar

| | |
|----------------------|---|
| Giriş Çapı | : 100-150 mm |
| Çıkış (nozul) çapı | : 100 mm |
| Çıkış sayısı | : 1-2 adet |
| Giriş basıncı | : max 16 atü |
| Çıkış basıncı | : 2, 2.5, 3, 3.5, 4, 4.5, 6, 7.5, 9 atü |
| Çıkış debisi | : 10, 12, 15, 18, 20 lt/sn |

D tipi sulama hidrantları, 5 hektardan büyük parsellerin sulama problemlerini çözmek için kullanılır. Tek hattan beslenen bir veya daha fazla yer altı branşmanlarının arasındaki mesafeyi arttırmak ve bağlantıları birleştirmek için kullanılır.

4.1.12. Boru Tipleri ve Seçilmesini Etkileyen Faktörler

Öncelikle borular kullanılacak işletme basınçlarına ve zemin etkenlerine karşı dayanıklı olmalıdır.

Sürtünme kayıpları güç kaybına sebep olmaktadır, buda büyük çaplı boruları gerektirmektedir, yapım maliyeti artar. Boru fiyatlarının yanısıra yerleştirme maliyeti de gözönünde bulundurulmalıdır. Bağlantının tipi de bu maliyeti etkilemektedir. Örneğin vidalı bağlantı, eritici kaynaklı bağlantı olabilmektedir. Bunun yanında borunun kolay taşınması, gömülme derinliği ve hendek genişliği de maliyet açısından önem taşımaktadır. (Anonim,2011. www.odevsel.com)

4.1.12.1. Plastik Borular

Plastik borular korozyona uğramazlar ve çoğu kimyasaldan etkilenmezler veya çok az etkilenirler. Standartlar ölçüsünde üretildiklerinden kalite kontrolü kolaydır. Düzgün yüzeyli olduklarından sürtünme kayıpları son derece azdır. Çeşitli basınçlara direnecek dayanıma sahiptirler, ancak sıcaklıkla basınç dayanımları düşer. Polivinilklorid (Pvc), ABS plastik boru, polietilen (Pe) ve yüksek yoğunlukta polietilen (Hdpe) olarak çeşitlenir.

- PVC Borular

PVC boru, yarı rijit plastik bir borudur. Mukavemeti oldukça fazla olmakla birlikte sığa karşı PE borularına göre daha dayanıklıdır. Sürtünme kayıpları PE borularınkinden daha azdır. Yerleştirmesi düşük maliyetlidir.(Şekil4.10)

- Pe Borular

Fleksible bir malzemedir. Sıcaklık artışı ile genişleme eğilimlidir. Mukavemeti çok yüksek değildir. Genellikle düşük basınç sistemlerinde, kontrol vanalarında, yağmurlama tarafında veya soğuk koşullarda kullanılmaktadır.(Şekil 4.11)

- HDPE Borular

Standart PE den daha güçlü bir malzemedir. Et kalınlığı incedir. PE ye göre daha rijittir. (Şekil 4.12)

- CTP Borular

Korozyona dayanıklı olarak imal edilir bu borular oldukça uzun ve verimli hizmet ömrü sağlamaktadırlar ve bakım giderleri düşüktür. Son derece pürüzsüz iç yüzeyi sayesinde düşük sürtünme kayıpları oluşmakta ve dolayısıyla daha düşük pompaj enerjisi gerektirmektedir.

Bu tip boruların döşenmesi de oldukça kolay olmakla beraber nakliye maliyetleri de azdır.



Şekil 4.9. "PVC" Borular



Şekil 4.10. "PE" Borular



Şekil 4.11. "HDPE" Borular

4.2. Drenaj

Bir araziye değişik amaçlara yönelik kullanımı sağlama veya arazinin kullanımını iyileştirmek için arazide bulunan fazla suyun araziye açılan drenaj kanalları ile kontrollü ve hızlı bir şekilde arazi dışarısında bulunan su toplama yatağına atılma işlemine drenaj denir.

Drenaj çalışmaları ilk olarak ıslak ve göllenmiş arazilerde ve bununla birlikte tarımsal sulamaya yeni açılmış arazilerde ortaya çıkabilecek olumsuz etkileri ortadan kaldırmak amacıyla yapılmıştır. Günümüzde drenaj çalışmalarının yapıldığı alanlar son derece genişlemiştir. Özellikle kentsel alanların gelişmesine bağlı olarak gereksinim duyulan altyapı çalışmaları da yeni bir boyut kazanmıştır.

Kentsel alanların drenajında sadece evsel atıkların drenajı değil, aynı zamanda çevresel fazla suyun drene edilmesi de başlı başına bir uzmanlık alanı haline gelmiştir.

Birçok meslek disiplini olduğu gibi Peyzaj Mimarlığında da drenaj çalışmaları Toprak altı ve Yüzey drenajı olmak üzere iki temel başlık altında ele alınmaktadır.

4.2.1. Toprak altı Drenajının Tanımı ve Amacı

Yüzey altında bulunan fazla yeraltı suyunun o bölgeden uzaklaştırma işi "yüzey altı drenajı (subsurface drainage)" olarak adlandırılır. Birçok alanda yüzey ve yüzey altı drenajına ihtiyaç vardır. Arazilerde fazla suyun nedenleri aşağıdaki şekilde sıralanabilir (Tortop, 1991).

- Arazideki yüzey sularını veya yüksek taban suyunu akıtacak boşaltma sisteminin bulunmaması ya da kapasitenin

Yetersiz oluşu,

- Arazide az geçirimli veya geçirimsiz toprak katlarının bulunması fazla toprak ıslaklığının diğer bir nedenidir. Bu özellikteki alanlarda boşaltma sistemi çalışsa dahi yeraltı suyu seviyesinin yüksek oluşu,

- Tuzlu toprakların ıslahı amacıyla bazı bölgelerde yapılan yıkama işlemi sırasında verilen fazla suyun derinlere sızarak taban suyunu beslemesi,

- Akarsulardan ileri gelen taşkınlar sonucu su altında kalan arazilerde sızma sonucunda taban suyunun yükselmesi gibi nedenler sayılabilir.

Yüzey hendekleri (sürfece ditches) yağışla ve/veya sulamayla oluşan fazla suyu uzaklaştırmak için gereklidir. Yüzey hendekleri, yüzey altı drenaj sistemlerini tamamlayacak şekilde planlanmalıdır. Yüzey ve yüzey altı drenajı su tablasının kontrolüne yardımcı olmaktadır. Yüzeyaltı drenajı; yağışla, sulamayla, yüksek bölgelerdeki sulama kanallarından veya hendeklerden sızan sularla ve artezyen basınç altındaki yeraltı suyu ile seviyesi yüzeye doğru yükselen su tablasını düşürmek için kullanılır (Marino and Luthin, 1982).

4.2.2. Toprak Altı Drenajının Sınıflandırılması

Yüzey altı drenajı, genel olarak boşaltıcı (relief) ve kesme-kuşaklama (interceptor) drenajı olmak üzere ikiye ayrılır. Boşaltıcı drenaj, düşük veya nispeten düz eğime sahip yüksek su tablası seviyesini düşürmek için kullanılır. Kuşaklama drenajı ise bir alana olan akımı azaltmak ve/veya akımın önünü kesmek için kullanılır. Yüzey altı drenaj sisteminin planlanmasında, çalışmayı yapan kişi birçok çevre koşulunu göz önünde bulundurarak boşaltıcı veya kuşaklama

Drenajını seçmelidir.

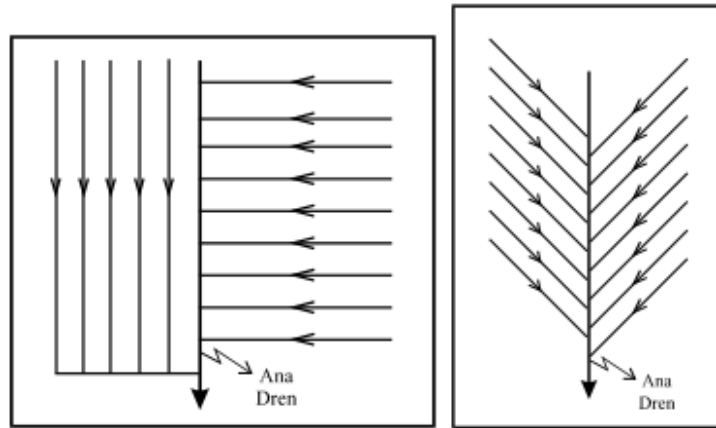
4.2.2.1. Boşaltıcı (Relief) Drenler

Hendekler, boşaltıcı dren olarak yüzey ve yüzey altı sularını taşıyabilecek olan yüzey altı drenajı için kullanılırlar. Çünkü hendekler derindir ve bunun yanı sıra çeşitli akım koşulları (dengeli ve dengesiz) için yüksek drenaj kapasitesine sahiptirler. Gömülü drenlerin (buried drains) ekonomik veya toprak karakteristiği açısından uygun olmadığı geniş ve düz arazilerde hendekler en iyi sonucu vermektedir. Bunun yanı sıra hendekler özellikle pirinç tarlalarının drenajında veya şiddetli sağmak yağışlardan sonra oluşan çok miktardaki suyun kısa zamanda drenajı için çok kullanışlıdır. Drenaj amacıyla hendeklerin kullanılmasındaki avantajlar aşağıda belirtilmiştir:

- 1) Hendeklerin başlangıç masrafı azdır.
- 2) Hendeklerin kontrol edilmesi kolaydır.
- 3) Gömülü drenlerin kullanılmasıyla bazı organik topraklarda oluşabilecek çökme olaylarının gerçekleştiği alanlarda hendekler oldukça kullanışlıdır.
- 4) Hendekler oldukça düz eğime sahip alanlarda oldukça kullanışlıdır.

4.2.2.2. Izgara (Gridiron) Drenaj Sistemi

Izgara drenaj sistemi, ana drene dik olarak yerleştirilmiş olan paralel ve yanal drenlerden oluşur (Şekil 4.12)



Şekil 4.12. Yanal drenler

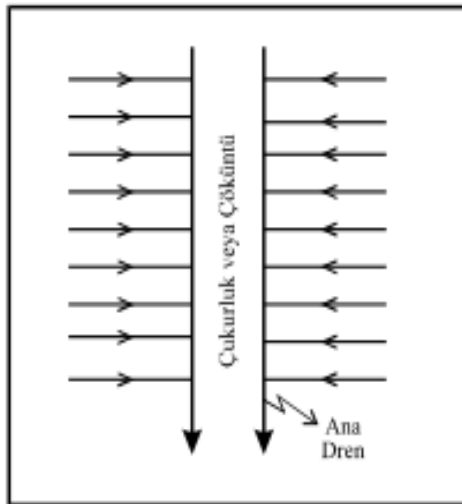
Arasındaki mesafeler arazinin durumuna bağlıdır. Izgara drenaj sistemi düz topografyaya sahip arazilerde ve üniform hidrolik iletkenliğe sahip topraklarda kullanılır. Balık Kılıçığı (Herring-Bond) Drenaj Sistemi Balık kılıçığı drenaj sistemi, ana drene iki tarafından belirli bir açıyla bağlanan paralel yanıl drenlerden oluşur Bu sistem ana drenin veya alt ana drenin çukur yerlerde bulunduğu durumlarda kullanılır. Bunun yanı sıra, ana drenin başlıca eğim yönünde olduğu zaman ve yanıl drenlerin istenilen eğimde ana drene belirli açıda bağlandığı durumlarda kullanılabilir.

4.2.2.3. Çift-Ana (Double-Main) Drenaj Sistemi

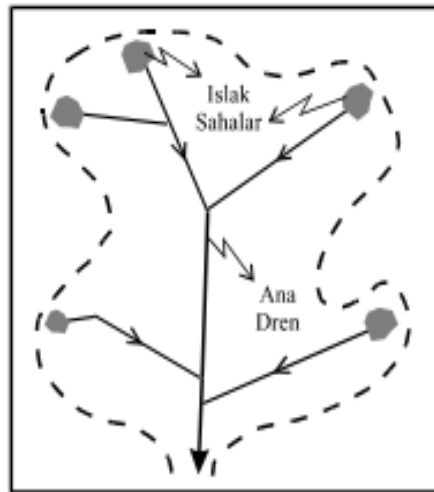
Çift ana drenaj sistemi balık kılıçığı drenaj sisteminin değişik bir tipidir (Şekil 4.2.1.1.3) Bir çöküntünün veya çukurluğun drene edilecek alanı böldüğü durumlarda çift-ana drenaj sistemi uygulanabilir. Çöküntü alanı yüksek kotlardan süzülecek olan sular nedeniyle ıslanabilir. Bu durumda çöküntünün her iki tarafına ana drenler yerleştirilir.

4.2.2.4. Rastgele (Random) Drenaj Sistem

Rastgele drenaj sistemi topografyanın engebeli ve dağınık izole ıslak alanların bulunduğu bölgelerde kullanılır. Ana dren genellikle kotu düşük alana yerleştirilir. Yanıl drenler her bir ıslak/sulu alandan ana drene doğru uzatılır (Şekil 4.13, 4.14).



Şekil 4.13. Çift Ana Drenaj Sistemi



Şekil 4.14. Rastgele Drenaj Sistemi

4.2.2.5. Köstebek (Mole) Drenler

Köstebek drenler yüksek yapışıklığa (high cohesive) veya lifli (fibrous) yapıya sahip topraklarda pulluklar (plow) kullanılarak açılan kanallardır. Köstebek drenler doğru olarak açılırsa 1-5 yıl arası bir zaman kullanılabilir fakat etkinlikleri içine sediman dolması nedeniyle zamanla azalır

4.2.2.6. Dikey (Vertical) Drenler

Dikey drenler sığ yeraltı suyu tablasını derinlerde yaralan daha geçirimli birimlere taşımada kullanılır. Dikey drenler menfezlerin uygun veya ekonomik olmadığı yerlerde kullanılır. Dikey drenler bütün drenaj akımını alabilecek uygun akiferlerde açılmalıdır. Dikey drenlerde başlıca problem sediman ve molozlarla sık sık dolup tıkanmasıdır. Bu nedenle drene edilecek olan suda yaralan maddelerin drene girmeden önce temizlenmesi gerekmektedir. Aksi takdirde dikey drenin ömrü çok kısa olacaktır. Günümüzde dikey dren denemeleri tatminkâr edici değildir. Kuşaklama-Kesme (Interceptor) Drenler Kuşaklama drenleri açık hendekler olabileceği gibi gömülü dren borular dolabilir. Yüzey drenlerinin yeri ve derinliği ayrıntılı sondaj ve yeraltı suyu çalışmalarıyla belirlenir. Açık hendekler yüzey ve yeraltı suyu akımını toplama işi için kuşatma drenleri kullanılır. Hendek yeraltı suyunu kesebilecek yeterlikte derinliğe sahip olması gerekir. Bu durum hendeklerin kullanılmasında sınırlamalar getirmektedir(Örn. yeraltı suyu seviyesinin derin olması durumu).Bu probleme karşılık gömülü drenlerin kullanılması yeraltı suyunu kesmesinde daha pratik çözümdür. Kuşaklama drenleri genellikle bir tepenin veya yüksek terasın tabanına yerleştirilir. Genellikle bu durum geniş nehir vadilerinde görülür ve bu vadiler yüksek kotlardan sızan suların etkisi altındadır. Bu nedenle yeraltı suyunun gerçekten yüksek kotlardan yanal olarak sızan sulardan etkilendiğini göstermek için dikkatli bir yeraltı suyu tablası araştırması yapılmalıdır. Daha geçirimli birimlere dikey yönde sızmanın söz konusu olduğu yerlerde kesme drenleri etkili değildir.

Hendekler yüzeyde çok alan kaplamaktadır. Hendeklerin yüzeyde yer almasından dolayı tarım işlerinde zorluklar çıkmaktadır.

Yüzey altı (Subsurface) veya Gömülü (Buried) Drenler Yüzey altında yaralan gömülü drenler çeşitli maddelerden yapılabilir. Genellikle beton ve kil borular kullanılır. Son yıllarda plastik boru kullanımı da yaygınlaşmıştır. Kuyularda kullanılan bitümlü fiber, metal ve benzeri maddelerde dren borularının yapımında kullanılmaktadır. Çeşitli boşaltıcı drenaj sistemleri bulunmaktadır ve bu sistemlerden Bazıları aşağıda kısaca açıklanmıştır (Marino and Luthin, 1982).

4.2.3.Yüzeyaltı Drenaj Sisteminin Planlanması

Yüzey altı drenaj sisteminin planlanmasındaki ilk basamak bölgeye ait tomografik harita, su tablası kontur haritası ve su tablası derinliği (isobath) haritasını elde etmek veya oluşturmaktır. Bu haritalar yüzey veya yüzey altı toprak durumunu ve bilgilerini içerebilir. Yeraltı suyu akım yönü yeraltı suyu kontur haritalarından belirlenebilir. Yine bu haritalar kullanılarak yeraltı suyuna ait hidrolik eğim hesaplanabilir. Drenajın başlıca amacı, minimum sayıda dren kullanarak maksimum etkide yeraltı suyu tablası kontrolünü sağlamaktır. Bu durumda ancak bölgedeki akım paterninin ve yüzey altı toprak durumunun iyi bilinmesiyle sağlanabilir (Marino and Luthin, 1982). Birçok koşulunun bulunması nedeniyle her bir problem tek tek ele alınarak incelenmelidir (Örn. nemli alanlardaki drenaj problemleri kurak alanlardaki drenaj problemlerinden oldukça farklıdır).

4.2.3.1. Dren Derinliği

Dren derinliği toprak ve bitki faktörlerine bağlıdır. Düşük hidrolik iletkenliğe sahip topraklar dren derinliğini sınırlayabilir. Bunun yanı sıra toprak katmanları, kullanılan makinenin delme kapasitesi vb. gibi faktörler de dren derinliğini etkileyebilir. Pratikte nemli (humid) bölgedeki drenaj ile sulanan (irrigated) alandaki drenaj, dren derinlikleri bakımından birbirinden ayrılır. Nemli bölgelerdeki dren derinliği sığ (1 m veya daha az) olmakla beraber, sulanan alanlardaki dren derinliği 2 m civarında olabilmektedir (Marino and Luthin, 1982).

Nemli bölgelerdeki drenajın başlıca amacı optimum bitki büyümesine elverişli olan köklerin havalanma zonunun sağlanmasıdır. Bu durum da ancak su tablası yüksekliğinin bitkinin aktif büyüme kökünün altında tutulmasıyla sağlanır. Bitkilerin filizlenmeye başlama zamanında su tablasının yüksek olma durumu bitkiler için çok önemlidir. Buna ek olarak kurak periyot süresince bitki köklerinin havalanma zonunun su ihtiyacını sağlamak için su tablasının kontrolü (yükseltilmesi) gerekebilir. İri taneli (coarse-textured) yapıya sahip topraklar ince taneli (fine-textured) topraklara göre daha yüksek su tablası yüksekliğine ihtiyaç duymaktadır. Örnek olarak kumlu topraklarda su tablası derinliğinin 60-90 cm olması istenirken, killi topraklarda 100-150 cm su tablası derinliği optimum bitki büyümesi için gereklidir. Nemli bölgelerde drenaj derinliğini etkileyen başlıca faktör yüzey altında yaralan toprağın hidrolik iletkenliğidir. Sığ yüzeyaltı topraklarının sıkı olması nedeniyle düşük hidrolik iletkenlik değerine sahiptir (çünkü yüzey altı toprakları genellikle kil içermektedir). Bu tip topraklarda dren derinliği 60-100 cm arasında değişmektedir.

Sulanan bölgelerdeki drenajın başlıca amacı tuzluluk kontrolünün sağlanmasıdır. Sulanan bölgedeki dren derinliği genellikle yüzeyden itibaren yaklaşık 2 m olarak seçilir. Dren derinliğini etkileyen birçok faktör vardır. Sulama sonrasında toprak yüzeyinde buharlaşma ve suyun bitkilerce kullanılması sonucu su toprak yüzeyine doğru hareket eder. Suyun yüzeye doğru olan bu hareketinin hızı ve miktarı; kapilariteye, toprak-nem basıncına (soil-moisture pressure) ve buharlaşma-terleme (evapotranspiration) ile oluşan hidrolik eğime bağlıdır. Kumlu topraklarda toprak yüzeyinde kapiler yükselme ile oluşan tuz birikimi toprağın tuzlanmasına neden olan en önemli faktörlerden biridir. Yeraltı suyu tablasının derinlere indirilmesi ve dolayısıyla yeraltı suyundan olan kapiler yükselmenin de derinlere indirilmesi toprağın tuzlanma tehlikesini azaltacaktır.

4.2.4. Drenaj Kullanım Alanları

4.2.4.1. Çim Alanlarının Drenajı

Tüm çim alanlarda fazla su bitki gelişimini olumsuz yönde etkiler. Su göllenen veya aşırı su tutan alanlarda kökler yüzlek gelişir, bitki büyüme ve gelişimi yavaşlar. Drenaj esas olarak bitki kök bölgesinde fazla suyun uzaklaştırılması işlemidir 2 ye ayrılır.

- Yüzey drenajı;

Aşırı yağışlı dönemlerde suyun toprak yüzeyinden kolayca uzaklaştırılması için çim alanların tesis döneminde etkili bir yüzey drenajı yapılmalıdır. Yüzey drenajı yapılmayan alanlarda yağışın büyük bir bölümü göllenir. Dolayısıyla biriken su bitkilerin sararmasına yol açar. Çim alanlarının yapımı döneminde, toprak yüzeyine su toplama kanallarına ve yollara hafif bir eğim verilir. Örneğin ev bahçelerinde cadde ve sokak kanallarına doğru %1 eğim. Futbol veya değişik amaçlı spor sahalarında saha kenarına doğru %1-2 eğim verilmesi fazla suyu kolayca uzaklaştırır (Şekil 4.15) (Anonim 2011 www.main-board.eu).



Şekil 4.15. Yüzey Drenajı

- **Yüzey altı (kapalı) drenaj**

Yüzey drenajı çoğunlukla tek başına yeterli değildir. Özellikle doğal drenajı zayıf, ağır topraklarda yüzey drenajına ek olarak yüzey altı drenajına ihtiyaç duyulur. Yıllık yağış miktarı, sulama şekli, toprak bünyesi ve kullanım amacına göre çok değişik yüzey altı drenaj sistemleri yapılabilir (Şekil 4.16).



Şekil 4.16. Kapalı Drenaj Uygulaması

Ağır topraklarda suyun alt katmanlara kadar süzülmesi ve drenaj sistemi ile uzaklaştırılması önemli bir sorundur. Ağır topraklara sahip geniş park alanlarında 10-50 cm genişliğinde 50-100 cm derinliğinde açılan hendeklere iri çakıl veya kırılmış taş doldurularak

basit bir drenaj oluşturulur. Bu hendek drenaj sistemi ile şiddetli yağışlar kolayca toprak altına indiği gibi taban suyu seviyesi belirli bir düzeyde tutulur. Kolay bir sistem olmakla birlikte yaygın olarak kullanılmaz. Üs katmanı süzek ve hafif bünyeli çim alanlarında çok değişik yüzey altı drenaj sistemleri yapılabilir. Örneğin, süzülen suyun kapalı bir drenaj boru sistemi ile uzaklaştırılması yaygın bir uygulamadır. Bu drenaj sisteminde esas, sızan suyun birbirine paralel olarak yerleştirilen lateral drenaj boruları ile toplanması, bir toplayıcı (kollektör) boru ile uzaklaştırılmasıdır. (Şekil 4.17) (Anonim 2011 www.main-board.eu)



Şekil 4.17. Drenaj Boru Bağlantısı

Bu sistemde beton, kil, künk, metal gibi değişik malzemeden yapılmış borular kullanılsa da son yıllarda delikli PVC veya polietilen borular çok yaygınlaşmıştır. Arazi kaybının olmaması, bakımının azlığı yüzeyde geçirimli toprak tabakası bulunan alanlarda çok etkili olması sistemin en önemli avantajlarıdır. Kapalı drenaj sisteminde kullanılacak boruların çapları arazi büyüklüğü, yağış ve sızan su miktarı ile yakından ilişkilidir. Ancak normal koşullarda lateral boru çapları 10 cm'den daha düşük tutulur. Örneğin, futbol sahalarında kullanılan lateral boruların çapları genellikle 5-8 cm arasında değişir. Toplayıcı boruların çapları ise 10-12 cm'ye kadar ulaşır. Boruların yerleştirme derinliği ile borular arasındaki uzaklıklar

toprağın bünyesi, toprak katmanlarının özellikleri, yağış durumu gibi birçok özelliğe bağlı olarak ayarlanır. Normal koşullarda borular 70-100 cm toprak derinliğine yerleştirilir. Yüksek taban suyu ve tuzluluk sorunu bulunan alanlarda drenaj boruları 2 m'ye kadar indirilir. Toprağın istenilen derinliğine yerleştirilen drenaj borusunun altı ve yanları hafif kum tabakası ile desteklenir. Daha sonra drenaj borusunun üzeri kaba kum + ince çakıl ile doldurularak sistemin tıkanması önlenir ve etkinliği artırılır. Kum + çakıl tabakası üst toprak tabakasına kadar uzatılır. Drenaj sisteminde borular arasındaki uzaklık 5-20 m arasında değişir. Su hareketinin yavaş olduğu bünyeli topraklarda borular daha sık yerleştirilir. Boruların yerleştirilme şekli değişebilir. Örneğin, lateral borular toplayıcı borulara dik veya kaburga şeklinde bağlanabilir.(Şekil 4.18).(Anonim 2011 www.main-board.eu)



Şekil 4.18. Menhol Boru Bağlantı Detayı

Geniş park alanlarında yüzey altı drenajının yapımı oldukça masraflıdır. Bu nedenle drenaj sistemi çim alanının kullanım amacı, arazi topografyası ve bölgenin yapısına göre planlanır. Doğal drenajı bulunan, su göllenme veya aşırı su tutma sorunu bulunmayan alanlarda herhangi bir sistem gerekli değildir. Ayrıca geniş park alanlarında sadece sorun bulunan bölüme drenaj sistemi kurulması tercih edilir. Spor alanlarında drenajın özel bir önemi vardır. Örneğin, futbol sahalarında iyi bir drenaj sistemi başarı için mutlak gereklidir. Futbol sahalarında en çok uygulanan iki drenaj sistemi Şekil 1'de görülmektedir. Her iki sistemde de 5-10 m aralıklarla dizilen 5-6 cm çapındaki lateraller tüm stadı çevreleyen 10-12 cm çapındaki toplayıcı kanallara dik veya kaburga şeklinde bağlanır. Futbol sahalarında lateral borular genellikle %0,5-1 eğimle

ve toprağın 70-100 cm altına döşenir. Uygun bir drenaj sistemi, üst toprak katmanı hafif bünyeli toprak ve toprak karışımı ile hazırlanan Spor alanlarının uzun süre kullanılmasını sağlar. .(Anonim 2011 www.main-board.eu)

4.2.4.2. Fidanlık Sahasının Drenajı

Düz ve ağırca toprakların seçiminde en büyük sakınca drenaj güçlüklerinden kaynaklanır. Fidanlık çalışmalarının ensansitesine göre değişen bir drenaj sistemiyle yüzey sularının uzaklaştırılması sağlanmazsa ve taban suyu fidanların gelişimine engel olmayacak şekilde kontrol altına alınmaz ise fidanların kökleri çuk-rür. Zira su birikip kalınca oksijence fakirleşir, bu durum toprağın havalanma özelliklerini bozar. Bu itibarla toprakta biriken suyun yüzeyden ve kök çevrelerinden süratle uzaklaştırılması gerekir. .(Anonim 2011 www.foryoufrm.com)

Drenaj güçlükleri su ve yağışın en fazla olduğu mevsimlerde açıklıkla görülebilir ve toprak profillerinden gözlenebilir. iyi drenaj sistemi, topraktaki suyu drene edip, gözeneklere havanın girmesini sağlamakla toprağın çabuk ısınmasını ve zamanında tav haline gelmesini sağlar. Böylece toprak işleme giderleri azaldığı gibi uzun süre de beklemek gerekmez. Biran evvel ekimler ve dikimler yapılarak fidanların yörenin vejetasyon mevsimi uzunluğundan azami faydalanması, dolayısıyla iyi bir büyüme yapması sağlanır. Toprağın su içeriği normale döndüğünde don etkileri de azalır, havalanma iyi olacağından topraktaki mikroorganizma faaliyeti artar.

Drenaj sistemi yapılırken önce fidanlık yeri ve yakın çevresinin 1/500-1/1000 ölçeğinde topoğrafik haritasının çıkartılması gerekir. Bu haritada eğim kot farkları, yollar, köprü, menfez, dere v.b. tahliye kaynakları gösterilir. Sonra drenaj alanında en düşük ve en yüksek su seviyeleri, yüzeysel akış durumu, çevrenin yağış rejimi (aylık, yıllık miktarları ve yağış şiddetleri) saptanır. Bunun yanında toprak etütleri de itina ile yapılmalıdır. Bu etütlerde fidanlık için çıkarılan toprak haritasından faydalanılır. Böylece toprak türü ve dolayısıyla toprağın dren kabiliyeti saptanır. .(Anonim 2011 www.foryoufrm.com)

Ayrıca ana taş çok derinde ise 120-130 cm derinliğe kadar toprak profilleri açılarak toprak tabakalarının özelliklerinin belirlenmesi gerekir. Ayrıca taban suyunun durumu, (durgun, sığ veya değişken taban suyu özellikleri), taban suyunun dikey hareketleri, eğime bağlı hareketler, taban suyunun bazı zararlı tuzları içerip içermediği araştırılır. Bütün bunlar yapılacak drenaj şebekesinin drenaj tipini, tesis tekniğini ortaya kor. Drene edilecek suyun boşaltılması,

ana kanal ve yan kanalların derinliklerine uygun bir çıkış ağızı mevcut ise, tahliye yer çekimiyle meyile göre kendiliğinden olur, aksi halde bir pompaj sistemi de düşünmek gerekir. Drene edilecek suyun azami miktarının tespiti bütün drenaj şebekesinin boyutlandırılmasını ve dren aralıklarının ortaya çıkarılmasını sağlar. Bunların boyutlarının taban suyunu istenilen derinlikte tutacak asgari ölçüler içinde olması gerekir. Aksi halde şebeke etkisiz kalır. Genellikle kapalı drenaj hendeklerinde bu derinlik koşullara göre 0.50-1.80 m arasında değişir. Tuzlu ve alkali topraklarda bu derinlik azami boyutlarda alınmalıdır.

Drenaj tipleri "yüzeysel drenaj" ve "derin drenaj" olmak üzere iki tiptir. Yüzeysel drenaj üst toprağın ıslaklığını engeller. Bu sistem özellikle üst toprağın ağırca olduğu veya altta yüzeye yakın geçirimsiz bir tabakanın bulunduğu durumlarda söz konusudur. Nehir, çay ve dere taşkınlarının etkisine maruz kalan yerlerde de böyle yüzeysel bir drenaj sistemi etkili olur. Ayrıca sahada mevzii çukurluklardaki birikmeler de böyle bir şebeke ile önenebilir. Gerekliğinde bu sistem derin drenaj sistemini takviye etmek üzere onun bir tamamlayıcısı olarak da kullanılmaktadır. Yüzeysel drenaj fidanlık yerinde çukurluklarda biriken suyun drene edilmesi için yapılacaksa, bu çukurların bir kanala birleştirilmesi ve akıtılması yeterlidir. Yüzey sularını drene etmek için yapılacaksa meyil istikametinde pullukla daha iyisi bir kanal pulluğu ile yapılan bir sürümle bu sağlanabilir. (Anonim 2011 www.foryoufrm.com)

Daha derince olma zorunluluğunda ise 30-50 m aralıklarla meyil istikametinde açılan kanallarla bu iş halledilir. Bu takdirde kanalların uzunluğu 200 m'yi geçmemelidir. Aksi halde iyi çalışmaz. Yüzeysel drenaj şebekesi yapımı basit ve dolayısıyla UCUZ tesislerdir. B-zen taş kaplama bir yolda etkili olarak yüzeysel SU toplanabilir Derin drenaj şebekesi ise daha ziyade derinde k^k bölgesinde olan fazla suyun akıtılmasını hedef alır. Sistem küçük bir fidanlıkta "açık sistem" şeklinde ucuz bir şekilde yapılabilir (Şekil 4.19).



Şekil 4.19. Fidanlık Sahasının Drenajı

Daha büyük ve entansif fidanlık işletmelerinde "kapalı drenaj sistemine ihtiyaç vardır. Açık sistem yüzey sularını süratle boşaltır, kolay inşa edilir, makine ile temizlenebilir. Belirli aralıklarla açılan bu kanallar belirli bir eğimle yapılır, tıkanmaların olduğu yer kolayca tespit edilip onarılabilir. Ancak özellikle sık bir şekilde olması zorunlu olan durumlarda arazi kaybı fazla olur. Makinelerin manevra sahasını daraltır ve çalışmalarını güçleştirir. Bu durumda hiç olmazsa açık hendeklerde traktörün hareketini kolaylaştırmak için bu vasıtaların parsellere kolayca geçebilmelerini sağlamak üzere hendeklerin kenarlarının meyilli yapılması isabetli olur. Açık sistem ayrıca köprü ve menfez gibi sanat yapılarını icab ettirir. Sık sık yan şevler inerek tamiri gerektirir, kanallarda fazla otlama olur, bu da bakım giderlerini arttırır. Bu itibarla bu sistem büyük ve entansif fidanlıklarda düşünülmemelidir. Açık sistemin tesis tekniğinde, kanalların derinlik, genişlik, şev ve kanal eğiminin ve kanallar arasındaki uzaklığın iyi saptaması gerekir. Kanal derinliği, yetiştirilen türlere (sığ ve derin köklü), toprağın geçirgenliğine, yan kanalların uzunluklarına göre tespit gerekir. Derinlik 75-100 cm olması genellikle yeterlidir. Ancak tuzlu topraklarda bu derinlik 180 cm'ye kadar indirilmelidir. Kanalın taban genişliği şevle ilgili olmakla beraber en az 120 cm olmalıdır. Şev, toprak türü ve kanal derinliğine tabi olarak genellikle 1/2-1/3 oranları arasında değişir. Ağır killi topraklarda ise 2/1'e kadar dik yapılabilir. Kanal eğimi de doğal eğim ve toprak yapısına bağlı olarak

0.0005-0.0015 arasında değişir. Kanallar arasındaki mesafe ise toprağın geçirgenliği ve kanal derinlikleri ile ilgili olarak dren formüllerine göre saptanır. Pratikte orta geçirgenlikteki topraklarda her 30 cm derinlik için 8 m dren aralığı kabul edilmelidir. Açık sistem kanallarının temiz tutulması, otlanın biçilerek, kazınarak, yakılarak veya kimyevi yoldan herbisitler kullanılarak önlenmesi gerekir. (Anonim 2011 www.foryoufrm.com)

Kapalı sistem ise, açık sistemin kusurlarını ortadan kaldırır. Üzerinde yetiştirme çalışmaları yapılabildiği cihetle arazi kaybı olmaz. Bunun sonucu daha sık bir drenaj sistemi yapılabilir. Kapalı sistem çeşitli toprak işleme ve fidanlıkların hareket kabiliyetlerini de kısıtlamaz. Bu sistemde, açık sistemde görülen sık sık onarım ihtiyacı söz konusu olmaz. Yıllık bakım da kolaydır. Ancak ilk tesis masrafları fazladır. Tıkanıklıkları giderme güç ve masraflıdır. Kapalı sistemin tesis tekniğinde; genellikle daha önce belirtilen esaslara göre tespit edilen derinlikte kanallar açılır ve belirlenen meyilde drene edilecek su miktarına uygun dimenziyonda (genellikle 15-25 cm çapında) künkler döşenir.

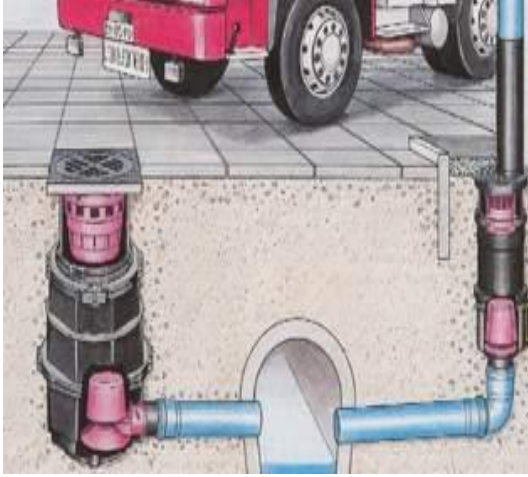
Tabiatıyla ana şebeke ile lateral şebeke künklerinin dimenziyonları farklı olur. Künkler arasında 15-20 cm kadar aralıklar bırakılarak bu kısım çakıl, mıcır ve taşla doldurulur, drene edilen suyun buralardan künklerle intikali sağlanır. Kapalı sistem yer yer açığa çıkan baca sistemi ile kontrol altına alınır. Bu bacalar herhangi bir arızanın hangi kısımda olduğunu kolayca ortaya kor. Bu bacalar aynı zamanda künklerden gelen ve onları tıkayabilecek olan teressubatın baca çukurunda birikmesini sağlayarak künklerin iinin temiz kalmasında yardımcı olur. Bu bacalar zaman zaman temizlenir. Kapalı sistemde dikkat edilecek bir husus da bu sisteme yakın ve paralel bir çitin bulunmamasıdır. Zira böyle bir çiti oluşturan ağaç veya alırların kökleri derinlere inerek rutubetin en fazla olduğu künk aralıklardan içerlerine girerek onları tıkayabilir.

Bugün kapalı drenaj sistemlerinde künkler yerine hortum şeklinde delikli dayanıklı plastik drenaj boruları (Dranflex)nın kullanımı da gittikçe yaygınlaşmaktadır. Bazı fidanlıklarda drenaj sistemi kapalı ve açık sistemin kombinasyonundan oluşabilir. (Anonim 2011 www.foryoufrm.com)

4.2.4.3. Oto Yol Drenajı

Yol drenajının temel amacı; yüzey ve yer altı sularının hem yolun alt ve üst yapısına zarar vermeden, hem de yol üzerindeki trafik akışının süreklilik ve emniyetini azaltmadan en

etkin biçimde uzaklaştırılmasını sağlamaktır. Bu amaca ulaşabilmek için, yol gövdesi üzerinde ve içerisinde hendekler, kanallar, borular, bacalar ve deşarj yapıları kullanılarak bir drenaj sistemi kurulmalıdır. Hazırlanmış olan bu sistem bir bütün olarak çalışmalı ve her bir sistem elemanı sistemin diğer drenaj elemanlarıyla uyumlu olmalıdır. (Şekil 4.20).



Şekil 4.20. Yol Drenaj Baca ve Bağlantı Detayı

Yol gövdesi drenaj sisteminin işlevi genel olarak aşağıdaki gibi açıklanabilir(KGM, 2005b).

- Yol yüzeyinde bulunan suyu yoldan çabuk ve emin şekilde uzaklaştırmak
- Orta refüjden ve şevlerden gelen suları toplamak ve bunların yola ulaşmasını önlemek

- Yola bitişik arazi parçasından gelen yüzey suyunu tutmak
- Yol tabanının yumuşamasını ve deformasyonunu veya kaplama tabakasında olabilecek don hasarını önlemek için yolun altındaki yeraltı su seviyesini kontrol etmek
- Kaplama tabakasından alt temele sızan suyu toplamak
- Yarmalarda sev stabilizesini korumak için yer altı su seviyesini kontrol etmek

Bu işlevler, yüzey suyu drenajı ve yüzeyaltı drenajı olarak iki ayrı kategoride ele alınarak incelenecektir.

- **Yüzey Suyu Drenajı**

Yüzey suyu drenajı, yol yüzeyinden, şevlerden veya yola doğru eğimli doğal araziden gelen yağmur sularının drenaj sistemi elemanları ile toplanarak uygun bir dere yatağına deşarj etmek üzere taşınmasıdır. Bu, esas olarak yolun açık ve emniyetli bir durumda tutulması amacıyla yapılan bir işletme görevidir. Bu sistemde Karayolu ulaştırma sistemlerinin sistem olarak etkin bir biçimde hizmet verebilmesi için yol gövdesi drenaj sisteminin doğru olarak projelendirilmesi gerekir. Kullanılacak drenaj elemanları orta kaldırım, kenar, paye, kafa ve topuk hendekleri ile asfalt bordür, toplayıcı borular ve enine deşarj yapılarıdır (KGM, 2005b). Yol platformu ve yarma şevlerinden gelen sular üst yapı kenarında teşkil edilen hendekler ile toplanarak ızgaralı bacalarla sızdırmaz tas iyici borulara alınır ve deşarj noktasına ulaştırılır.

Dolgu olan kesimlerde yol platformundan gelen sular bordür ile toplanıp düşüm olukları ile topuk hendeklerine aktararak uzaklaştırılır. Yarma üstü ve dolgu eteklerinde araziden gelen suyu toplayacak kafa ve topuk hendekleri, payelerde şevden gelen suyu toplayan paye hendekleri yapılır. Orta refüjde de hendek yapılarak (Şekil 4.21) hem refüje düşen yağış ve hem de davarlı kesimlerde yol yüzeyinden gelecek su toplanıp deşarj noktalarına ulaştırılır.



Şekil 4.21. Yüzey Suyu Drenajı

- **Yüzey altı Drenajı**

Yüzey altı drenajı yol gövdesi drenajının bileşenlerinden biridir. Uygun biçimde yapılandırılmasıyla yol gövdesinin hasar görmesini engeller. Yüzeyaltı drenajının amacı, yolun üzerinde bulunduğu zeminden sızıntı yolu ile giren sular nedeniyle yol tabanı ve dolgusunun zayıflamasını önlemek, stabilizeelerini arttırmak ve bu suların donması nedeniyle oluşan genleşme ve kabarma etkilerini ortadan kaldırmak için bu suların en çabuk şekilde uzaklaştırılmasını sağlamaktır.(Şekil 4.22)

Su, yol üstyapısını oluşturan tabakalara çeşitli şekillerde girmektedir. Bunlar, kaplama yüzeyindeki küçük çatlaklardan, tabandaki suyun kapilarite ile yükselmesiyle ve hasar gören boru sisteminden sızıntılarla giren su olarak sınıflandırılabilir (KGM, 2005b). Suyun yol tabanına girişi ise sızıntı sularının emilmesi ile yarmalarda yeraltı su seviyesine inilmesi ile yağışlı dönemlerde yer altı su seviyesinin yükselmesi ile ve kırılmış borulardan sızma ile olmaktadır.Yol üstyapısı ve yol tabanına çeşitli yollarla giren suyun tahliye edilmesi ve belli bölgelere ise suyun sızmasını engellemek gerekir.Bunları sağlamak için yeraltı drenaj sistemi yapılır.Yeraltı drenaj sistemi, yeraltı suyunun belli bir seviyenin üzerine çıkmasına engel olmak ve yolun taban mukavemetini mümkün olduğunca arttırmak için yapılmaktadır.Yol drenaj sistemlerinde kullanılan çeşitli drenaj metotları bulunmaktadır. Örnek olarak, yol tabanındaki su, terasman yüzeyinde sağlanan yeterli bir enine eğimle platformun kenarlarında ve refüjde yüzey drenaj hendeklerinin altında yapılan geçirimli dren boruları ile toplanıp, taşıyıcı borular veya uygun durumlarda doğrudan deşarj noktalarına ulaştırılmak suretiyle drene edilebilir.



Şekil 4.22. Yüzey altı Drenajı

4.2.5. Drenaj Elemanları ve Projelendirme Kriterleri

Drenaj sistemleri birçok bileşenden oluşan sistemlerdir. Oluşturulacak olan drenaj sistemlerinde bulunan drenaj elemanlarının birbirleriyle uyumlu şekilde çalışacak ve sistemin bütünlüğünü bozmayacak şekilde yapılandırılması önemlidir. Yüzey suyu ve yeraltı drenajı hendekler, borular, bordür ve düşüm olukları ve bacalardan oluşan bir sistemle sağlanır. Drenaj sistemlerinde basınçlı akım koşullarının oluşması kesinlikle istenmez ve yapılan hidrolik tasarımlarda basınçlı akım koşullarının ortaya çıkması engellenir. Drenaj sisteminin tüm elemanlarında akım, serbest yüzeyli olacak biçimde projelendirilir. Serbest yüzeyli akımlar, içinde buldukları kesite basınçlı akımların uyguladıkları şekilde ek bir basınç kuvveti uygulamazlar. Serbest yüzeyli akımlarda su yerçekimi kuvvetinin etkisiyle hareket eder. Bu nedenle projelendirilen edilen drenaj sistemlerinde uygulanacak eğim de büyük önem taşır. Drenaj sistemini oluşturan elemanlar (hendekler, borular, bordür vb.) projelendirilirken, bu elemanların kesitleri uygulanacak eğime göre belirlenir. Bu yapılarda uygulanacak eğim de genel olarak ilgilenilen karayolu sisteminin o bölgedeki eğimine yakın bir değer seçilir. Karayolu sisteminin yakınında olmayan sistemlerde genel olarak o bölgedeki doğal eğim kullanılmak suretiyle mali ve teknik açıdan en uygun çözüme ulaşılmaya çalışılır. Tüm hazırlanan projelerde doğal eğimin kullanılması mümkün olmayabilir. Genel olarak bu tip durumlarla, ters eğimin kullanılması gereken durumlarda karşılaşılr. Ayrıca doğal eğimin sistem içerisinde gerekli olan akım koşulları sağlayabilecek

Eğim miktarından büyük veya küçük olması durumunda da farklı eğimler kullanılarak sistemin bütününde akım koşullarının benzer özellikler taşıması sağlanır. Özel durumlarda kullanılacak olan eğimler, drenaj yapısının sistemin bütünüyle uyumlu olarak çalışmasını sağlamalı ve drenaj sisteminde herhangi tıkanmaya sebep olmamalıdır. Ayrıca drenaj sistemi içerisinde akım hızı da büyük önem taşımaktadır. Sistem içerisinde akım uygun değer bir hızla akması sistemin sağlıklı bir şekilde çalışabilmesi açısından kritik bir öneme sahiptir. Akım hızının çok büyük değerlerde olması sistem içerisinde düzensizliğe yol açmasının yanında, sistemi oluşturan drenaj elemanlarının erozyon sonucuyla aşınmasına ve zarar görmesine neden olur. Akım hızının çok küçük değerlerde olmasıysa, su içerisinde bulunan kati maddelerin kesit içerisinde birikerek sistemi tıkanmasına neden olur. Serbest yüzeyli akımlarda Manning formülü kullanılarak hız ve debi bulunabilir (Şekil 4.23).

Manning formülü aşağıda verilmiştir.

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} S_k^{1/2}$$

$$Q = V \cdot A_k$$

V: Akım hızı (m/s)

n: Manning pürüzlülük katsayısı

S_k : Kanal eğimi

R: Hidrolik yarıçap (m)

A_k : Alan (m^2)

Q: Debi (m^3/s)

Şekil 4.23. Manning Formülü

Bu ifade incelendiğinde, debinin kanal kesitini veya kanal eğimini arttırmak suretiyle arttırılabileceği görülmektedir. Ayrıca kanalın pürüzlülüğü azaltılarak da belli bir eğim altında belli bir kesitte taşınabilecek debi miktarı arttırılabilir.

4.2.6. Hendekler

Hendekler karayolu drenaj sistemlerinin en önemli bileşenlerinden biridir. Hendeklerin doğru olarak projelendirilmesi drenaj sisteminin kusursuz olarak islemesini sağlar. Temel olarak hendeklerin tasarımı iki aşamada yapılır. Birinci aşamada, tas inecek debiye bağlı olarak hendeğin kesiti belirlenir. İkinci aşamada hendekte herhangi bir aşınma riskinin olup olmadığı araştırılır ve eğer gerekiyorsa aşınmayı önlemek için kullanılacak önlemler belirlenir (Wright ve Dixon, 2004). Hendekler drenaj sisteminin birçok noktasında kullanılırlar. Örnek olarak, kenar hendekleri, orta kaldırım hendekleri, paye hendekleri, kafa hendekleri, topuk hendekleri ve kademeli hendekler sıralanabilir. Temel olarak hendeklerin projelendirme prensipleri aynıdır Temel hidrolik ilkeler kullanılarak hendeklerin boyutları ve kapasiteleri bulunur. Hendeklerin kapasiteleri bulunurken Manning formülü kullanılabilir.

4.2.6.1. Refüj Hendekleri

Yolun deverli durumlarda orta refüje doğru akan platform yüzey suyu ile orta refüj yüzeyinin kendi suyunu toplamak amacıyla orta refüjde beton hendekler yapılır.(Şekil 4.24).

Yağış debisi rasyonel metotla hesaplanırken, yağış şiddetini bulmak için gerekli olan toplanma zamanı as ağıdaki şekilde hesaplanır (KGM, 2005b).



Şekil 4.24. Refüj Hendekleri

4.2.6.2. Palye Hendekleri

Yol projeleri yapılmadan önce yolun güzergâhının geçtiği bölgede ayrıntılı bir geoteknik rapor hazırlanır. Bu geoteknik rapor yardımıyla yol yapısını oluşturan elemanların, yarma ve dolguların özellikleri belirlenir. Palye hendekleri, hazırlanmış olan geoteknik rapora göre palyeli olarak yapılan yarma ve dolgularda seve düşen yağmurun toplanarak uzaklaştırıldığı üçgen kesitli beton kaplamalı hendeklerdir. Yarma kesimlerinde kafa hendekleri ile toplanamayan ara havzalardaki yağış, düşüm oluşuyla doğrudan palye hendeğine aktarılabilir. Dolgu kesimlerde ise dolgu yüzeyine düş en yağış, palye hendeği ile taşınır ve asfalt bordürle toplanan yüzey suyunun uzaklaştırıldığı düşüm oluklarına verilerek palye altından geçirilip topuk hendeklerine aktarılır (KGM, 2005b). Palye hendeklerinin taban eğimi yol eğiminde yapılır. Zorunlu olmadıkça ters eğim yapılmamalıdır.

4.2.6.3. Yarma Üstü (Kafa) Hendekleri

Yarma kesimlerinde arazinin yola doğru olduğu yerlerde araziye düşen yağışın toplanarak menfezlere veya topuk hendeklerine ulaştırıldığı trapez hendeklerdir. Yarma bölgelerinde kesilen doğal dere yataklarından gelecek debilerde, mümkün olduğu durumlarda, yarma hendeklerine alınarak menfezlere taşınmalı ve bu sayede çok seri bir biçimde tahliye edilmelidir. Hendeğin boyutlarının bulunabilmesi için hesap debisinin bulunması gerekir. Hendeklerin hizmet edecekleri yağış alanı ufak olduğundan hesap debisi rasyonel metotla hesaplanır. Hesabi yapılacak olan kesimde yağış havza alanı ve zemin özelliklerine bağlı olarak bulunacak akis katsayısının doğru olarak saptanması önemlidir. Akis katsayısının hatalı hesaplanması hesap debisinin de hatalı olarak bulunmasına neden olacaktır. Burada toplanma zamanı (TC); yağış başladığı andan itibaren yağış havzasının en uzak noktasından akışın deşarj yapısına ulaştığı ana kadar geçen zaman olarak tanımlanır.

$$TC = T1 + T3$$

TC: Toplanma Zamanı (dakika)

T1: Arazi üstü akis süresi (dakika)

T3: Mecra içindeki akis süresi (dakika)

Burada T3 mecra akis süresi (2,4) bağıntısı kullanılarak bulunur (KGM, 2005b). Bu bağıntı kullanılırken L_i ve H_i degerleri,

$L_i=L_3$: Akis Mecrası Boyu (m)

$H_i=H_3$: Mecranın menba ve mansabı arasındaki kot farkı (m) olarak alınacaktır.

Hesabi yapılan yağış havzası değişken özellikte olabilir. Havza içindeki su yatağı eğiminde belirgin değişiklikler olduğunda toplanma alanı, (2,2) bağıntısına uygun olarak ikincil havzalara bölünerek zamanlar hesaplanır ve toplanma zamanı bunların toplanmasıyla bulunur (KGM, 2005b). Hendek eğimi arazi eğimini takip ettiği için boyutlandırma minimum eğime göre yapılır, maksimum eğimde de su hızı kontrol edilmelidir. Su hızı aşınma riskini ortaya çıkaracak boyutlarda ise gerekli önlemler alınarak bu risk ortadan kaldırılmalıdır.

4.2.6.4. Dolgu Sev Dibi (Topuk) Hendekleri

Yolun, dolguda yapıldığı kesimlerde dolgu taban hattını takip eden trapez kesitli hendekler topuk hendekleri denir. Bu tip hendekler; kenar hendeklerden, paye hendeklerinden, kafa hendeklerinden, orta kaldırım hendeklerinden, dren boruları ve kolektörlerin enine deşarjından, bordür düşüm oluklarından, dolgu s evinden ve arazi eğiminin dolguya doğru olduğu kesimlerde araziden gelen suları toplayarak menfezlere, doğal derelere aktaran nihai hendeklerdir. Ayrıca gereken durumlarda yolun kestiği doğal derelerden gelecek suları da toplayarak menfezlere aktarırlar (KGM, 2005b).

4.2.6.5. Kademeli Hendekler

Kafa ve topuk hendeklerinin arazi eğimine uyma zorunluluğu olduğu için, eğimin çok yüksek olduğu durumlarda (%25'i astığı durumlarda) beton kaplamalı kademeli hendekler yapılıp suyun enerjisi kırılarak taşınması sağlanır.

4.2.6.6. Özel Hendekler

Standart olarak belirlenmiş olan hendek tipleri dışındaki hendeklerdir. Özel durumlarda standart olarak belirlenmiş olan hendekler uygun olmayacaktır. Bu durumlarda gerekli olan koşullara uygun olarak projelendirilen özel hendekler kullanılır. Bu tip hendeklerin hesap yöntemlerinde herhangi bir farklılık söz konusu değildir.

4.2.7. Drenaj Boruları

Yol drenaj sisteminde kullanılacak olan borulu sistem, yüzey altı drenaj sisteminin bir parçası olup yüzey sularını deşarj noktasına ulaştırmak için de kullanılır. Refüj hendeği ve kenar hendekler altına da çeşitli tiplerde borular yerleştirilir ve bakım yapılabilmesi için her 100 metrede bir bacalar yapılır (KGM, 2005b). Boru sistemlerinde de açık kanal akim koşullarının geçerli olması istendigiinden, boru sistemlerinde doluluk oranının % 80'i aşmaması gerekir.

- **Dren Boruları**

Yüzey altı drenajını sağlamak amacıyla sızıntı sularını alacak açık derzli beton veya PVC borulardır (Şekil 4.25).



Şekil 4.25. Dren Boruları

- **Toplayıcı Borular (Kollektörler)**

Boru sisteminin en önemli bileşenlerinden biri olan kolektörler, suları toplayarak deşarj noktalarına ulaştırmakla görevlidirler. Toplayıcı borularda hidrolik hesap Manning formülü kullanılarak yapılır. Boru eğimi genel olarak yol eğimiyle aynı yapılır fakat gerektiğinde farklı eğimlerde kullanılabilir (Şekil 4.27).



Şekil 4.26. Toplayıcı Borular

4.2.8. Deşarj Yapıları

Deşarj yapıları yol gövdesi drenajında toplanan suların uzaklaştırılmasını sağlayan yapılardır (KGM, 2005b). Yol gövdesi drenaj elemanları tarafından toplanan sular deşarj yapıları kullanılmak suretiyle karayolu sisteminden uzaklaştırılarak herhangi bir olumsuz durumda karayolu sistemi ve çevredeki diğer yapılar açısından bir tehlike oluşmasını önlerler.

2.3.3.1. Bacalar, orta kaldırım ve kenar hendeklerden suları almak, toplayıcı borunun çapını değiştirmek, toplanan suların deşarjını sağlamak ve boruların temizlik ve bakımının yapılabilmesi amacıyla yapılan yapılardır (KGM, 2005b). Bacalar genel olarak ızgaralı ve kapaklı olarak iki kısma ayrılır. Bunun yanında bacalar kullanıldıkları yere, giriş ve çıkış özelliklerine göre de sınıflandırılabilir. Kapaklı bacalar, kontrol bacası olup su girişine izin vermez. Boruların bakımı için kullanılır.

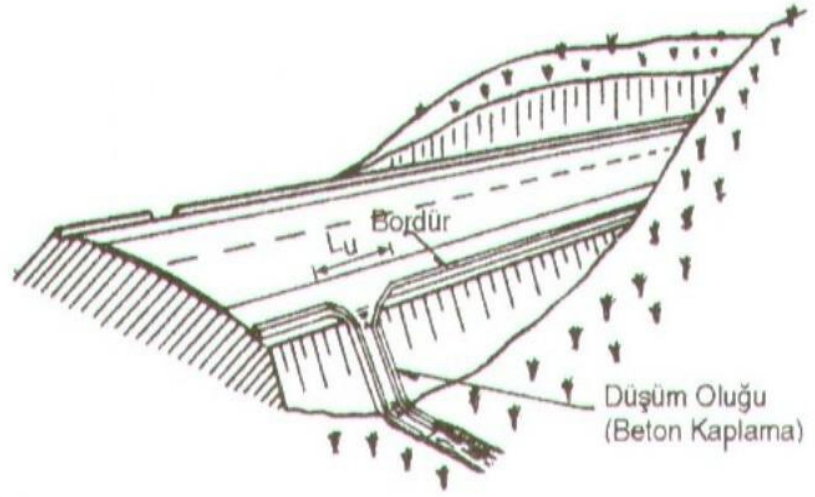
4.2.8.1. Enine Deşarj Yapıları

Refüj hendekleri ile yüzeyden veya toplayıcı borularla yüzey altından taşınan suyun otoyoldan uzaklaştırılması için yapılan ve drenaj sisteminin son kimsini oluşturan yapılardır. Enine deşarj yapıları, refüjden gelen suyun boşaldığı tip bacalarla baslar ve yolu dik keserek suyu platform dışına çıkarırlar. Burada uygun durumlarda, kenardan gelen suyu da yine bir baca ile alarak düşüm oluğu ile topuk hendeğine, doğrudan topuk hendeğine, doğal dere yatağına veya menfeze aktarırlar (KGM, 2005b). Enine deşarj yapıları yol platformu altında 1.00x1.00 m boyutlarında kutu kesitli ve betonarme yerinde döküm olarak imal edilirler (KGM, 2005b). Genelde yol profilinin en düşük kotta olduğu yerlerde yapılırlar. Fakat toplayıcı borunun büyük çapa ulaştığı ve boyunun fazla uzadığı kesimlerde en uygun yerden enine deşarj yapılabilir.

Tarım yapılan arazi kesimlerinde veya meskûn bölgelerde deşarjın zararlı etkileri de dikkate alınmalıdır. Deşarjını zararlı etkilerinden korunmak amacıyla özel önlemler alınması gerekmektedir. Refüj deşarjının olmadığı sadece kenar deşarjının söz konusu olduğu yarma sonlarında bir bacaya alınan su beton boru ile topuk hendeğine deşarj edilir. Eğer boru kotu topuk hendeğinin kotundan as ağıda ise enine deşarj refüje doğru yapılır ve en uygun yerde deşarj edilinceye kadar refüjdeki toplayıcı boru ile taşınır. Bu sayede drenaj sisteminin bir bütün olarak çalışması sağlanır ve sonuç olarak toplanan suyun uygun olarak deşarj edilmesi sağlanır.

4.2.8.2. Asfalt Bordür ve Düşüm Olukları

Dolgu kesimlerde platform enine eğiminin platform dışına doğru olduğu yerlerde kaplamalı banketin dışında çekme asfalt bordür yapılır. Bordürle oluşan üçgen kesitli hendekle toplanacak yüzey suyu, hesapla bulunacak aralıklarla yapılacak düşüm olukları ile topuk hendeklerine deşarj edilir (Sekil 4.27).



Şekil 4.27. Düşüm Oluğu

Bordürle oluşturulan üçgen kesitli hendeğin hidrolik hesabi için, Manning formülünün özel bir hali kullanılır

4.2.8.3. Sütler

Yolun doğal dere yataklarını kestiği yerlerde araziden gelen debinin güvenli bir şekilde uzaklaştırılması gerekir. Bu debinin yarma üstündeki kafa hendekleri ile toplanmasının veya tipleştirilmiş prefabrik düşüm olukları ile uzaklaştırılmasının mümkün olmadığı durumlarda özel olarak projelendirilecek şutlar yapılır (KGM, 2005b)

4.2.9. Yapı Çevresi Drenajı

Yapıyı her türlü yüzey ve sızıntı sularının etkisinden kurtarmak ve suyu uzaklaştırmak için ve iki türlü uygulanır. (Anonim 2011. www.insaatbolumu.com)

4.2.9.1. Dış Drenaj

Dış drenajda bina çevresine temel duvarlarından 50-100 cm. uzaktan ve temel tabanının 30-50 cm. daha altında doğal zemin iniş yönünde ve % 5-10 eğim verilerek açılan kanallara 20 cm. çapında ve 2.00-4.00 cm. aralıklı olarak beton büz ya da künkler veya delikli drenaj borusu döşenir. Üzerlerine önce iri sonra da ince taş ve kumlu zemin ve en son olarak da kil dolgu yapılarak sıkıştırılır (Şekil 4.28). Dış drenajın uygulanabilmesi için kanalın köşe yaptığı noktalarda kanal tabanının 15-20 cm. altından bahçe kotuna kadar en az 50×50 cm. kesitli “rögarlar” veya “bacalar” yapılmalıdır (Anonim 2011. www.insaatbolumu.com)



Şekil 4.28. Yapı Dış Drenajı

Bina etrafına kazılan çukur önce tesviyesi yapılır ardından geotekstil drenaj yatağına düzgün bir şekilde serildikten sonra hazırlanan yatağa çakıl serilerek boru döşenir ve bağlantı elemanları yapıldıktan sonra tekrar çakıl serilir ve bohçalama şeklinde kanal kapatılır.üzeri dolgu toprağı ile şıkıştırılıp kapatılır (Şekil 4.29) (Anonim 2011. www.insaatbolumu.com).



Şekil 4.29. Bina Etrafı Drenajının Uygulanması

4.2.9.2. İç Drenaj

İç drenajda ise binanın genellikle bodrum katında ve merkezi bir yerinde döşeme kotundan en az 2.00 m. daha aşağıda 50×50 cm. kesitinde drenaj kuyusu açılır. Daha sonra kuyu tabanına 15-20 cm. mesafeye kadar su pompası hortumu uzatılarak ucu süzgeçli bu boru ya da hortumdan zemin kotuna 40-50 cm. kadar yaklaşan suyun otomatik olarak drene edilmesi sağlanır. Drenajla ilgili şekiller aşağıda verilmiştir (Şekil 4.30) (Anonim 2011. www.insaatbolumu.com).



4.30. Bina İçi Drenaj

Daha sonra belirlenen eğimle borular yardımıyla bina etrafına oluşturulacak menhol giderine bağlanır. Özellikle yapılacak olan menholun hem sızdırmazlık testinin yapılması hemde menhol için şapının düzgün atılması gerekir. Borunun menhole girdiği kısım sıva yapılarak sızdırmayacak bir şekilde yapılır.

4.2.9.4. Menhol ve Baca Bağlantıları

Boruların beton menhol ve baca uygulamaları, boru çapına göre menhol adaptörü kullanılarak yapılır. Adaptör, beton kalıbının içerisine derinlik seviyesi ve yönü göz önüne alınarak yerleştirilir ve betonlanır. Adaptörün iç yüzeyi normal geçme soket yöntemi ile boru birleşimine uygundur. Polyethylene menhol ve bacalarda ise bu adaptörler, ekstruzyon kaynak yöntemi ile menhol ve bacalar bağlanırlar. Boru birleşimi yine geçme soket yöntemine göre yapılır. (Anonim 2011. www.insaatbolumu.com)

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu çalışmada, geleneksel ve güncel sulama ve drenaj sistemleri irdelenmeye çalışılmış, gelişen teknolojilerle birlikte sulama ve drenaj sisteminde gözlenen yenilikler ortaya konulmuştur. Bu bağlamda, tüm sulama sistemleri içerisinde peyzaj alanları için en uygun sulama ve drenaj sistemleri ortaya konulmaya çalışılmıştır.

Kentsel ya da kırsal tüm alan kullanımlarında olduğu gibi peyzaj alanlarında da farklı alan kullanımları ve çevre koşullarına bağlı olarak sulama ve drenaj sistemlerinde de farklılıklar ortaya çıkmaktadır. Ancak buna rağmen genel hatları itibarı ile peyzaj alanları için farklı alan kullanım tiplerine uygun olacak sulama ve drenaj yöntemi önermek mümkündür.

Bu bağlamda;

1. Spor ve geniş çim alanları için en uygun sulama sistemi; damla sulama ve Pop-up tabanlı yağmurlama sulama sistemidir. Bu tip sulama sistemleri hem su tasarrufu açısından hem de yüzey akışıyla su kaybını en az düzeye indirecektir. Ayrıca En aktif rekreasyon alanlarından biri olan spor alanlarında, herhangi bir şekilde yüzeyde teşkil etmeyen söz konusu sulama sistemleri, olası spor ya da aktif rekreasyon kazalarına neden olmaktan uzak olması ile de son derece etkili görülmektedir.
2. Spor alanları içerisindeki yeşil alanlar için en uygun drenaj sistemi Izgara (Gridiron- Balıksırtı) Drenaj Sistemi olarak görülmektedir. Spor alanlarının genel olarak düz bir yüzeye sahip olması, bu drenaj sisteminin spor alanları için uygun olmasındaki en önemli etmendir. Spor alanları ve çevresinde şiddetli yağışa bağlı olarak herhangi bir şekilde yüzey akışına geçmesi muhtemel suyun drene edilmesinde uygulanabilecek en uygun drenaj sistemi ise “bordür dibi ızgara” olarak adlandırılan yüzey suyu toplama sistemidir. Bu sistem genel olarak yol kenarları için tasarlanmış ve geliştirilmiş olsa da, spor alanlarındaki yüzey sularının belirli noktalarda toplanıp drene edilmesinde son derece uygundur.
3. Otoyol ve çevresinde yapılacak sulama çalışmaları için en uygun sulama tipi damla sulama olarak görülmektedir. Bilindiği gibi otoyol peyzajı devamlılığı

olan ve çok büyük alanlara yayılan bir peyzaj tipine sahiptir. Bu tip alanlarda kontrol mekanizması son derece zordur. Bu yüzden yeni kurulan sistemler gelişen teknolojiler ile mümkün olduğunca otomasyona kaymıştır. Söz konusu damla sulama sistemi de otomasyonla yönetilme anlamında son derece uygundur. Hem iş gücü kaybını önlemesi hem de alanın efektif bir şekilde sulanması açısından da yararlı olacaktır.

4. Yine otoyollarda drenaj çalışmaları son derece ciddi bir konu olarak karşımıza çıkmaktadır. Genel olarak otoyolların drenaj sistemleri başlı başına karmaşık bir sistem olup, bunun içerisinde peyzaj alanlarının drenajında açık kanal sistemi kullanılması uygun olacaktır. Bilindiği üzere otoyol çevre peyzaj alanları genellikle eğimli kazı veya dolgu şevlerinden oluşmaktadır. Bu alanlarda yeraltı drenaj sisteminin çalıştırılması pek mümkün olmamakta ve suyun kendi cazibesi ile süzülmesinden dolayı gerekte kalmamaktadır. Genellikle taban suyunun düşük olduğu bu alanlarda aşırı yağışlar sonucu yüzey akışı gerçekleşmekte ve bu yüzey sularının drenajı da en iyi şekilde açık drenaj kanalları ile drene edilmektedir.
5. Fidanlık alanlarında uygulanabilecek tek tip sulama, mutlaka yetersiz olacaktır. Bu bakımdan fidanlık alanlarında dikim alanının kullanım durumuna göre sabit ya da hareketli yağmurlama sulama ve damla sulama yöntemleri uygun olacaktır. Özellikle genç fidan ve tek yıllık bitkilerin sulanmasında yağmurlama sulama sistemleri daha uygundur. Çok yıllık ağaç ve çalılar ile yastık sistemi dikim yapılan alanlar için en uygun sulama yöntemi de damla sulama olarak görülmektedir.
6. Yine fidanlık alanlarının drenajı başlı başına bir konudur. Bu tip alanların drenajı bitkiler açısından hayati önem taşıdığı için son derece önemlidir ve tek tip drenaj sistemi çoğunlukla yeterli olmamaktadır. Bu nedenle alanın özelliğine ve fidanlık tipine göre taban suyunun düşürülmesinde açık kanal tipi ya da toprak altı ızgara drenaj sistemi fidanlık alanlar için uygun olacaktır.

7. Yapı çevresi drenaj çalışmalarında iki farklı yöntem kullanılmaktadır. Hem yüzey hem de toprak altı drenaj sistemlerinde kullanılan drenaj yöntemleri genel hatları itibarı ile geleneksel yöntemlerle aynı olup, sadece kullanılan drenaj malzemeleri günümüz teknolojisine bağlı olarak geliştirilmiş, dren özelliği daha yüksek, daha hafif ve daha uzun ömürlü malzemelerden oluşmaktadır. Bu da hem uygulamayı kolaylaştırmış hem de drenaj çalışmalarından alınan verimi artırmıştır.

KAYNAKLAR

- Altunkasa, M. F., 2002. **Peyzaj Mühendisliği Ders kitabı** Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Genel Yayın No: 123 Adana.
- KGM (Karayolları Genel Müdürlüğü), 2005b. **Proje ve Mühendislik Hizmetleri Kriter Raporları**, Karayolları Genel Müdürlüğü, Otoyollar Dairesi Başkanlığı, Ankara.
- Anonim, 2011. **Drenaj Tanımı ve Çeşitleri** www.belgeler.com
- Anonim,2011. **Drenaj Nedir Drenaj Teknikleri**. forum.yapisal.net/hidrolik-barajlar-su.../565-drenaj-nedir.html
- Anonim 2011.**Yapı Çevresi Drenajı** www.insaatbolumu.com
- Anonim,2011. **Drenaj, drenajın temel amaçları, arazi drenajı, kullanım alanı ve kentlerde drenaj** ..www.nuveforum.net
- Anonim,2011.**Otoyollarda Drenaj Teknikleri ve Hidrolik çözümler**. www.belgeler.com/.../otoyollarda-drenaj-teknikleri-ve-hidrolik-cozumler
- Anonim,2011 **Çim Alan Drenajı** www.main-board.eu/bitkiler/441113-cim-ekimi.html
- Anonim,2011. **Fidanlık Sahasının Drenajı** www.foryoufrm.com
- Anonim,2011.**Sulama ve Çeşitleri** www.odevsel.com
- Ekşi, M., 2006.**Çatı ve Teras Bahçelerinde Kullanılan konstrüksiyon Elamanları ve Yeni Yaklaşımlar**. İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Peyzaj mimarlığı bölümü Yüksek Lisans Tezi, İstanbul
- Çalışkan, U., 2007. **İnşaat Mühendisliği ,Kara Yolu Ulaşım Ağlarında Yüzeysel Drenaj Sistemleri ve Hidrolik Tasarım Esasları** . İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü,İnşaat Mühendisliği bölümü Yüksek Lisans Tezi,İstanbul
- Tabalıoğlu, R., 2008. **Otoyollarda Drenaj Teknikleri ve Hidrolik Çözümler**. Kırıkkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği bölümü Yüksek Lisans Tezi, Kırıkkale
- Beers, W.F.J., 1976. **Computing Drain Spacing, International Institute for Land Reclamation and Improvement**. ILRI,P.O. Box45 Wageningen-Netherlands, Dren Aralıklarının Hesaplanması, Çeviren:Süha Somer, DSİ Uluslararası Sulama ve Drenaj Komisyonu Türk Milli Komitesi, Bülten No: 15, Yayın No: 7, Teknik Rehber No: 04.05-03, 41 Sayfa, Ankara.
- Freeze, R.A. and Cherry, A.J., 1979. **Groundwater**, ISBN 0-13-365312-9, 604 page, USA.
- Hooghoudt, S.B., 1936. **Bijdragen tot de Kennisvan Eenige Natuurkundige Grootheden van den Grond**, No.4, Versl.Land Ond.42.B.
- Hoseyni, S.K., 1988. **Açık Kanal Sulama ve Drenaj Şebekeleri**, Bitirme Ödevi, H.Ü. Jeoloji (Hidrojeoloji) Mühendisliği Uluslararası Karst Su Kaynakları Uygulama ve Araştırma Merkezi (UKAM) Arşivi, Arşiv Kod-Arşiv No: WC/12-2875, 71 sayfa, Ankara.

- Kozeny, J., 1932. **Hydrologische Grundlagen des Dranversuches**, Trans. Sixth Comm.Int.Soc. Soil Sci., A:42-67.
- Marino, A.M. and Luthin, J.N., 1982. **Seepage and Groundwater**, Elsevier Scientific Publishing Company, ISBN 0-444-41975-6, 489 page, Netherlands.
- Rhoades, J.D., 1974. **Drainage for Salinity Control, Drainage for Agriculture**, Amer.Soc.Ag., Memeo 17.
- Russel, J.L., 1934. **Scientific Research in Soil Drainage**, Jour.Agric.Sci., 24: 544-573.
- Schilfgaarde, V.J., 1974, Nonsteady Flow to Drains, Drainage for Agriculture, Agronomy Monograph, No.17, Amer.Soc.Agron., page 245-270.
- Topkaya, H., 1977. **Hidrolik Problemleri, Hidrostatik ve Hidrodinamik**, Ankara Devlet Mühendislik ve Mimarlık Akademisi, İnşaat-Mimarlık Bölümü, Güven Kitapevi Yayınları, 2.Baskı, 195 sayfa, Ankara.
- Tortop, T., 1991. **Bataklıklarda Drenaj**, Bitirme Ödevi, H.Ü. Jeoloji (Hidrojeoloji). Mühendisliği Uluslararası Karst Su Kaynakları Uygulama ve Araştırma Merkezi (UKAM) Arşivi, Arşiv Kod/Arşiv No: HD-MT-54/04335, Ankara
- USGS, 1971. **Drainage of Agricultural Land**, US Department of Agriculture Soil Conservation Service, SCS National Engineering Handbook, Section 16.
- Walker, B.F. and Mohen, F.J., 1987. **Groundwater Prediction and Control, and Negative Pore Water Pressure Effects, Soil Slope Instability and Stabilisation**, ISBN 9061917301, Balkema, Rotterdam.

TEŞEKKÜR

Tez çalışmamın her aşamasında büyük bir titizlik ve hoşgörüyle bana destek olan ve iyi bir bilimsel çalışma ortamı sağlayan danışman hocam Sayın Yrd. Doç. Dr. Mustafa ATMACA'ya sonsuz teőekkürlerimi sunarım.

Ayrıca çalışmalarım sırasında desteklerini gördüğüm ve çalışmalarımın her aşamasında değerli görüş ve bilgilerini esirgemeyen hocalarım sayın Prof. Dr. Kamuran GÜÇLÜ ve Yrd. Doç. Dr. Kayhan KAPLAN'a teőekkürlerimi belirtmek isterim.

Eğitim hayatım boyunca bana gösterdikleri sevgi ve sabırdan dolayı aileme sonsuz teőekkürü bir borç bilirim.

ÖZGEÇMİŞ

1983 yılında AĞRI ili HAMUR ilçesinde doğdum. İlkokul öğrenimimi Ağrı da lise öğrenimimi Çorumda tamamladıktan sonra 2002 yılında Mustafa Kemal Üniversitesi Peyzaj Mimarlığı bölümünde üniversite eğitime başladım. 2006 yılında Peyzaj Mimarlığı diploması olarak lisans öğrenimimi tamamladım. Daha sonra Ukrayna’da 1yıl 5 ay çalıştıktan sonra mezun olduğum bölümün yüksek lisans programında öğrenimime başladım. Halen yüksek lisans eğitimime devam etmekteyim.