

**T.C.
YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TARIMSAL YAPILAR VE SULAMA ANABİLİM DALI**

**YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ KAMPÜS ALANI ALTERNATİF SULAMA
ŞEBEKESİNİN PLANLAMASI**

105692

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**HAZIRLAYAN : Mehmet Akif GÜLER
DANIŞMAN : Doç. Dr. Şükrü İsmail İPEK**

VAN-2000

**TC YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ**



**T.C.
YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TARIMSAL YAPILAR VE SULAMA ANABİLİM DALI**

**YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ KAMPÜS ALANI ALTERNATİF SULAMA
ŞEBEKESİNİN PLANLAMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HAZIRLAYAN : Mehmet Akif GÜLER

VAN-2000

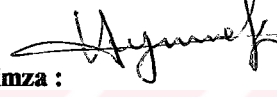
KABUL VE ONAY SAYFASI

Doç. Dr. Şükrü İsmail İPEK danışmanlığında, Mehmet Akif GÜLER tarafından hazırlanan Yüzüncü Yıl Üniversitesi Kampus Alam alternatif sulama şebekesinin planlaması isimli çalışma .../.../2000 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Tarımsal Yapılar ve Sulama Ana Bilim Dalı'nda Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir .

Başkan : Doç. Dr. Ş. İsmail İpek

imza : 

Üye : Doç. Dr. Hasan YUMAK

imza : 

Üye : Yrd. Doç. Dr. Tamer UÇAR

imza : 

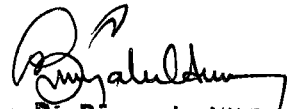

Üye :

imza :

Üye :

imza :

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun 06/09/2000 Gün ve 2001/23-VII sayılı kararı ile onaylanmıştır.


Yrd. Doç. Dr. Binyamin YILDIRIM
Enstitü Md. Yrd.
Enstitü Müdürü 

ÖZET

YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ KAMPUS ALANI ALTERNATİF SULAMA ŞEBEKESİNİN PLANLANMASI

GÜLER Mehmet Akif

Yüksek Lisans Tezi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Ana Bilim Dalı

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Şükrü İsmail İPEK

Şubat 2000, 40 sayfa

Bu çalışmada, Yüzüncü Yıl Üniversitesi kampus alanında önerilen ürün desenine göre alternatif iki tip sulama şebekesi planlanmıştır. Bunlar, alçak basıncı sulama şebekesi ve yağmurlama sulama şebekesidir. Yapılan planlamalarda amaç, hem maliyet hem de sulama kalitesi açısından uygun olan tesisin belirlenmesidir.

Yapılan projelerin sonuçlarına göre yağmurlama sulama şebekesi uygun tesis olarak önerilmiştir.

Anahtar Kelimeler : Ürün deseni, Sulama şebekesi, Sulama projesi.

ABSTRACT

PLANING OF ALTERNATIVE IRRIGATION NET IN AREA OF YUZUNCU YIL UNIVERSITY CAMPUS

GÜLER, Mehmet Akif
Msc, Agricultural Building and Irrigation
Supervisor: Doç. Dr .Şükrü İsmail İPEK
February 2000, 40 pages

In this study, these two types of alternative irrigation net was planned according to product design, which was purposed. in area of Yüzüncü Yıl University campus using in the project, which was constructed the methods of irrigation net with tubing low pressure and sprinkle irrigation net, the aim is stated the appropriate foundation both cost and the quality of irrigation.

Determining appropriate foundation was suggested sprinkle irrigation scheme rely on be constructed project's result.

Key Words : Product design, Irrigation net, Irrigation project.

ÖN SÖZ

Bütün canlı varlıklar gibi, bitkilerin de gelişmek ve ürün vermek için suya gereksinimleri vardır .Bu gereksinme iklim, bitki ve toprak özellikleri ile bitkinin gelişme devresine göre değişiklik gösterir. Yurdumuzun, bir çok yerinde gerek miktar, gerek mevsim içinde dağılışı bakımından yağış bitkilerin su gereksinmelerini karşılamaktan uzaktır. Tarım alanlarından azami yararlanmayı sağlamak ve yüksek verim elde edebilmek için, bu gereksinmenin bir kısmının sulama ile sağlanması zorunludur.

Bitkilerin ihtiyacı olan suyu sağlamak amacıyla yapılan sulama projeleri, yalnızca suyu kaynaktan saptıran ve belirli bir uzaklığa taşıyan bir sistem olarak düşünülmemelidir .Projeler , gereksinilen suyun sağlanması ve dağıtımı için gerekli olan tesislerin yapılmasının yanı sıra, tesislerin bakım ve devamlılığının sağlanmasını ve çiftçilerin yeterli ürün elde edebilmeleri gayesiyle istedikleri anda gereksindikleri suyu kullanabilmeleri amacıyla yönelik olarak bütün sistemin en uygun bir şekilde işletilmesini kapsarlar .

Yüzüncü Yıl Üniversitesi kampus alanı için en uygun sulama projesi ve planlamasının önerildiği ve alternatif iki proje üzerinde çalışıldığı bir çalışma yapmaya çalıştık.

Bu çalışmanın yapılmasında ve yürütülmesinde büyük sabırla ilgi ve yardımlarını esirgemeyen danışman hocam Doç. Dr. Şükrü İsmail İPEK' e, Tarımsal Yapılar ve Sulama bölümünde görevli Araştırma Görevlisi arkadaşlarıma yardımlarından ötürü, ayrıca teknik yardımlarını esirgemeyen Köy Hizmetleri 9 . Bölge Müdürlüğü Van İl Müdürlüğünde mühendis olarak çalışan Tevfik Bey'e teşekkür ederim.

Mehmet Akif GÜLER

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖZET	i
ABSTRACT	iii
ÖN SÖZ	v
İÇİNDEKİLER	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ	ix
ÇİZELGELER DİZİNİ	xi
1. GİRİŞ	1
2. LİTERATÜR BİLDİRİŞLERİ	2
2.1. Sulamanın Tanımı ve Amacı	2
2.2. Sulama Şebekeleri	2
2.3. Borulu Sulama Şebekeleri	3
2.4. Borulu Sulama Şebekelerinin Avantajları	4
2.5. Borulu Şebekelerde Dikkat Edilecek Bazı Hususlar	4
2.6. Yağmurlama Sulama Şebekeleri	5
2.7. Toplu Yağmurlama Sistemlerinin Projelenmesi	5
2.7.1. Sulanacak Arazinin Büyüklüğü ve Biçimi	7
2.7.2. Tarımsal Yapı ve Mülkiyet	7
2.7.3. Toprak Bilgileri	7
2.7.4. Sulanacak Bitki Çeşidi	8
2.7.5. Su Kaynağı	8
2.7.6. İklim Bilgileri	9
2.7.7. Güç Kaynağı	9
2.7.8. Diğer Bilgiler	9
3. MATERYAL VE YÖNTEM	10
3.1. Materyal	10
3.1.1. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Kampus Alanının Yeri	10
3.1.2. İklim Durumu	12
3.2. Yöntem	13
3.2.1. Yüzey Sulama Yöntemleri	13
3.2.2. Toprak Altı Sızdırma Yöntemleri	13
3.2.3. Yağmurlama Yöntemi	13
3.2.4. Damla Sulama Yöntemi	14
3.2.5. Sulama Modülü ve Sistem Kapasitesinin Bulunması	14
3.2.5.1. Bitki Su Tüketimi (Evapotranspirasyon)	15
3.2.6. Projeleme Temel İlkeleri	15
3.2.6.1. Sulama Suyu Gereksinimi	15
3.2.6.2. Almaçlara Verilecek Debilerin Belirlenmesi	18
3.2.6.3. Kuramsal ve Gerçek Serbestlik	18
3.2.6.4. Sulama Almaçları ve Hidrantlar	18
3.2.7. Borulu Sulama Şebekesinin Projelendirilmesi	19
3.2.8. Yağmurlama Sulama Şebekesinin Projelendirilmesi	23
3.2.8.1. Hidrantların Yerleştirilmesi	23
3.2.8.2. Şebekenin Tertiplenmesi	23

3.2.8.3. Debilerin Hesaplanması	23
3.2.8.4. Clement Eşitliğinin Kullanım Koşulları	24
4. BULGULAR	27
4.1. Alçak Basıncılı Borulu Sulama Sistemine Göre Yapılan Projelendirme Sonuçları	27
4.1.1. Boruların Hidrolik Hesap Sonuçları	27
4.1.2. Metraj Hazırlanması ve Yaklaşık Tesis Maliyetinin Hesap Sonuçları	27
4.2. Yağmurlama Sulama Sistemine Göre Yapılan Proje Sonuçları	33
4.1.2. Yağmurlama Başlığı ve Hidrantlar	33
4.2.2. Boruların Hidrolik Hesapları	34
4.2.3. Metraj Hazırlanması ve Yaklaşık Tesis Maliyetinin Hesap Sonuçları	34
5. TARTIŞMA VE SONUÇ	38
KAYNAKLAR	39
ÖZGEÇMİŞ	40

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa No
Şekil 2.1. Borulu sulama şebekelerinde borunun döşenmesi ve ek yeri detayı.	6
Şekil 3.1. Sulama suyunun temin edildiği pritz ve sağ sahil ana kanalı (Öçek:1/25000).	11
Şekil 3.2. Yüzüncü Yıl Üniversitesi kampus alanında öngörülen ürün deseni.	12
Şekil 3.3. Alfalfa vanalı priz tipinin uygulama kesiti.	20
Şekil 3.4. Maslak tipi priz yapısı montaj kesiti.	22
Şekil 3.5. Priz tipi hidrantların bağlantı şekilleri ve kesiti.	24
Şekil 4.1. Sulama şebekeleri güzergahları genel görünüş (Ölçek: 1/20000)	28
Şekil 4.2. 1 nolu boruya ait profil çizimi ($j = 0.008$).	30
Şekil 4.3. 12x12 sulama kapasiteli yağmurlama başlığına göre her hidrantın sulama deseni ve hidrant aralıkları.	33

ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa No
Çizelge 3.1. Yüzüncü Yıl Üniversitesi kampus alanı için teklif edilen ürün deseni.	10
Çizelge 3.3. Sulama modülü ve sistem kapasitesi hesabı	16
Çizelge 3.3. Sulama modülü ve sistem kapasitesi hesabı (devam)	17
Çizelge 3.4. Hidrant sayılan ve Clement formülüne göre debi hesabı	26
Çizelge 4.1. Alçak basınçlı borulu sisteme göre boru hidrolik hesabı	29
Çizelge 4.2. Alçak basınçlı borulu sulama sistemine göre yapılan proje metraji.	31
Çizelge 4.3. Alçak basınçlı borulu sulama şebekesi projesinin tesis maliyet hesabı.	32
Çizelge 4.4. Alternatif üç adet yağmurlama başlığı teknik özellikleri	33
Çizelge 4.5. Hidrant sayıları ve debileri	34
Çizelge 4.6. Yağmurlama sisteminde boru hidrolik hesapları	35
Çizelge 4. 7. Yağmurlama sulama sistemine göre yapılan proje metraji	36
Çizelge 4.8. Yağmurlama sulama şebekesi projesinin tesis maliyeti hesabı	37

1. GİRİŞ

Sulamanın insanlığın ortaya çıkması ile başladığını görmekteyiz. İlk medeniyetlerin nehirler ve sulama kanalları boyunca geliştiği bilinmektedir. Sulardan istifade imkanlarını bulabilmiş toplumlar, eski Mezopotamya ve Mısır' da olduğu gibi devirlerinin en zengin ve ileri medeniyetlerini kurmuşlardır. Sulama, tarihin her devresinde önemini korumuş, uygarlığın gelişmesine bağlı olarak sürekli gelişme göstermiş, artan ihtiyaçları karşılamak için birim alandan elde edilen ürün artırılmaya çalışılmıştır .

Arazilerinin büyük bir kısmını kurak ve yarı kurak toprakların teşkil ettiği memleketlerde ürünün sulama yolu ile artırılması tarım faaliyetlerinin önemli bir bölümünü teşkil eder. Bu gün sulama yapılmaksızın insanların ihtiyacı olan ürünün temini mümkün değildir .

Büyük sulama alanları, büyük çapta su temini ve sulama yapılarına ihtiyaç göstermektedir. Bu durum sulama konusunu mühendisliğin özel uzmanlık dallarından biri haline getirmiştir. Sulama projesi gerçekleştirildikten sonra sistemin bakım ve işletmesi de yine mühendislik hizmetine ihtiyaç gösterir.

Türkiye'de tarıma uygun olan 28 milyon hektar alanın 8.5 milyon hektarı teknik ve ekonomik bakımdan sulanabilir alandır. Bu 8.5 milyon hektara yakın sahanın halk sulamaları yoluyla sulanacağı kabul edilirse, geriye kalan 2.9 milyon hektarı gölet, pompajlı sulama, küçük su kaynaklarının geliştirilmesi gibi yollarla Köy Hizmetleri tarafından sulanacaktır .

Türkiye' de yıllık yerüstü su potansiyeli olan 187 milyar m³'ü suyun 95 milyon m³'ü teknik olarak tüketici amaçlarla kullanılabilir sudur. Kullanılabilir su varlığı yer altı suyu da dahil 105 milyar m³'ü bulmaktadır. Ancak yerüstü sularının fiili tüketimi 26 milyar m³ yer altı sularının fiili tüketimi ise 5.8 milyar m³'tür.

Verimli ve devamlı bir sulu tarımın başarısı için, çiftçi eğitiminin yanı sıra sulamayı kontrol eden etkenlerin ayrıntılı olarak incelenmesi ve elde edilen verilerin amaca uygun olarak kullanılmaları gerekir. Bu amaçla bilinmesi gerekenler, sulanacak toprağın doğal koşullarda su tutma kapasitesi bitki büyüme devresine bağlı olarak ıslatılacak toprak derinliği, eğim, toprakların su alma hızı, drenaj ihtiyacı, tuzluluk, alkalilik, taşlılık, erozyon, sulama aralığı, üniform bir su dağılımı için uygun parsel boyutları olarak sayılabilir (Ertuğrul ve Apan, 1979; Dizdar , 1981).

Bu çalışmanın amacı Yüzüncü Yıl Üniversitesi Kampus topraklarının önerilen bitki desenine uygun borulu ve yağmurlama sulama şebekeleri kullanılarak, sulama projelerini karşılaştırmalı yaparak ve yaklaşık tesis maliyetini de hesaplayarak uygun olanın önerilmesidir.

2. LİTERATÜR BİLDİRİŞLERİ

2.1. Sulamanın Tanımı ve Amacı

Sungur (1993), Toprakta, bitki kök bölgesindeki eksik su miktarını suni olarak tamamlama işlemine "Sulama", bunun tersine fazla su miktarını alıp uzaklaştırma işlemine de "Drenaj" adı verilir .

Ertuğrul ve Apan (1979), Dünyanın ve yurdumuzun bir çok yerinde yağışlar, gerek miktarları gerek mevsim içinde dağılışı bakımından bitkilerin su gereksinmelerini karşılamaktan uzaktır .Bitki gelişimi için gerekli olan fakat doğal yollarla karşılanamayan suyun toprağa verilmesi sulama olarak tanımlanır. Sulama yöntemi ise, sulama suyunun bitki kök bölgesi toprağına verilış biçimini ifade eder.

Kızılkaya (1983), Tarımsal bitkilerin ihtiyacı olan suyun yağışlardan karşılanamayan eksik su miktarının, bitkinin ihtiyacı olduğı zaman tarım arazisine suni olarak, kontrollü ve ölçülü bir şekilde verilmesine "Sulama" adı verilir .

Çevik ve Tekinel (1990), Bunun dışında sulamanın, kısa kurak devrelerde bitkilerin zarar görmemesi ve güvenle yetiştirilmesi, toprağın ve havanın serinletilmesi, toprakta bulunan fazla tuzun seyreltilmesi veya yıkanması, toprakta mevcut taban taşının yumuşatılması ve ticari gübrelere su ile birlikte toprağa verilmesi, bazı zararlılarla mücadele ve benzeri gibi yan faydaları da vardır .

Sulama fazla sıcak zamanlarda toprağın ve havanın serinletilmesi, toprakta bulunan fazla tuzun seyreltilmesi veya yıkanması, taban taşlarının yumuşatılması ve ticari gübrelere su ile birlikte toprağa verilmesi, bazı zararlılarla mücadele ve bunlar gibi yan faydalarla sağlar.

2.2. Sulama Şebekeleri

Sulama ve drenaj şebekeleri, tarım sahasında bitki için gerekli su ihtiyacını dengeli biçimde karşılayan tesislerdir (Sungur, 1993).

Sulama şebekeleri, bitki üretimi amacıyla suyun kontrollü bir şekilde toprağa verildiğı tarımsal tesislerdir. Sulama projeleri, suyun temin edildiğı, taşındığı, dağıtıldığı, mühendislik tesisleriyle birlikte, sulu tarım arazisinde alınmış olan teknik ve biyolojik önlemlerden ve tesislerden meydana gelir (Çevik ve Tekinel, 1990).

Klasik sulama şebekeleri beş üniteden oluşur,

1. **Ana kanal** : Sulama sahası kaybetmemek amacıyla tesviye eğrilerine paralel yaklaşık 0.0003 eğimindedir.

2. **Yedek kanal (sekonder)** : Sulama sahasına kolayca girip yayılabilecek biçimde tesviye eğrilerine dik kanallardır .Mümkün mertebe sırtları, hakim yerlere ve de tabii sınırları izleyerek giderler. Tabii sınır olarak yol ve tarla sınırları söz konusudur

3. **Tersiyer** : Ana kanal gibi yaklaşık 0.0003 eğimindedir. Bunun nedeni akış nehir rejiminde olsun, kesitleri çok küçük çıkmaması için çoğunlukla minimum eğim 0.0004 alınır. Bunlar da mümkün mertebe tabii sınırları izlerler.

4. Kvarter kanallar : Suyu tersiyerlerden çiftçi prizleri ile alırlar ve sınırları izleyerek her bir tarlaya iletirler .

5 .Tarla içi arkları : Uygulanan çiftlik sulama metoduna göre tarla içinde açılırlar .

İlk üç kanal ekonomik kıyas sonucu beton kaplamalı olarak DSİ tarafından yapılmakta, genellikle kaplamasız olan kvarter kanallar Toprak -Su örgütünce ve tarla içi arkları da direkt çiftçiler tarafından açılmaktadır{Sungur, 1993}.

Sulama şebekeleri üç tipe ayrılır :

1. Beton kaplamalı açık kanal şebekesi : Klasik sisteme tam olarak uyarlar

2. Kanalet şebekeleri

3. Boru şebekeleri : Kanalet ve borulu şebeke halinde genellikle ana kanal açık beton kanal biçiminde olur. Geri kalan şebeke ise dallı (kollu) bir yedek ağı biçimindedir (Sungur, 1993).

2.3. Borulu Sulama Şebekeleri

Kızılkaya (1983), Sulama şebekesi borularla teşkil edilir. Sulama suyu araziye, boruda mevcut alçak bir basınçla, yerçekimi etkisinde dağıtılır. Borularda uygulanan basınç en çok 0.8 atmosfer olup, yağmurlama için yeterli değildir. Ancak yüzeysel sulama yapabilecek özelliktedir. Alçak basınçlı borulu şebekelerde öngörülen basınç, sulama yöntemi için olmayıp boruların boyutlarını optimum yapabilecek düzeydedir .

Borular tabii zemin içine döşenerek belirli noktalardan sulama suyu araziye verilir. Borular şebekedeki basınca ve boru çapına bağlı olarak beton ve betonarme yapılır .Borular bir merkezde prefabrik olarak inşa edilir ve buradan döşenecekleri yerlere taşırlar .

Borulu şebekeler, bütün araziler için elverişli değildir. Borularda su hızının az olması, borular içinde sedimente sebep olacağından, İstenen hızı temin için belli bir eğim arar. Yamaç arazilerinde % 1'den dik eğim koşullarında, borulu şebekeler ekonomik olurlar. Borularda su hızı 0.60 m/s' den az olmamalıdır.

Boru eğiminde ani değişiklikler yapılmamalıdır ani eğim değişiklikleri, borunun bu kısmında sedimentin toplanmasına ve havanın sıkışmasına sebep olarak boruyu tıkarlar. Sulama suyu teressubat taşıyorsa, suyun boru şebekesine giriş yerlerinde çökeltme havuzları yapılır .Boru şebekesinin, hava toplanması mümkün görülen yerlerine, hava kabarcıklarını tahliye eden vantuzlar konulur. Sulama suyundaki yüzen cisimlerin, boru ağzına konacak ızgara ile tutularak, boru şebekesi içine girmesi önlenmelidir.

Sungur (1993), Borulu sistem sulama şebekeleri, klasik şebekeye benzer biçimde 3 üniteye incelenebilir :

1. Ana kanal : Genellikle beton kaplamalı açık kanallardır.

2. Yedek ve tersiyerler : Borulu sistemdir.

3. Kvarterler ve tarla arkları : Kaplamasız açık hendek ve arklardır.

2.4. Borulu Sulama Şebekelerinin Avantajları

Sungur (1993), İstimlak (kamulaştırma) problemi ortadan kalkmaktadır. Yalnızca geçici istimlak söz konusudur ki bu da önemsizdir .

Açık kanallı şebekelerin kapsadığı ve dolayısıyla kamulaştırılan toplam alan sulama sahasının yaklaşık olarak %4 ü civarındadır. Borulu şebeke halinde, kuartetler dışındaki saha kazanılmaktadır .

Sanat yapıları büyük ölçüde azalmaktadır. Gerçekten bu sistemde geçit problemi ortadan kalkmaktadır. Açık kanallı şebekelerde dere ve yol geçişleri için inşa olunan alt sel geçidi, üst sel geçidi, sifon, akedük, köprü menfez, büzlü geçit gibi sanat yapıları bu sistemde yer almamaktadır yada çok azalmaktadır.

Kanalet sistem halinde de geçit problemi önemli bir problem olarak karşımıza çıkmaktadır. Hele mevcut yollara paralel olarak döşenen kanalet güzergahlarında bu husus daha da önem kazanmaktadır. Özellikle kanalet döşendikten sonra inşa olunmak zorunda kalınan üst geçitler oldukça pahalı çözüm teşkil etmektedirler.

Borulu sistemde sanat yapısı olarak maslaklar, alfalfa vanalar ve tahliye yapılan vardır .

Borulu sistem sulama şebekelerinde toprak işleri büyük ölçüde azalmaktadır. Büyük sedde ve depo problemleri ortadan kalkmaktadır. Boru hendeği açılması, boru döşenmesi, ek yerlerinin teşkili ve boru üstünün sıkıştırılarak örtülmesi işlemlerinden oluşan uygulama, büyük toprak işlerini gerektirmez.

Tesviye eğrilerini izlemek zorunluluğu bulunmadığı için güzergah uzunluğu minimuma iner.

Derin drenaj problemi dışında, yüzeysel drenaj problemi önemli ölçüde azalmaktadır. Şebekenin yağış sularından zarar görmesi söz konusu değildir. Sulamadan dönen sular ile yağış suları için , açık kanallı şebekelere kıyasla daha seyrek bir yüzey drenaj sistemi yeterli olmaktadır.

İşletme -Bakım yönünden ilk bakışta kapalı mecralar sakıncalı gibi görünürse de düşük kotlarda inşa edilecek tahliye yapıları ve basınç yardımıyla sürüntü ve askı malzemesinin kolayca yıkanması mümkündür .

Santrifüj beton ya da betonarme borularla yapılan sulama şebekelerinde boru ek yerleri lastik contalarla teşkil olunarak sızdırma problemi de önlenmiş olmaktadır (Sungur, 1993).

2.5. Borulu Şebekelerde Dikkat Edilecek Bazı Hususlar

1. Planda borulu yedekten ayrılan tersiyer veya lateral boyları en çok 2 -2.5 km. olmalıdır .

2. Manning pürüzlülük katsayısı 0.013 -0.016 alınabilir. Biz uygulamamızda asbestli düşük basınçta dayanıklı beton boru kullandığı için bu katsayıyı 0.016 almıştır.

3. Piezometre çizgisi basınçlı akım temini için boru üst kotunun altına düşmemelidir. Şunu belirtelim ki maslaklar hem basınç kırıcılar, hem de çek fonksiyonu görürler.

4. Maslak perdesi min. Üst kotu, bir önceki maslağın çıkışındaki boru üst kotunun aynı olmalıdır (basınçlı akım temini için, boruya hava girmemesi için).

5. Boru taban ve dolayısıyla eksen eğimleri tabii zemine paralel olacaktır .

6. Boru örtüsü min. 1.00 m olacaktır. Boru hendeği tabanına stabilite temini için kum -çakıl serilecektir (bizim uygulamamızda Van'ın mevsim şartlarını göz önüne alarak boru örtüsü 1.20 m olduğuna ve boru hendeği tabanına da kum -çakıl sermesine ekonomiden dolayı gerek duyulmadığına karar verdik).

7. Bacaların tabii zeminden yüksekliği emniyet düşüncesiyle, min. 1.50 m olacaktır.

8. Maslaklarda tabii zeminden maksimum yükseklik 4.00 -5.00 m yi geçmemelidir .

9. İki maslak arasında boru çapı değişen yere redüksiyon veya hava bacası konacaktır. Boru hattı sonuna da bir baca konmalıdır.

10. Maslak ve bacalarda hava payı max. Piezometre çizgisinden itibaren 0.30 -0.50 m olacaktır.

11. Güzergah üzerindeki tepe noktalarına ve profilde taban eğiminin 1° den daha çok değişiklik gösterdiği yerlere ve de dirseklere birer havalandırma bacası konulacaktır.

12. Alfalfa vanalı priz tipi uygulandığında, maslakların fonksiyonu basınç kırmak olup bu halde hidrolik hesap yine maslaklar arasında uygulanır .

13 .Borularda ek yeri detayı aşağıda gösterilmiştir .

Tüm boru hidrolik karakteristikleri cetvellere işlenir .Priz karakteristikleri cetveli düzenlenir.

Son olarak metraj yapılır .Borular çap ve metretül olarak, sanat yapıları adet olarak metrajlandırılır.

Hendek kazısı, boru döşenmesi, ek yerlerinin teşkili (lastik conta) ve ile hendek üslerinin doldurulması pozları ayrı ayrı metrajlandırılır (Sungur, 1993).

2.6. Yağmurlama Sulama Şebekeleri

Yağmurlama sistemlerinin projelenmesinde esas, sulamanın yapılacağı tarımsal alan ile yetiştirilen bitki koşullarına en uygun sistem elde edilmesidir .Bu nedenle, projelene başlıca iki aşamada gerçekleştirilir. Birinci aşamada, sistemin bireysel yada toplu olma durumuna göre, tarımsal ve teknik yönden bir kaynak araştırması (etüt) yapılır. İkinci aşamada ise, koşullara uygun ve ekonomik olan yağmurlama sisteminin boyutları ile tesis ve işletim esasları belirlenir. Burada sözü edilen bireysel sistemler, göreceli olarak küçük alanlara hizmet eden boyutlardadır (Korukçu ve Yıldırım, 1981).

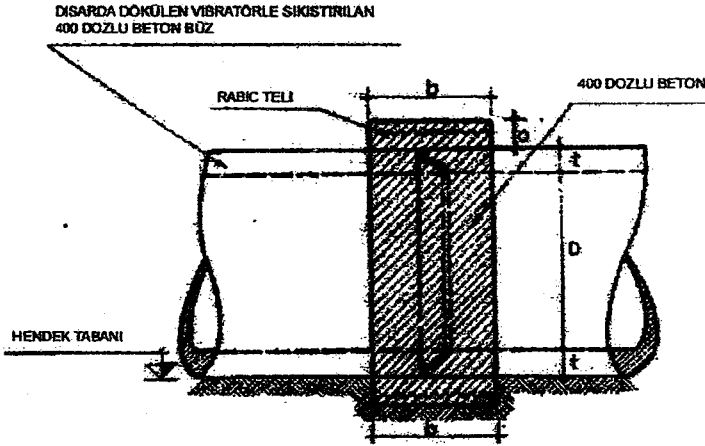
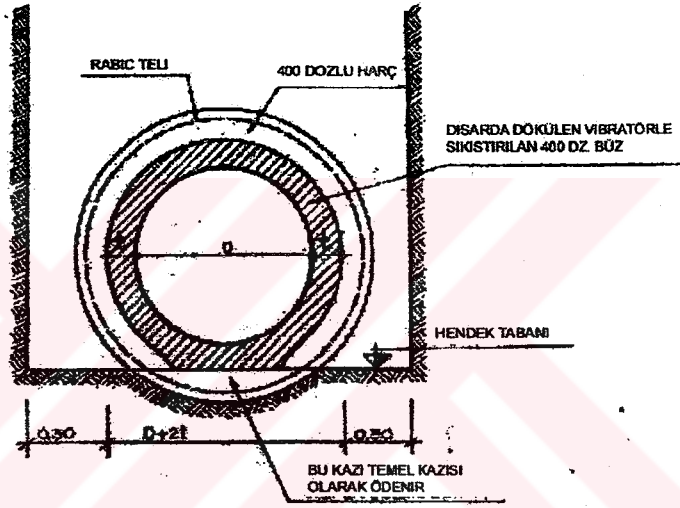
2. 7. Toplu Yağmurlama Sistemlerinin Projelenmesi

Korukçu ve Yıldırım (1981), Çok sayıda işletme yada parsellerden oluşan geniş alanların yağmurlama yöntemi ile sulanması toplu sistemlerle olasıdır .Böyle bir sistem, genellikle, su kaynağı ve su alma yapısı, basınç sağlama ve düzenleme

birimi, gömülü boru şebekesi, su alma aygıtları (hidrant) ve başlıkları üzerinde bulunduran hareketli laterallerden oluşur .

Bu sistemde su, kaynaktan parsel yada tarla başına kadar gömülü bir boru şebekesiyle iletilir .Buradan da laterallere belirli basınç ve debi değerinde olmak üzere, hidrantlara yerleştirilen almaçlar (priz) aracılığıyla doğrudan verilir.

Toplu yağmurlama sistemlerinden beklenen yararın sağlanabilmesi, sulanacak tarım alanındaki koşullara uygun biçimde projelenip, işletilmelerine bağlıdır .Bu ise, temelde suyun dağıtım biçimine dayanır .Sistemin iyi bir dağıtım yöntemine göre tasarlanması, ilk yatırım giderlerini azalttığı gibi, az su ile fazla alanın sulanabilmesine ve çiftçilerin sulama işlemini kolaylıkla ve uyumlu bir biçimde yapmalarına olanak sağlar.



Şekil 2.1. Borulu sulama şebekelerinde borunun döşenmesi ve ek yeri detayı.

Korukçu ve Yıldırım (1981), toplu sistemlerin projelenmesinde; sistem projelendirmesinde kaynak araştırması yapılmalıdır. Bu nedenle projeye geçmeden önce, aşağıda belirtilen bilgilerin araştırılıp toplanmasına gerek vardır.

2.7.1. Sulanacak Arazinin Büyüklüğü ve Biçimi

Yağmurlama ile sulanması tasarlanan alanın öncelikle topoğrafik haritaları hazırlanarak arazinin büyüklüğü ve biçimi belirlenir. Genel bir sınırlama ile 300 ha' a kadar olan alanlar için 1/25000, daha geniş alanlar için de 1/5000 ölçekli topoğrafik haritaların hazırlanması salık verilir. Tesviye eğrilerinin %1 e kadar eğimli alanlarda en fazla 0.50 m ve %1 den yukarı eğimlerde 1.0 m aralıklarla geçirilmesi yeterlidir. Bu haritalar üzerinde; arazi ve parsel sınırları; etken eğim doğrultuları, su kaynağı, etken rüzgar yönü ve çitler, yollar, kanallar vb. Durağan tesisler işaretlenir (Korukçu ve Yıldırım, 1981).

2.7.2. Tarımsal Yapı ve Mülkiyet

Özellikle toplu yağmurlama sistemleri için, arazi mülkiyetini ve işletmeleri belirleyen kadastro haritalarına gerek vardır .bu haritalarda her parselin büyüklüğü, sahibi yada işletmecisinin adı, kullanılma biçimi, meyvelikse ağaçların cinsi ve yaşı belirtilmelidir. Bizim uygulamamız Yüzüncü Yıl Üniversitesinin kamu alanı içerisinde olduğundan mülkiyet araştırmasına ihtiyaç duyulmamıştır (Korukçu ve Yıldırım, 1981).

2.7.3. Toprak Bilgileri

Sulanacak alanların, sulama yönünden ayrıntılı bir toprak etüdü yapılarak, sulanabilir toprakların sınıfları ile birlikte, aşağıdaki özelliklerinin saptanması gerekir.

Toprak profili : Sulanacak arazide toprak profilinin incelenmesi, sert yada kil kayası ve drenaj koşulları gibi bitki kök gelişimini sınırlayan etmenlerin belirlenmesi yönünden önem taşır .

Kullanılabilir su tutma kapasitesi : Tarla kapasitesi, solma noktası ve hacim ağırlığı, alınacak örneklerle laboratuvar analizleri sonucunda saptanır. Bu bilgilerden yararlanılarak, toprağın kullanılabilir su tutma kapasitesi elde edilir .Bir sulamada verilecek su miktarı ve sulama aralığı ise, kullanılabilir su miktarı ve sulama aralığı ise, kullanılabilir su tutma kapasitesine bağlıdır .

Toprağın su alma hızı : Yağmurlama hızı, su alma hızından daha az olacak biçimde planlanır. Eğer yağmurlama hızı toprağın su alma hızından fazla olursa yüzey akışları ya da yüzeyde göllenme oluşur. Yağmurlama hızı ve dolayısıyla sistemde kullanılacak başlığın seçimi açısından, projelendirmede toprağın su alma hızının bilinmesi büyük önem taşır .

Arazi geliştirme ve iyileştirme için gerekli işlemlerle birlikte, sulamanın getireceği tehlikeler, yapılacak yatırım ve gelecekte alınacak önlemler açısından belirlenmelidir (Korukçu ve Yıldırım, 1981).

Bu konular Mehmet Kaptanoğlu (1996) tarafından yapılan yüksek lisans tez çalışmasında incelendiğinden, bu maddede açıklanan bilgileri tekrar araştırmaya gerek duymadık. Mehmet Kaptanoğlu tarafından yapılan çalışma sonucunda elde edilen verileri kullandık.

2.7.4. Sulanacak Bitki Çeşidi

Sulanması öngörülen bitkilere ilişkin aşağıdaki bililerin sisteme verilecek kapasitenin saptanması açısından projelendirme aşamasında belirlenmesine gerek vardır

Bitki deseni : Projelendirme alanında yetiştirilmesi öngörülen bitkiler ile bunlara ilişkin ekiliş sırası, yüzdesi ve yetiştirme dönemleri bir üretim programına bağlı olarak saptanır .

Bitki kök derinliği ve sulamanın yapılacağı rutubet düzeyi : Sistemin projelendirilmesinde, her sulamada toprağa yağmurlama ile verilecek su derinliği ve sulama aralığının belirlenmesi yönünden önemlidir .

Bitki su tüketimi : Sulama aralığının belirlenmesi yönünden, sulanması tasarlanan her bitkiye ilişkin su tüketim değerlerinin bilinmesine gerek vardır. projelendirmede önemli olan bir ölçüt de sistemin, bitki su tüketim değerlerinin en fazla olduğu devredeki gereksinimi karşılayabilecek kapasitede planlanmasıdır .

Tarımsal işlemler : Toprak işleme, tarımsal savaşım ve hasat işlemlerine ilişkin bilgilerin belirlenmesi gerekir. Örneğin, yonca sulamasında hasat zamanlan sulamanın planlanması açısından önemlidir (Korukçu ve Yıldırım, 1981).

2.7.5. Su Kaynağı

Yağmurlama sisteminde kullanılacak sulama suyuna ilişkin aşağıda belirtilen bilgilerin derlenmesine gerek vardır.

Su kaynağının türü : suyun sağlanacağı kaynağın türü, pompaj biriminin belirlenmesi yönünden önemlidir.

Konumu : Su kaynağının konumu, pompa büyüklüğü, başlık özellikleri, boru çapları ve sistemin tertip biçimini etkiler .

Kaynağın debisi : Sulanacak alan yönünden yeterlilik ve sistemde birlikte çalışabilecek başlık sayısının belirlenmesi yönünden önemlidir.

Kalitesi : Eldeki su kaynağının, sulama yönünden kalitesinin uygun olması ve bunun analiz sonucunda saptanması gerekir .Öte yandan, suyun bir süzme işlemine gerek gösterme durumu da incelenmelidir .

Biz uygulamamızda DSİ' nin bizim çalışmamızın da içinde bulunduğu arazilerin sulanması için yaptığı ana sulama kanalındaki bir prizden suyu alacağız. Bu konudaki su debisi ve suyun kalitesi konusunda DSİ gerekli çalışmaları yapmış

ve uygun olan su ve debisi konusunda bizim araştırma yapmamıza gerek görülmemiştir .

2.7.6. İklim Bilgileri

Projelemede; yağışın miktarı, süresi ve mevsimlere göre dağılışı, sıcaklık, rüzgar hızı ile yönüne ilişkin bilgiler sağlanmalıdır .Rüzgar koşullarına ilişkin bilgiler başlık seçimi ve sistemde yer alacak laterallerin tertip biçimi açısından önem taşır .

2.7.7. Güç Kaynağı

Sulanacak arazide yağmurlama sistemi için kullanılabilir enerji kaynağı konusunda bilgi edinilir. Sitemin gerektirdiği güç biriminin türü ve büyüklüğü bu bilgiye bağlı olacaktır.

Bizim sistemimizde su kaynağımız ile yağmurlama başlıkları arasında yeterli kot farkı olduğundan ek bir güç kaynağına ihtiyaç olmamaktadır .Sistemin çalışması için herhangi bir pompa kullanmaya gerek yoktur.

2.7.8. Diğer Bilgiler

Sistemde kullanılabilir unsurlara ilişkin bir pazar araştırması yapılarak bilgi toplanır.

Bu bilgiler derlendikten sonra, parsel yada işletme boyutları belirlenerek, sistemin teknik özellikleri saptanır .

Teknikteki yeni gelişmeler, sulama şebekelerinin kısa zamanda, ucuz ve duyarlılıkla saptanmasını kolaylaştırmıştır. Elde edilen pek çok gelişmeye karşın, bugün için önemini koruyan en önemli konu, hidrant yerleri ile almaç debilerinin saptanmasını kapsamına alan temel ilkelerin belirlenmesidir. Bu aşamada,proje mühendisine yörenin ayrıntılı bir biçimde incelenmesini sağlayan kesin matematiksel ilkelerle kısa ve öz yöntemler bulunmamaktadır .Bunun için, proje sorumlusunun, değişik disiplinlerden uzmanlar , kendi yörelerini çok iyi tanıyan yerel idareciler ve halkın işbirliğine gereksinimi vardır (Korukçu ve Yıldırım, 1981).

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Çalışmanın Yapıldığı Yüzüncü Yıl Üniversitesi kampus alanının sulanması için ihtiyaç olan su, Van -Karasu -Akbülak Sulaması Sağ Sahil Ana Kanalının 35+385 kilometresinde bulunan 078 numaralı prizden alınmıştır (Şekil3.1).

3.1.1. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Kampus Alanının Yeri

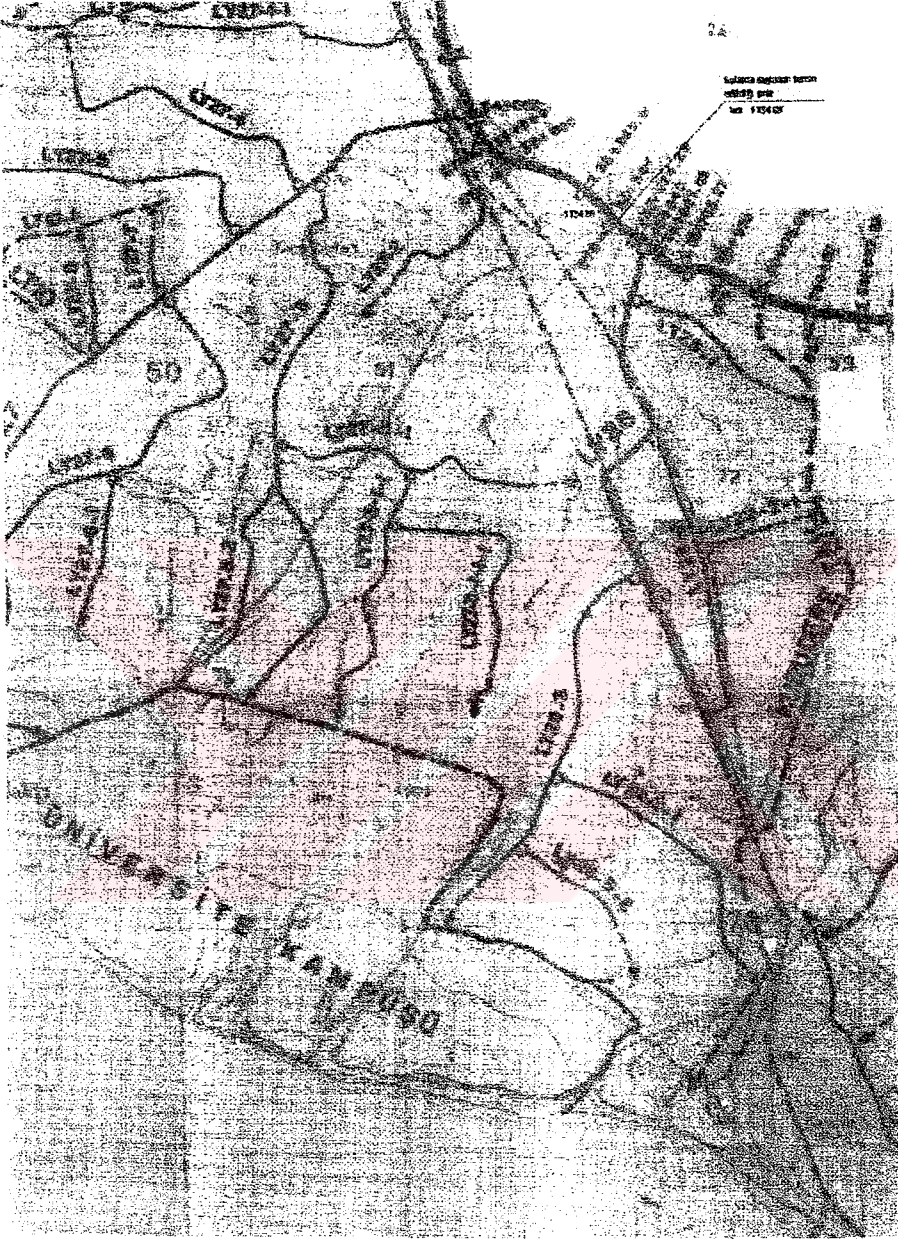
Yüzüncü Yıl Üniversitesi kampus alanı, Van şehrinin 12 km kadar kuzey batısında, Van -Erciş karayolu ile Vangözü arasında bulunmaktadır. Kampus sahasının güney kısmını Vangözü sınırlar. Kampus alanı 1650 ile 1750 kotları arasında, tatlı eğimli sırtlar ve geniş düzlüklerden oluşmuştur .1996 Haziran ayı itibariyle yaklaşık alanı 850 hektardır.

Bu çalışmada ele alınan Yüzüncü Yıl Üniversitesi kampus alanında yapılması önerilen ürün deseni gösterilmiştir (Şekil 3.2). ayrıca planimetre ile yapılan ölçüm neticesinde bu ürün desenine ait alanlar belirlenmiştir (Çizelge 3.1).

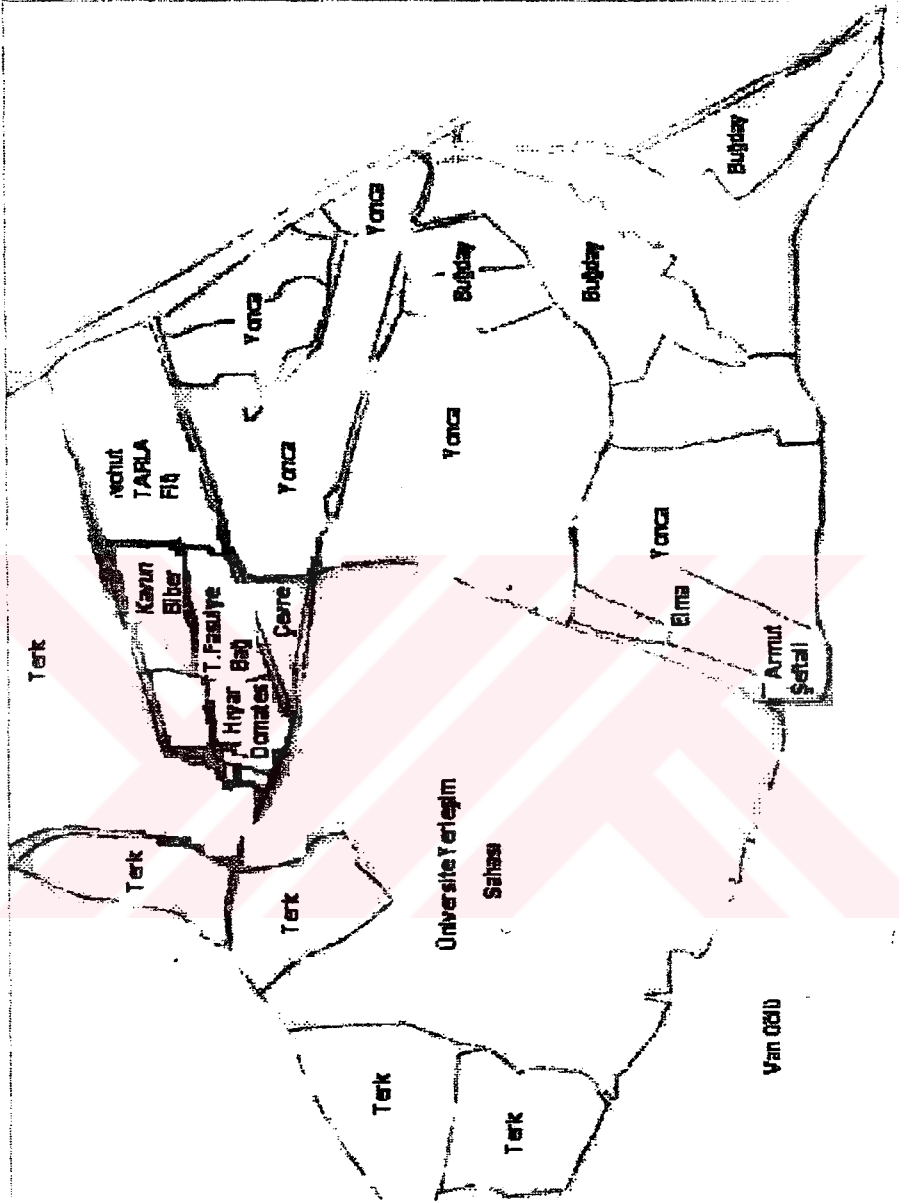
Önerilen ürün desenine göre Van'daki yağış miktarları ve Blaney -Criddle yöntemine göre bitki su tüketimi hesaplanmıştır (Çizelge 3.2).

Çizelge 3.1. Yüzüncü Yıl Üniversitesi kampus alanı için teklif edilen ürün deseni.

Sulanacak Bölge	Ekilecek Bitki	Alan (ha)	Bitki Su Tüketimi (mm)	Ekiliş Yüzdesi
Yonca	Yonca	123.1	341	63.0
Buğday	Buğday	20.6	135	10.5
Fidanlık	Elma	7.2	217	3.7
	Armut	5.5	211	2.8
	Şeftali	4.5	143	2.3
	Toplam	160.9	Toplam	82.3
	Bahçe Bitkileri	Kavun	2.0	97
	Biber	2.0	236	1.0
	Hıyar	3.0	145	1.5
	Domates	3.0	217	1.5
	Taze Fasulye	3.0	138	1.5
	Bağ	3.4	152	1.7
	Toplam	16.4	Toplam	8.2
Tarla	Nohut	9.0	131	4.6
	Fiğ	9.0	166	4.6
	Toplam	18.0	Toplam	9.2



Şekil 3.1. Sulama suyunun temin edildiği priz ve sağ sahil ana kanalı
(Ölçek: 1/25000)



Şekil 3.2. Yüzüncü Yıl Üniversitesi kampüs alanında öngörülen ürün deseni.

3.1.2. İklim Durumu

Doğu Anadolu bölgesinin yüksek plato ve dağları ile çevrili denizden yüksekliği 1725 m yükseklikte kurulmuş Van ili, karasal iklim özelliği göstermekle birlikte, 3713 km² yüzölçümü olan Vangölü' nün etkisi ile Vangölü' nden uzakta

bulunan diğler il ve ilçelere göre oldukça yumuşıktır. Kış aylarında Sibiryaya yüksek basıncının etkisinde kalan iklim ortalama basıncı 828.2 mb dir. Ortalama nispi nem % 59' dur. Yağışlar genellikle ilkbahar ve sonbaharda yağmur ve karla karışık yağmur halinde, kışın ise kar halinde görülür. Yaz ayları bilhassa Temmuz, Ağustos ve Eylül ayları kurak geçmektedir. çay, dere, baraj ve göletlerden yapılan sulamalarla kuraklığın zararları asgariye indirilmektedir (Meteoroloji 1996).

3.2. Yöntem

Sulamada başarı, bölgedeki iklim, toprak ve topoğrafik koşullar ile bitki çeşidi ve su kaynağı gibi etkenlerin ayrı ayrı incelenerek, amacımıza uygun sulama yönteminin seçilmesiyle sağlanabilir. Sulamaların, mevcut koşulların dikkate alınmadan, uygun olmayan bir yöntemle yapılması durumunda sulamadan beklenen yarar sağlanamaz ve üretim azalır (Ertuğrul ve Apan, 1979).

Sulama yöntemlerinin seçiminde dikkate alınması gerekli etkenleri incelemeden önce, her sulama yönteminde suyun toprağa uygulanış biçimi hakkında kısa bir açıklama yapılması yararlı olacaktır .

3.2.1. Yüzey Sulama Yöntemleri

Sulanabilir toprakların çoğunda ve hemen hemen bütün bitkiler için uygulanabilir. Yüzey sulama yöntemlerinin en belirgin özelliği, sulama için arazide ön hazırlık yapılmasının zorunlu oluşu ve etkili bir su dağıtım şebekesine gerek duyulmasıdır. Yüzey sulama yöntemleri iki gruba ayrılabilir. Bunlar, sulama suyunu tüm arazi yüzeyine uygulayan yöntemler, sulama suyunu arazinin yalnız bir kısmına uygulayan yöntemlerdir (Ertuğrul ve Apan, 1979).

3.2.2. Toprak Altı Sızdırma Yöntemleri

Bu yöntem ile sulama, suyun toprak içerisindeki kapillar hareketinden yararlanılarak yapılır .Bu amaçla, sulama suyunun kapillar hareketle kök bölgesine ulaşabileceği yere kadar yükseltilmesi gerekir. Sızdırma yöntemi sulamanın uygulanabilmesi için özel topoğrafya ve toprak koşulları gerekli olduğundan kullanıma olanakları çok sınırlıdır. Bu yöntemle sulama, oldukça homojen yapılı, yatay ve düşey geçirgenliği yüksek, su tutma kapasitesi az olan ve kök bölgesi altında derine sızmayı önleyici bir tabakanın bulunduğu, tuzlanma tehlikesi olmayan alanlarda yapılabilir (Ertuğrul ve Apan, 1979).

3.2.3. Yağmurlama Yöntemi

Bu yöntemde sulama suyu, kapalı borularda basınç altında mekanik püskürtücülere kadar taşınır ve doğal yağışa benzer bir biçimde toprağa uygulanır.

Çeltik ayrı tutulursa, hemen bütün bitkiler bu yöntemle sulanabilir. Yağmurlama yönteminde, başlangıç sermayesi ve işletme masrafları yüzey sulama yöntemlerine oranla daha fazladır. Yüzey sulama yöntemlerinin uygulanmasının randımsız veya pahalı olduğu durumlarda yağmurlama yöntemi uygulanabilir. Bu yöntemde su uygulama 0.25 cm/saat kadar düşük olabilir. Böylece fazla meyilli, düz olmayan alanlarda ve derinliği az olan topraklarda su kaybı ve erozyona neden olmadan uygulanabildiği gibi, yüksek geçirgenlik veya düşük su tutma kapasitesine sahip topraklarda da randımanlı olarak uygulanabilir (Ertuğrul ve Apan, 1979).

3.2.4. Damla Sulama Yöntemi

Damla sulaması, artırılmış suyu toprak yüzeyine veya içerisine veren bir yöntemdir. Bu yöntemde su, yaygın bir boru şebekesiyle her bir bitkiye kadar götürülür. Suyu toprak yüzeyine damlatan damlatıcıdan çıkan su, toprakta doğal olarak hareket eder. Bu nedenle her bir damlatıcı nokta kaynağının ıslattığı alan, suyun topraktaki yatay akışı ile sınırlanır. Bu yöntem bağ ve meyveliklerde olduğu gibi, geniş aralıklarla yetişen bitkilerin bulunduğu arazilerde toprak yüzeyinin yalnızca bir kısmını ıslatır. Bu yöntemin uygulanmasıyla buharlaşma kaybı minimum olur. Ayrıca etkin bir toprak havalanması sağlanır ve kaliteli ürün alınabilir. Ancak yaygın bir boru şebekesine gerek duyulması nedeniyle pahalı olan ve fazla teknik bilgi ve özen isteyen bir yöntemdir (Ertuğrul ve Apan, 1979).

3.2.5. Sulama Modülü ve Sistem Kapasitesinin Bulunması

Ertuğrul ve Apan (1979), Bitkilerin gereksindikleri suyu sağlamak amacıyla inşa edilen sulama projelerini, yalnızca suyu kaynaktan saptıran ve belirli bir uzaklığa nakleden kanallar yahut borular sisteminden ibaret olarak düşünülmemelidir. Projeler, gereksinilen suyun dağıtımı için gerekli olan tesislerin inşasının yanı sıra, tesislerin bakım ve devamlılığının sağlanmasını ve çiftçilerin yeterli ürün elde edebilmeleri amacıyla gereksindikleri anda istedikleri suyu kullanabilmeleri amacıyla yönelik olarak bütün sistemin en elverişli bir şekilde işletilmesini kapsar.

Sulama projelerinin planlanmasında bitkilerin su tüketimi ve sulama suyu gereksiniminden yararlanır. Sulama suyu gereksinmesi, bitkilerin yetişmesi için gerek duydukları suyun yağışlardan arta kalan miktarıdır. Bitkilerin su tüketimlerinin bilinmesiyle sulama yapılacak bölgenin toplam su gereksinmesi ve sulama şebekesinin kapasiteleri hesaplanabilir. Sulama suyu gereksinmesinin hesaplanmasında bitki su tüketimi temel bilgidir ve bir sulama sisteminin planlanması ve işletilmesinde bitki su tüketimi hakkında bilgi gereklidir. Sistem kapasitesi bitki su tüketiminin maksimum olduğu devrede bitkilerin su gereksinmelerini karşılayacak şekilde planlanmıştır.

Belirli bir alanın sulanması için gerekli su miktarı çeşitli etkenlere bağlıdır. Sulanan bitkilerin su tüketimlerinin maksimum olduğu devrede birim alan için

gereksinilen debi (modül) “q” ve sulanacak alan genişliği A ise proje için gereksinilen net sulama suyu miktarı :

$$Q_n = q \cdot A \quad (3.2.1)$$

bağıntısından hesaplanmıştır (Çizelge 3.2). Bağıntıda;

- Q_n : Proje alanında gereksinilen net su miktarı (lt/s)
 q : Devamlı akış halindeki modül (lt/s/ha)
 A : Sulanacak alan (ha)

3.2.5.1. Bitki Su Tüketimi (Evapotranspirasyon)

Ertuğrul ve Apan (1 979), bitki su tüketimi, belirli bir arazide büyüyen bitkiler tarafından transpirasyon ve doku yapısı için kullanılan su ile bitişik araziden buharlaşan suyun toplamı olarak tanımlanabilir .

Sulama sisteminin projelenmesinde ve sulama programının planlanmasında bitkiler tarafından kullanılan maksimum su miktarının bilinmesi gereklidir. Bitkilerin günlük ve haftalık maksimum su miktarının bilinmesi gereklidir. Bitkilerin günlük ve haftalık su tüketimlerinin güvenilir bir yöntemle hesaplanması, sulama aralığının, sulama zamanının ve gereksinilen su miktarının belirtilmesi için yararlıdır .

Bitki su tüketimi, bitki çeşidine, bitkinin yetiştirildiği bölgeye, gelişme mevsiminin uzunluğuna, ortalama sıcaklık derecesine, yağış ve nemliliğe bağlı olarak değişmektedir. Bu iklim etkenlerinin yanı sıra, toprakta bulunan nem miktarı ve uygulanan sulama yöntemi de bitki su tüketimine etki yapar .

3.2.6. Projelene Temel İlkeleri

Korukçu ve Yıldırım (1981), Teknik yönden proje yapımına geçmeden önce, eldeki bilgilerin ışığı altında; almaçların debi, basınç ve yerleştirilmesinde uygulanacak ölçütler belirlenir .

3.2.6.1. Sulama Suyu Gereksinimi

Bitkilerin sulama suyu gereksinimi, her bitki için ayrı ayrı belirlenen sulama suyu gereksinimi, üretim deseni dikkate alınarak, proje alanının tümüne dönüştürülür .Buradan hareketle, sulama randımanı dikkate alınarak parsel yada tarla başında gereksinim duyulan sulama suyu miktarı belirlenir. Bunlardan ayrı olarak, sistemin sulama suyuna en fazla gereksinim duyulan döneme ilişkin sürekli debi miktarı hesaplanmalıdır .

Yağmurlama sistemlerinde, iletim ve dağıtımın tamamen kapalı borularla gerçekleştirilmesi sonucu, sulama ve iletim randımanlarına ilişkin değerler geleneksel sistemlerin hesaplanmasında kullanılanlardan oldukça büyüktür .Bu nedenle, buradaki debi değerleri de aynı oranda küçük olacaktır .

Çizelge 3.3. Sulama modülü ve sistem kapasitesi hesabı

Aylar	Ocak Şubat Mart Nisan Mayıs Haziran Temmuz Ağustos Eylül Ekim Kasım Aralık														
	Yağış, mm	41.9	35.4	46.2	57.5	40.5	16.8	5.5	2.9	12.1	44.2	48.5	32.5		
	%	Alan													
Yonca	Sulama suyu ihtiyacı, mm	63.03	7	7	22	64	130	135	42.75	211.47	166.47	39.65	9.25	23	10
Buğday	Sulama suyu ihtiyacı, mm	10.55	7	7	22	64	130	135	42.75	211.47	166.47	39.65	9.25	23	10
Elma	Sulama suyu ihtiyacı, mm	3.69	7	7	22	64	130	135	42.75	211.47	166.47	39.65	9.25	23	10
Armut	Sulama suyu ihtiyacı, mm	2.82	7	7	22	64	130	135	42.75	211.47	166.47	39.65	9.25	23	10
Şeftali	Sulama suyu ihtiyacı, mm	2.3	7	7	22	64	130	135	42.75	211.47	166.47	39.65	9.25	23	10
Kavun	Sulama suyu ihtiyacı, mm	1.02	7	7	22	64	130	135	42.75	211.47	166.47	39.65	9.25	23	10
Biber	Sulama suyu ihtiyacı, mm	1.02	7	7	22	64	130	135	42.75	211.47	166.47	39.65	9.25	23	10
Hıyar	Sulama suyu ihtiyacı, mm	1.54	7	7	22	64	130	135	42.75	211.47	166.47	39.65	9.25	23	10
Domates	Sulama suyu ihtiyacı, mm	1.54	7	7	22	64	130	135	42.75	211.47	166.47	39.65	9.25	23	10

Çizelge 3.3. Sulama modülü ve sistem kapasitesi hesabı (devamı)

	Aylar											
	Yanvar	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
	41.9	35.4	46.2	57.5	40.5	16.8	5.5	2.9	12.1	44.2	48.5	32.5
	% Alan											
T. Pasulye	1.54				56	90	138	138	80	36		
Sulama suyu ihtiyacı, mm					0.24	1.13	2.04	2.08	1.05			
Bağ	1.74				10.25	63	93	132	152	44	22	
Sulama suyu ihtiyacı, mm					0.39	1.33	2.20	2.59	0.56			
Nohut	4.61				10.5	48	71	131	94			
Sulama suyu ihtiyacı, mm					0.35	2.50	5.79	4.20				
Fig	4.61				23.5	84	166	24				
Sulama suyu ihtiyacı, mm					2.01	6.88	0.85					
Top. sulama suyu ihtiyacı, mm					0.69	80.49	105.46	250.61	199.31	51.32		
Tarla başında istenen, %60					1.14	134.15	175.77	417.69	332.18	85.53		
Sistemin toplam ihtiyacı, %90					1.27	149.06	195.30	464.10	369.09	95.04		
Toplam ihtiyaç, 10000m ³					2.48	291.12	381.42	906.38	720.82	185.6		
Sistem kapasitesi, lt/s	0.96	108.69	147.15	338.40	269.13	71.61						
Sulama modülü lt/s/ha	0.00	0.56	0.75	1.73	1.38	0.37						

3.2.6.2. Almaçlara Verilecek Debilerin Belirlenmesi

Almaç debileri, sulanacak alan, bitki deseni işletmenin türü ve çiftçilerin yaşam düzeyinin bir işlevidir .

Almaçlar sonuna kadar açılışlar da, önceden belirlenen debiden daha fazla suyun alınmasına olanak vermeyen debi sınırlayıcıları ile donatılmalıdır .

Tarla başına yerleştirilen almaçın debisi ayrı alan için hesaplanan kuramsal sürekli debiden büyük ve bitkilerin gereksinimini karşılamak üzere, gerekli suyun temini için yapılacak sulamalarda, almaçların günlük çalışma süresinin 24 saatten küçük olması gerekir. Bu durum, sulama suyu gereksiniminin karşılanmasında, güvence payı elde etme isteğinden çok, istem yöntemi ile su dağıtımında yeterli oranda serbestlik sağlama gereğinden ileri gelmektedir .

Ancak, günde yalnızca birkaç saat kullanılacak büyüklükte debilerin ayrılması, çok büyük yatırımları gerektirir .

Bu ise, dağıtım şebekelerinin, serbestlik derecesinin büyüklüğü oranında pahalıya mal olmasına neden olur. Bu nedenle, bir almaç debisinin kullanımı sorunu, maliyet sorunu ile aynıdır.

3.2.6.3. Kuramsal ve Gerçek Serbestlik

Kuramsal serbestlik, yılda ancak birkaç hafta kadar sürebilen en yüksek su gereksinimine göre hesaplanır. Bu dönem boyunca doğru ve geçerli olacak bir serbestlik, geriye kalan sulama dönemlerinde gereğinden daha büyük olacaktır .

Çiftçilerin yararlandığı gerçek serbestlik soyut bir kavramdır .Bu nedenle, her özel durum için, bu serbestliği artıran yada kısıtlayan çeşitli etmenlerin yakından incelenmesi gerekir .

3.2.6.4. Sulama Almaçları ve Hidrantlar

Basıncı sulama sistemlerinde kullanılacak almaçların aşağıda belirlenen aygıtlarla donatılmaları gerekir;

Taşınır araçların bağlanmasını sağlayacak orifis ve bağlantı ağzı,

Açıp -kapamayı sağlayacak bir vana,

Şebekeden fazla suyu çekerek, basıncın düşmesini ve diğer yararlananlar için sıkıcı bir durumun oluşmasına olanak vermeyecek debi sınırlayıcı,

Almaç girişindeki debi ve basınç dalgalanmaları ne olursa olsun, almaç çıkışında sabit basınç sağlayacak bir basınç düzenleyici,

Kullanılan su miktarını belirleyecek bir sayaç,

Bunların dışında, bir almaçta bulunacak diğer yardımcı parçalar da şöylece sıralanabilir ,

1. Almaçın don tehlikesine karşı korunabilmesi için vananın kapanıp, basıncın ortadan kalkmasıyla, almaçta toplanmış suyun boşalmasını sağlayacak basit bir düzen.

2. Almaçlarda toplanmış havanın boşalmasını sağlayacak hava boşaltım memeleri.

İlk bakışta basit birer aygıt gibi görünen almaçlar , yukarıdaki açıklamalardan da görüleceği üzere, pek çok işlevi olan, sabit ve taşınır şebekelerin iyi çalışmasının, bunların düzenli çalışmasına bağlı organlardır .

Burada belirlenen bütün parçalarla donatılmış almaçlar , oldukça pahalı aygıtlardır .Bunun için ekonomik nedenlerle, birkaç almaç bir araya getirilerek, dilimize hidrant olarak giren bir su alma aracı geliştirilmiştir. Bunlar bir gövde etrafında birkaç almacın (priz) yer aldığı, bir vana ve çoğu durumlarda bir bağlantı tabanından oluşan aygıtlardır (Korukçu ve Yıldırım, 1981).

3.2.7. Borulu Sulama Şebekesinin Projelendirilmesi

Klasik ve kanalet şebekelerinde olduğu gibi, 1/5000 lik sulama sahası haritasında ilkin yan dereler ve drenaj şebekesi belirlendikten sonra bunlar arasındaki sırtlardan, hakim yerlerden borulu yedek ağı şebekesi işaretlenir. Uygun noktalara prizler yerleştirilmiştir .

Her bir priz, tesviye eğrilerine paralel doğrultuda max. 250 -300 m ve tesviye eğrilerine dik doğrultuda max. 400 -500 m. uzaklığa hizmet edebilir. Burada söz konusu olan prizler, alfalfa vanalı ya da maslaklı priz tipindedir ve yerleri sabittir. Bizim projemizde alfalfa vanaları kullanılmıştır (Şekil 3.3).

Tüm prizlerin hizmet alanları planda belirtilir. Alanlar, planimetre ile iki kez ölçülerek ve ortalama alınarak saptanır (Sungur, 1993).

Plan çalışmaları tamamlandıktan sonra profil çalışmalarına geçilmiştir .

İlkin kapasite hesapları yapılmıştır .Klasik sistemde olduğu gibi talep esasına göre tüm debiler saptanmıştır.

Kullanılacak paftalar yine 4 km' lik boru uzunluğunu kapsar. Üstte profil, altta plan gösterilir. Uygun yerlerde de some değerleri ve kesit karakteristikleri gösterilecektir. Düşey ölçek 1/100 ve yatay ölçek 1/5000 olacaktır (Sungur, 1993).

Km ve yer kotları uygun biçimde profile işlenerek tabii zemin çizgisi saptanmıştır.

Daha sonra yedek üzerinde dirsek ve priz yerleri profilde belirtilir .Böylece boru hidrolik hesabına başlanır (Sungur, 1993).

İlkin ana kanal priz yerindeki su kotundan 0.06 m priz yük kaybı düşülerek, priz ölçü kuyusundaki s:u seviyesi saptanmıştır .

Yedek üzerindeki alfalfa yada maslaklı priz yerlerinde zorunlu piezometre kotu, tabii zeminden en az 60 cm yükseklikte olacak biçimde seçilmiştir

O debisi her kısım için belli olduğuna göre, ana kanal çıkış kısmında bir boru çapı seçilerek Manning formülüne dayanan tablolar yardımıyla, tekabül eden piezometre eğimi J, ve boru hızı V, saptanmıştır (Sungur, 1993). Borular için Manning formülüne dayanan değerler;

$$\left(V = \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times J^{1/2} \rightarrow J = \frac{n^2 V^2}{R^{4/3}}, R = \frac{Q}{4} \right) \quad (3.1.1)$$

Ölçü kuyusundan boruya giriş kaybı olarak ;

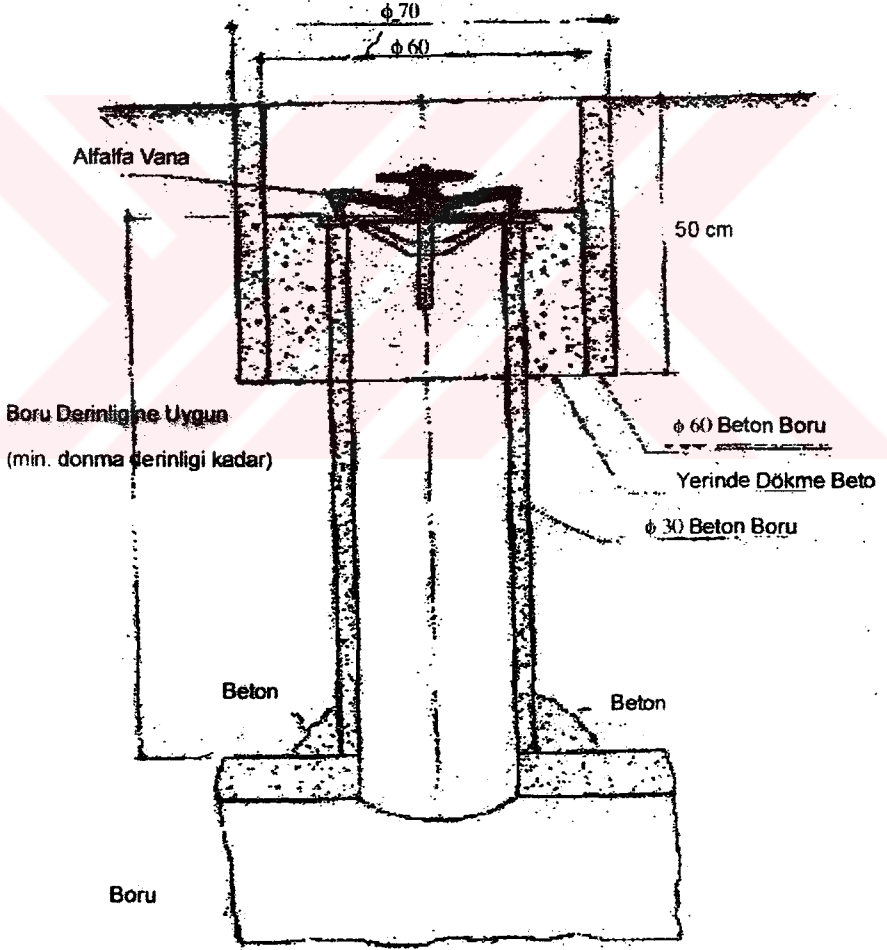
$$\left(0,5 \frac{V^2}{2g}\right) \quad (3.1.2)$$

değeri hesaplanmıştır. Bu yük kaybına göre elde olunan kottan J piezometre çizgisi çizilmiştir. Prizler maslaklı olduğunda, ölçü kuyusu ile 1. Maslak arası hesap şöyle devam eder :

Ara uzaklık L olup, L.J ile boru sürtünme kaybı hesaplanmıştır. Borudan maslağa giriş kaybı;

$$\left(\frac{V^2}{2g}\right) \quad (3.1.3)$$

olarak alınmıştır.



Şekil 3.3. Alfalfa vanalı priz tipinin uygulama kesiti.

$$\left(1,5 \frac{V^2}{2g} + L \times J\right) \quad (3.1.4)$$

ifadesiyle bulunan yük kaybı, ölçü kuyusu kotundan düşülerek 1. Maslakta savaklanan suyun üst kotu bulunmuştur .

Maslakta (Şekil 3.4), su, perde önündeki bölümde yükselir ve bir h yükü ile perdeden savaklanır (Sungur, 1993).

Keskin kenarlı savaklar da m tül debi değerleri yardımıyla bu h yükü saptanabilir .

$$Q = C \times L \times h^{3/2} \quad (3.1.5)$$

Q debisine tekabül eden maslak savak yükü h bulunur. Böylece İlk maslak perdesi üst kotu:

$$\text{Ana kanal su seviyesi} - 0,06 - \left(1,5 \frac{V^2}{2g} + L \times J + h\right) \quad (3.1.6)$$

bağıntısıyla saptanmıştır .

Bu suretle ilk kısmın hidrolik hesabı tamamlanmıştır. 1. ve 2. Maslak arası hesap

Q₂ debisine göre bir boru çapı seçilerek J₂ piezometre eğimi ve V₂ hızı bulunmuştur. 1. Maslakta boruya giriş kaybı;

$$\left(0,5 \frac{V_2^2}{2g}\right) \quad (3.1.7)$$

olarak alınmıştır.

İkinci maslak içine giriş kaybı;

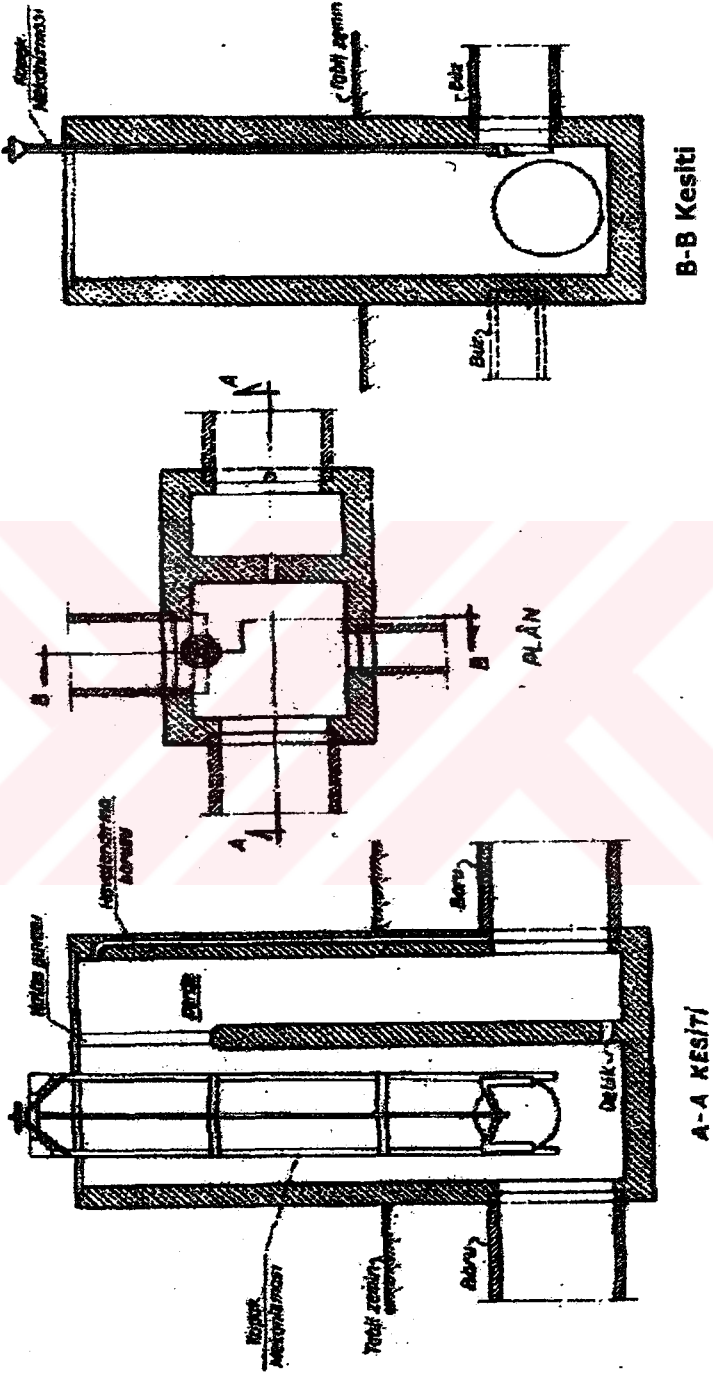
$$\left(\frac{V_2^2}{2g}\right) \quad (3.1.8)$$

olarak alınmıştır. İkinci maslakta savak yükü h₂ bulunduktan sonra; Toplam yük kaybı;

$$\left(1,5 \frac{V_2^2}{2g} + L_2 \times J_2 + h_2\right) \quad (3.1.9)$$

olduğundan birinci maslak mansap su kotundan bu toplam yük kaybı düşülerek ikinci maslakta perde üst kotu saptanmıştır .

Bundan sonra uygulanacak hidrolik hesap benzer biçimdedir. Hesaplarda önemli olan husus, priz yerlerinde min. piezometre kotlarını ve de tüm boru hattı boyunca basınçlı çalışmayı temin etmektir (Sungur, 1993).



Şekil 3.4. Maslak tipi priz yapısı montaj kesiti.

3.2.8. Yağmurlama Sulama Şebekesinin Projelendirilmesi

Korukçu ve Yıldırım (1981), projenin yapımı; hidrantların yerleştirilmesi, şebekenin tertiplenmesi, debiler , şebekede yer alan boru büyüklükleri, depo yüksekliği ile basma boru hattı çapı, su alma ve pompalama tesislerinin hesaplanması ile proje dosyasının hazırlanması aşamalarını kapsar.

3.2.8.1. Hidrantların Yerleştirilmesi

Korukçu ve Yıldırım (1981), Toplu yağmurlama projelerinin hazırlanmasında proje mühendisinin ele alacağı ilk konu, hidrantların yerleştirilmesi sorunudur. Boru hatları etüdünün öncelikle ele alınması ve hidrantların buna göre yerleştirilmesi yanlış bir yaklaşımdır .Çünkü, boru hatlarının hidrantları birbirine bağlamaktan başka bir işlevi yoktur.

Uygulamadan gelen deneyine dayanılarak, hidrantların yerleştirilmesinden itibaren, şebekenin genel görünümüne ilişkin bir kavram geliştirilmeğe başlanacağından, hidrantların yerleştirilmesi de bu durumdan etkilenir .Bu nedenle, yukarıda belirtilen ilkenin bir miktar yumuşatılması gerekir .

Hidrantların yerleştirilmesine ilişkin ön çalışmalar genel ilkeler çerçevesinde yapıldığından, seçimin yerel koşullara uyarlanması oldukça duyarlı bir durum yaratır.

Hidrantların yerleştirilmesi oldukça uzun bir işlemdir. Bir hidrant yerinin değiştirilmesi, çok sayıda hidrantın yerinden oynatılmasını gerektireceğinden, en iyi çözüm yolunu bulmak oldukça güçtür .Bu nedenle en iyi yaklaşım, deneyim yanılıya başvurup seçenekselsel çözüm yolu lan hazırlamaktır.

Bu projede kullanılan hidrantlar ve bağlantı şekilleri kesitlerle gösterilmiştir (Şekil3.5).

3.2.8.2. Şebekenin Tertiplenmesi

Hidrant yerleri seçilip yerleşim plan hazırlandıktan sonra, hidrantlar en ekonomik çözümü sağlayacak biçimde birbirlerine bağlanmaya çalışılır. Toplu sistemler en ucuz tertibi sağlamaları nedeniyle, genellikle dallı şebekeler biçiminde düzenlenirler .Bunun için, şebeke önce kuramsal yönden tasarlanır .Daha sonra da, düzeltmelerle gerçek çözüme gidilir (Korukçu ve Yıldırım, 1981).

3.2.8.3. Debilerin Hesaplanması

Almaçların debisi, hizmet edecekleri alanlar ve şebekenin tertiplenmesinden sonra; şebekenin farklı bölümlerinde akacak debiler hesaplanır .

Bir sulama şebekesinde “n” sayıda almaç bulunduğu ve açık tutulduklarında her bir almaçın “d” kadar su verdiği varsayılınsın. Çiftçinin tarlasını sulayabilmesi için, almaç 24 saatten daha kısa bir süre kullanması yeterli olacaktır .Böyle bir

durumda, şebeke üzerinde yer alan tüm almaçların aynı anda birden açık olma olasılığı azdır. Böylece, şebeke başında istenilen su miktarı bütün almaçların toplam debisine eşit olan “ $n \times d$ ” kadar olmayıp daha küçük olacaktır .

Bunun sonucunda ortaya çıkan sorun, basma hattındaki boru çaplarını belirlemeye yönelik en yüksek debinin hesaplanmasıdır. Bu sorunun çözümlenmesinde Clement (1955)' in geliştirdiği yöntem kullanılmaktadır. Yöntem, nöbetleşe su dağıtımından isteme geçişi öngörmektedir (Korukçu ve Yıldırım, 1981).

Clement formülü:

$$k = n \times p \times \left(1 + U \times \sqrt{\frac{1}{n \times p} - \frac{1}{n}} \right) \quad (3.2.1)$$

Burada :

k : Aynı anda çalışan muhtemel hidrant sayısı

n : Toplam hidrant sayısı

p : Bir sulama gününde hidrantların açık kalma süresi / bir sulama gününün süresi

U : Gans ihtimal eğrisinde normal bir işletmede % 95 çalışma ihtimaline tekabül eden sayı ($U = 1.645$) .

Aynı anda çalışan muhtemel hidrant sayısı Clement formülü ile hesaplandıktan sonra, boru kapasitesi aşağıdaki formülle hesaplanabilir (Kızılkaya, 1983).

$$Q = k \times d \quad (3.2.2)$$

Burada :

Q : boru kapasitesi (lt/s)

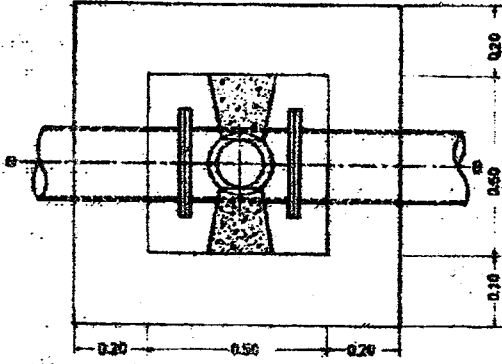
d : bir hidrantın debisi (lt/s)

3.2.8.4. Clement Eşitliğinin Kullanım Koşulları

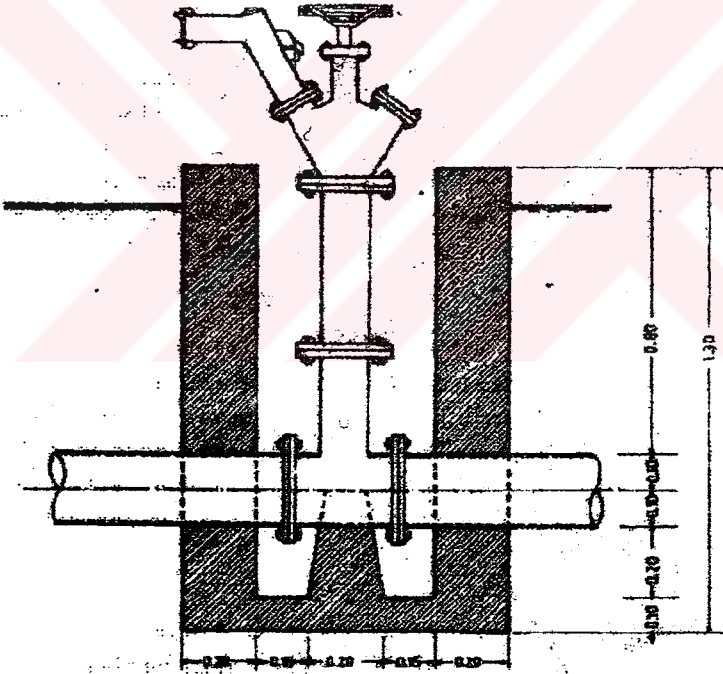
Korukçu ve Yıldırım (1981), Yağmurlama şebekelerinin pek çoğunda almaçlar, debileri, hizmet ettikleri parsel genişlikleri ve günlük kullanım süreleri yönünden büyük farklılıklar gösterir. Bunun için Clement eşitliği şebekedeki toplam n almancın tümüne birden uygulanmamalı, n_1, n_2, n_3, \dots gibi kümelendirilecek alt bölümlere ayrı ayrı uygulanmalıdır. Projenin boyutlandırılmasında kullanılacak debi, alt kümeler için hesapla bulunan debilerin toplamına eşittir .Ancak, alt kümelerin aşın derecede artırılması, projelirmede özen gösterilmesi gereken bir konudur.

Sonuç olarak, yukarıdaki açıklamaların ışığı altında her boruda akacak debiler ile toplam şebeke debisi ayrı ayrı hesaplanmıştır (Çizelge 3.3).

HIDRANT TİP ROGARİ
ÜST GÖRÜNÜŞÜ



B - B KESİTİ



Şekil 3.5. Priz tipi hidrantların bağlantı şekilleri ve kesiti.

Çizelge 3.4. Hidrant sayılan ve Clement formülüne göre debi hesabı

Boru Hatları	P (16/24)	U (%95)	N	k	d (lt/s)	Q (it/s)
Ana boru battı için	0.67	1.645	26	21	5.00	106.82
1. Yedek boru hattı için	0.67	1.645	71	54	5.00	270.44
2. Yedek boru battı için	0.67	1.645	107	80	5.00	398.46
Tüm Sistem için	0.67	1.645	204	148	5.00	738.64

4. BULGULAR

Yüzüncü Yıl Üniversitesi kampus alanında önerilen ürün desenini sulamak için; hem alçak basınçlı borulu şebeke sistemine göre hem de yağmurlama sistemine göre iki tip proje yapılmıştır. Projenin 1/20000 ölçeğindeki haritasında (Şekil 4.1) ve ekte sunulan 1/5000 ölçekli haritada iki tip projenin de sulama güzergahı tayin edilmiştir .Burada kırmızı renkli borular alçak basınçlı borulu sistemin güzergahını ve mavi renkli borular ise yağmurlama sulama sisteminin güzergahını göstermektedir .

4.1. Alçak Basınçlı Borulu Sulama Sistemine Göre Yapılan Projelendirme Sonuçları

Önerilen ürün desenine (Şekil 3.2), göre sulanması gereken alanların (Çizelge 3.1), sulanması için hesaplanan sistem kapasitesini (Bölüm 3.2.1), taşıyacak boruların çizilen güzergah (Şekil 4.1) çizilmiştir. Buna göre sistemin hidrolik hesabına geçilmiştir.

4.1.1. Boruların Hidrolik Hesap Sonuçları

Önerilen ürün desenine (Şekil 3.2), göre sulanması gereken alanların (Çizelge 3.1), sulanması için hesaplanan sistem kapasitesini (Bölüm 3.2.1), taşıyacak boruların çizilen güzergahlara göre boyutlandırılması işlemi, boru hidrolik hesapları belirtilen yöntemlerle (Bölüm 3.2.9), hesaplanmıştır (Çizelge 4.1).

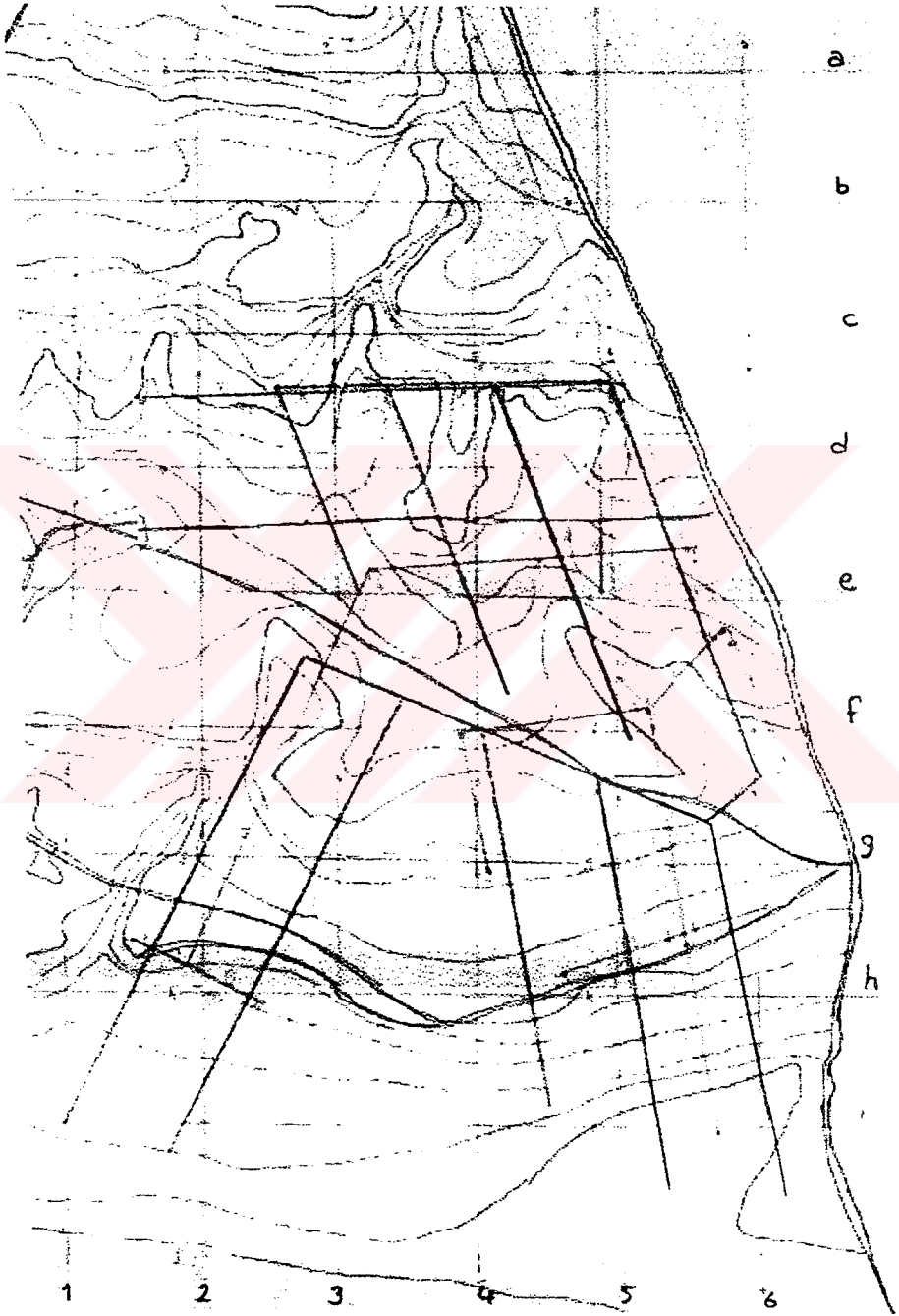
Hidrolik hesabı yapılan borulardan 1 nolu boruya ait profil çizilmiştir (Şekil 4.2).

4.1.2. Metraj Hazırlanması ve Yaklaşık Tesis Maliyetinin Hesap Sonuçları

Yapılan projenin yaklaşık maliyetini hesaplayabilmek için projede kullanılan sanat yapıları (te, dirsek, vana, priz ve maslak gibi), kazı, dolgu ve kullanılan boruların çapları ve uzunlukları tespit edilmiştir (Çizelge 4.2).

Tespit edilen malzemelerin 1999 yılı birim fiyatları, Anonim (1999), Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Etüd ve Proje Dairesi Başkanlığı tarafından yayınlanan 1999 Boru, Armatür ve Pompalar Birim Fiyat Cetveli'nden bulunarak bu malzemelerin miktarlarıyla çarpılarak tesislerin toplam maliyeti hesaplanmıştır (Çizelge 4.3).

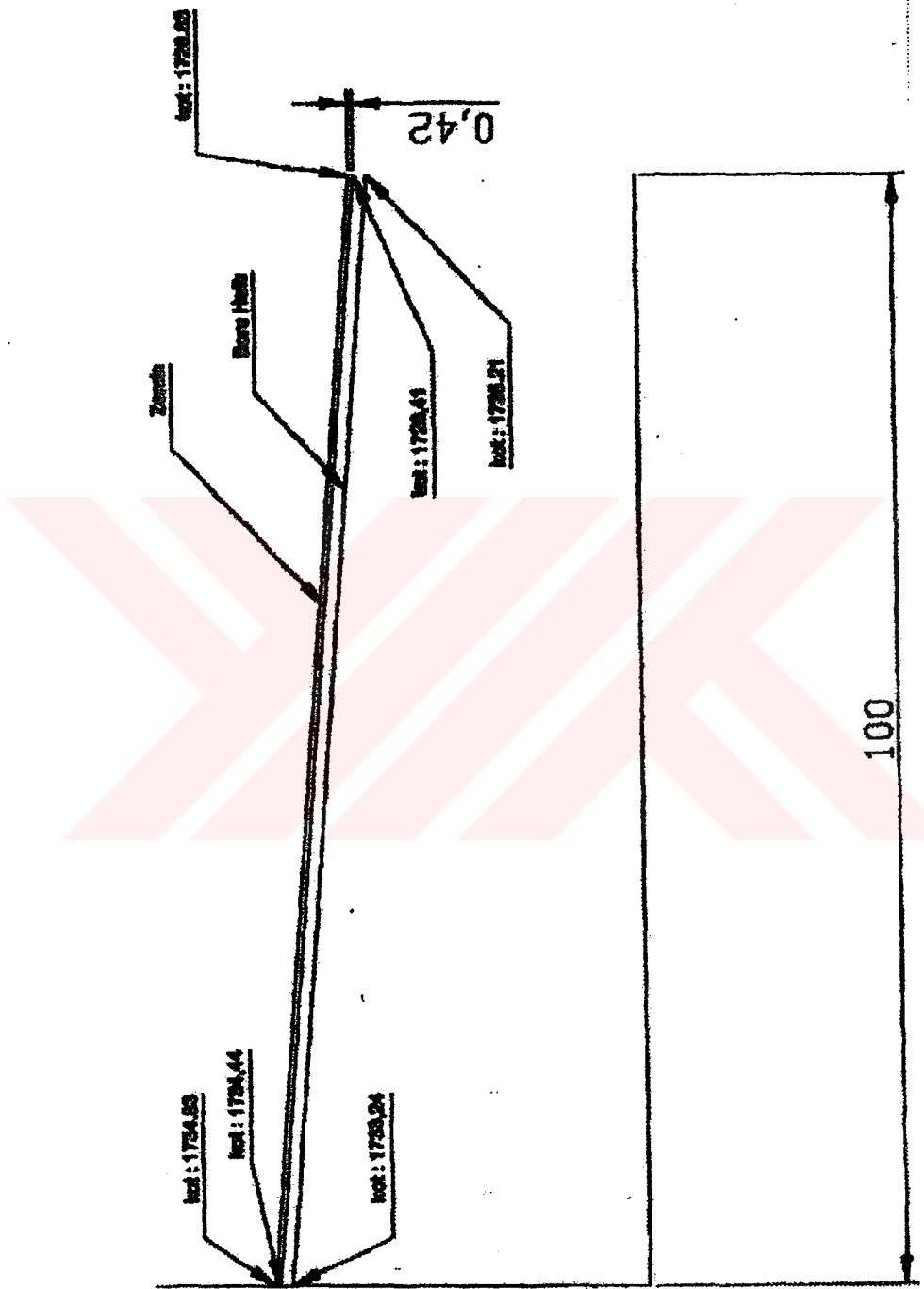
Burada kırmızı çizgiler alçak basınçlı sulama şebekesinin, mavi çizgiler yağmurlama sulama şebekesinin güzergahını göstermektedir. İzohips eğrileri 2 m arayla, kılavuz çizgileri de 350 m arayla çizilmiştir.



Şekil 4.1. Sulama şebekeleri güzergahları genel görünüş (Ölçek: 1/20000)

Çizelge 4.1. Alçak basınçlı borulu sisteme göre boru hidrolik hesabı

Boru Kısmı (Kısalt No)	Q (l/sn)	N (mm)	Çap (H/L)	J V (m)	m/s	H (m)	L Çıkış	Giriş Kaybı	Sürtünme sıvık	2.Maslakta Yük kaybı	Toplam manşap	1.maslakta memba	2.Maslakta perde	2.Maslakta üst kotu	1.5 V ² /2g	
															Kayıbı	J.L
1	338.4	0.013	500	0.008	1.07	99	1000	0.088	7.942	0.32	8.353	-	1726.417	1734.446		
2	338.4	0.013	500	0.008	1.07	44	1800	0.088	14.295	0.32	14.707	1749.153	1719.740	1719.416		
3	263.2	0.013	500	0.005	0.71	4.5	400	0.038	1.922	0.27	2.234	1721.649	1717.182	1716.909		
4	150.4	0.013	400	0.005	0.50	5	250	0.019	1.285	0.19	1.493	1718.402	1715.416	1715.227		
5	18.8	0.013	150	0.015	0.21	5.5	250	0.003	3.707	0.05	3.758	1718.985	1711.469	1711.422		
6	112.8	0.013	400	0.003	0.31	5.2	250	0.007	0.723	0.16	0.886	1712.308	1710.536	1710.381		
7	37.6	0.013	250	0.004	0.17	4.3	400	0.002	1.567	0.07	1.644	1712.024	1708.737	1708.662		
8	18.8	0.013	150	0.015	0.21	6.2	300	0.003	4.448	0.05	4.499	1713.161	1704.163	1704.116		
9	56.4	0.013	250	0.009	0.34	6.3	500	0.009	4.406	0.10	4.513	1708.629	1699.603	1699.505		
10	18.8	0.013	150	0.015	0.21	0.3	275	0.003	4.078	0.05	4.128	1703.633	1695.376	1695.329		
11	18.8	0.013	150	0.015	0.21	0.2	200	0.003	2.966	0.05	3.016	1698.346	1692.313	1692.266		
12	18.8	0.013	150	0.015	0.21	12	450	0.003	6.673	0.05	6.723	1698.989	1685.543	1685.496		
13	94	0.013	400	0.002	0.23	2	350	0.004	0.703	0.14	0.845	1686.340	1684.651	1684.513		
14	75.2	0.013	350	0.003	0.23	0.5	350	0.004	0.915	0.12	1.038	1685.551	1683.475	1683.386		
15	56.4	0.013	250	0.009	0.34	3.2	200	0.009	1.762	0.10	1.869	1685.226	1681.487	1681.389		
16	37.6	0.013	250	0.004	0.17	13	800	0.002	3.133	0.07	3.210	1684.599	1678.178	1678.104		
17	18.8	0.013	150	0.015	0.21	1.5	150	0.003	2.224	0.05	2.275	1680.378	1675.829	1675.782		
18	18.8	0.013	150	0.015	0.21	1	150	0.003	2.224	0.05	2.275	1678.057	1673.507	1673.460		
19	56.4	0.013	300	0.003	0.21	0.5	350	0.003	1.169	0.10	1.271	1674.730	1672.189	1672.091		
20	37.6	0.013	250	0.004	0.17	1.8	350	0.002	1.371	0.07	1.448	1673.539	1670.643	1670.568		
21	18.8	0.013	150	0.015	0.21	3.2	350	0.003	5.190	0.05	5.240	1675.809	1665.328	1665.281		



Şekil 4.2. 1 nolu boruya ait profil çizimi ($j = 0.008$).

Çizelge 4.2. Alçak basınçlı borulu sulama sistemine göre yapılan proje metraji.

Sıra No	Açıklama	Boyutlar (m)			Miktar	Birim
		en	yüks.	boy		
Kazi Yapılması						
1	Ø500 mm. çapındaki beton borular için	0.90	1.70	3200	4896	m ³
2	Ø400 mm. çapındaki beton borular için	0.80	1.60	850	1088	m ³
3	Ø350 mm. çapındaki beton borular için	0.75	1.55	350	407	m ³
4	Ø300 mm. çapındaki beton borular için	0.60	1.45	350	305	m ³
5	Ø250 mm. çapındaki beton borular için	0.65	1.45	2250	2121	m ³
6	Ø150 mm. çapındaki beton borular için	0.60	1.35	2125	1721	m ³
Toplam Kazı Miktarı (m ³) =					10537	m ³
Not : Yapılacak kazının %60'ı yumuşak ve sert toprak, %40'ı yumuşak küs. Topraktır.						
7	Ø500 mm. çapındaki beton boru	-	-	3200	3200	m
8	Ø400 mm. çapındaki beton boru	-	-	850	850	m
9	Ø350 mm. çapındaki beton boru	-	-	350	350	m
10	Ø300 mm. çapındaki beton boru	-	-	350	350	m
11	Ø250 mm. çapındaki beton boru	-	-	2250	2250	m
12	Ø150 mm. çapındaki beton boru	-	-	2125	2125	m
Toplam Boru Uzunluğu (m) =					9125	m
Volanlı Vanalar						
13	Ø150 mm. Kırdöküm Özel Parçaları				13	Adet
14	Alfalfa Vanası Ø150 mm.				18	Adet
15	Te ve dirsekler Ø350 mm. ye kadar Kg. olarak miktarı = (18+9) adet x 30 kg = 630 kg.				9	Adet
16	Te ve dirsekler Ø350 mm. den büyük Kg. olarak miktarı = 3 adet x 50 kg = 150 kg.				3	Adet

Çizelge 4.3. Alçak basınçlı borulu sulama şebekesi projesinin tesis maliyet hesabı.

Sıra No:	Poz No:	Yapılan İşin Türü	Miktar	Birim	Birim Fiyat	Tutarı (TL)
1	14.012/ILKH	El ile yumuşak toprak kazılması	6,322,20	m ³	1,130,938	7,150,016,224
2	14.013/ILKH	El ile yum. Küs. toprak kazılması	4.214,80	m ³	1,764,263	7,436,015,692
3	14.012/ILKH	El ile toprak dolgu yapılması	10.537,00	m ³	616,875	6,500,011,875
	36.083/KH	7,5 atm. işletme basıncına dayanır asbestli çimento boruların döşenmesi (taşınma ve baş bağlanması bedelleri hariç)				
4	36.083/KH-6	anma çapı = 150 mm	2.125,00	mt	3,063,251	6,509,408,375
5	36.083/KH-10	anma çapı=250 mm	2.250,00	mt	7,167,919	16,127,817,750
6	36.083/KH-11	anma çapı=300 mm	350,00	mt	9,464,813	3,312,684,550
7	36.083/KH-12	anma çapı = 350 mm	350,00	mt	11,357,241	3,975,034,350
8	36.083/KH-13	anma çapı = 400 mm	850,00	mt	15,127,309	12,858,212,650
9	36.083/KH-15	anma çapı = 500 mm	3.200,00	mt	18,653,531	59,691,299,200
	36.022	asbestli çimento boru başlarının bağlanması				
10	36.022/6	anma çapı = 150 mm	2.125,00	mt	259,216	550,834,000
11	36.022/10	anma çapı = 250 mm	2.250,00	mt	348,210	783,472,500
12	36.022/11	anma çapı = 300 mm	350,00	mt	435,263	152,342,050
13	36.022/12	anma çapı = 350 mm	350,00	mt	623,876	218,356,600
14	36.022/13	anma çapı = 400 mm	850,00	mt	725,438	616,622,300
15	36.022/15	anma çapı=500 mm	3.200,00	mt	1,015,613	3,249,961,600
	36.131 10	atlı ye kadar (10 atlı dahil) işletme basıncına dayanır kıröküm volanlı vanaların yerine konması				
16	36.131/7	anma çapı = 150 mm	13,00	adet	42,293,555	549,816,215
	36.103	her nevi kıröküm özel parçalarının döşenmesi işçiliği				
17	36.103/1	350 mm ve daha küçük çapta	630,00	kg	23,556	14,840,280
18	36.103/2	350 mm den daha büyük çapta	150,00		16,302	2,445,300
	36.134	10 atlı ye kadar (10 atlı dahil) işletme basıncına dayanır kıröküm busakleli vanaların yerine konması				
19	36.103/7	anma çapı = 150 mm	18,00	kg	48,884,805	879,926,490
					Toplam maliyet =	130,579,118,001
					Nakliyecileri toplam maliyetin % 10'u kadar hesaplırsak =	13,057,911,800
					Genel Toplam =	143,637,029,801

4.2. Yağmurlama Sulama Sistemine Göre Yapılan Proje Sonuçları

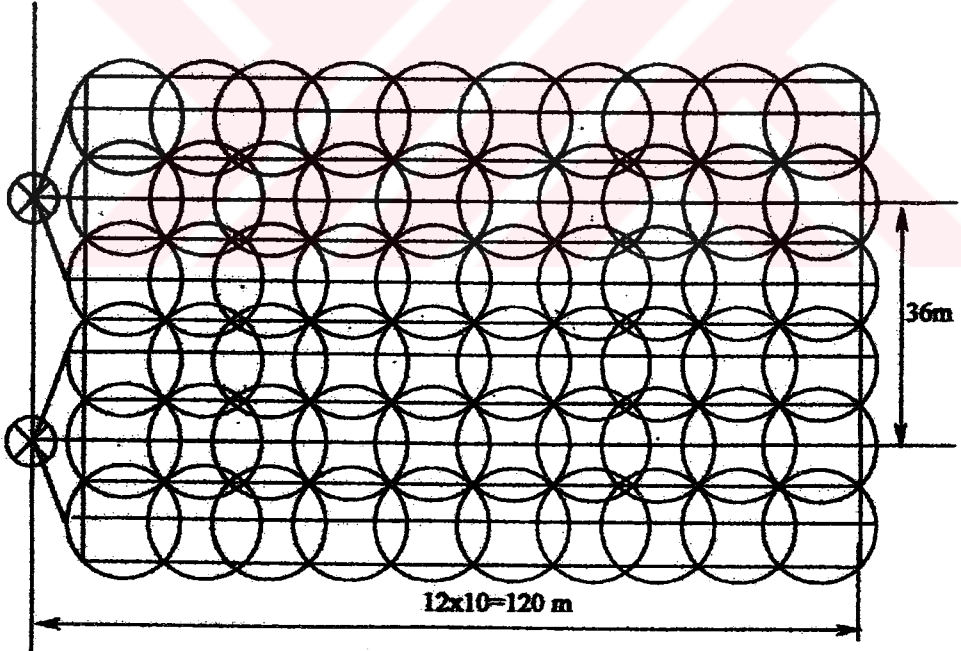
4.1.2. Yağmurlama Başlığı ve Hidrantlar

Yağmurlama sulama şebekesinin planlanmasında önce uygun olan yağmurlama başlıkları seçilmiştir (Çizelge 4.4). Bu konuda daha önce yapılan araştırmalardan ve önerilerden faydalanılmıştır (Kaptanoğlu, 1996) .

Çizelge 4.4. Alternatif üç adet yağmurlama başlığı teknik özellikleri

Başlık No	Meme çapı (mm)	İşletme basıncı h_0 (m)	Başlık debisi % (m^3/h)	Tertip Aralığı (m)	Yağmurlama Hızı (mm/h)
1	4	20	0.87	12x12	6
2	5	25	1.34	18x12	6.2
3	7	30	2.55	18x18	7.9

Seçilen yağmurlama başlığına göre sulama deseni oluşturulmuştur (Şekil 4.3). Bu desene göre hidrant aralıkları 36 m olarak hesaplanmıştır.



Şekil 4.3. 12x12 sulama kapasiteli yağmurlama başlığına göre her hidrantın sulama deseni ve hidrant aralıkları.

Borular üzerindeki hidrant sayıları ve boruların debileri bir çizelge altında toplanıp hesaplanmıştır (Çizelge 4.5).

4.2.2. Boruların Hidrolik Hesapları

Alçak basınçlı borulu sulama şebekesi projesinde kullanılan, önerilen ürün desenine (Şekil 3.2), göre sulanması gereken alanların (Çizelge 3.1), sulanması için hesaplanan sistem kapasitesini (Bölüm 3.2.1), taşıyacak boruların çizilen güzergahlara göre boyutlandırılması işlemi, boru hidrolik hesapları belirtilen yöntemlerle (Bölüm 3.2.10), hesaplanmıştır (Çizelge 4.6).

Çizelge 4.5. Hidrant sayıları ve debileri

Boru No	Boy (m)	Hidrant Sayısı	Q (lt/s)
Ana Boru hattı üzerinde			
1	950	26	131.94
1. Yedek boru hattı üzerinde			
1	300	8	41.67
2	600	17	83.33
3	750	21	104.17
4	900	25	125.00
2. Yedek boru hattı üzerinde			
1	600	17	83.33
2	700	19	97.22
3	900	25	125.00
4	850	24	118.06
5	800	22	111.11
Toplam		204	1020.83

4.2.3. Metraj Hazırlanması ve Yaklaşık Tesis Maliyetinin Hesap Sonuçları

Yapılan projenin yaklaşık maliyetini hesaplayabilmek için projede kullanılan sanat yapıları (te, dirsek, vana, priz ve maslak gibi), kazı, dolgu ve kullanılan boruların çapları ve uzunlukları tespit edilmiştir (Çizelge 4. 7).

Tespit edilen malzemelerin 1999 yılı birim fiyatları, Anonim (1999), Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Etüd ve Proje Dairesi Başkanlığı tarafından yayınlanan 1999 Boru, Armatür ve Pompalar Birim Fiyat Cetveli'nden bulunarak bu malzemelerin miktarlarıyla çarpılarak tesislerin toplam maliyeti hesaplanmıştır (Çizelge 4.8).

Çizelge 4.6. Yağmurlama sisteminde boru hidrolik hesapları

Boru Kısım (kesit No)	Q (lt/s)	çap (mm)	J	V (m/s)	L (m)	Giriş Çıkış Kaybı	İşletme Basıncı j.L.
						1.5 (m) $V^2/2g$	
1. Yedek boru üzerindeki tersiyer borular							
1	41.67	75	0.83	3.63	300	1.005	249.630
2	83.33	110	0.47	4.30	600	1.416	279.158
3	104.17	125	0.38	4.50	750	1.547	283.128
4	125.00	140	0.30	4.56	900	1.592	274.254
2. Yedek boru üzerindeki tersiyer borular							
1	83.33	110	0.47	4.30	1000	1.416	465.264
2	97.22	110	0.62	5.50	1100	2.313	680.703
3	125.00	140	0.30	4.56	900	1.592	274.254
4	118.60	125	0.48	5.53	850	2.338	407.918
5	111.11	125	0.43	4.98	800	1.900	340.275
Ana boru hattı							
1.yedek	270.44	160	0.66	11.26	750	9.702	497.576
2.yedek	398.46	225	0.26	9.11	1050	6.342	271.625
1 no boru	738.64	315	0.16	10.73	1000	8.801	157.646
2 no boru	738.64	315	0.16	10.73	1800	8.801	283.763
3 no boru	505.28	250	0.24	10.29	1100	8.090	264.462
Lateral Borular							
2x204=408 ad. L=10x12=120 m. 10x0.24=2.4 lt/s. Den :							
1	2.4	32	0.27	0.31	120	0.007	32.054

Çizelge 4. 7. Yağmurlama sulama sistemine göre yapılan proje metrajı

Sıra No	Açıklama	Boyutlar (m)			Miktar	Birim
		en	yüks.	boy		
Kazi Yapılması						
1	Ø315 mm çapındaki PVC borular için	0.72	1.70	2800	3427	m ³
3	Ø250 mm çapındaki PVC borular için	0.65	1.45	1100	1037	m ³
4	Ø225 mm çapındaki PVC borular için	0.63	1.43	1050	946	m ³
5	Ø200 mm ve daha küçük çap. PVC borular için	0.60	1.40	7950	6678	m ³
Toplam Kazı Miktarı (m ³) =					12088	m ³
Not: Yapılacak kazının %60'ı yumuşak ve sert toprak. %40'ı yumuşak küs. Topraktır.						
7	Ø315 mm çapındaki PVC borular için	-	-	2800	2800	m
8	Ø250 mm çapındaki PVC borular için	-	-	1100	1100	m
9	Ø225 mm çapındaki PVC borular için	-	-	1050	1050	m
10	Ø160 mm çapındaki PVC borular için	-	-	750	750	m
11	Ø140 mm çapındaki PVC borular için	-	-	1800	1800	m
12	Ø125 mm çapındaki PVC borular için	-	-	2400	2400	m
13	Ø110 mm çapındaki PVC borular için	-	-	2700	2700	m
14	Ø75 mm çapındaki PVC borular için	-	-	300	300	m
15	Ø32 mm çapındaki PVC borular için	-	-	48960	48960	m
Toplam Boru Uzunluğu (m) =					61860	m
Volanlı Vanalar						
15	Ø315 mm çapındaki PVC borular için	-	-	-	1	adet
16	Ø250 mm çapındaki PVC borular için	-	-	-	1	adet
17	Ø225 mm çapındaki PVC borular için	-	-	-	1	adet
18	Ø160 mm çapındaki PVC borular için	-	-	-	1	adet
19	Ø140 mm çapındaki PVC borular için	-	-	-	2	adet
20	Ø125 mm çapındaki PVC borular için	-	-	-	3	adet
21	Ø110 mm çapındaki PVC borular için	-	-	-	3	adet
22	Ø75 mm çapındaki PVC borular için	-	-	-	1	adet
23	Ø32 mm çapındaki PVC borular için	-	-	-	408	adet
Yağmurlama başlığı (sprinkler)		204	2	10	4080	adet
Hidrantlar					204	adet
Kırdöküm Özel Parçaları						
15	Te ve dirsekler Ø350 mm ye kadar				15	Adet
Kg. olarak miktarı = (18+9) adet x 30 kg = 630 kg						

Çizelge 4.8. Yağmurlama sulama şebekesi projesinin tesis maliyeti hesabı.

Sıra No	Poz No:	Yapılan İşin Türü	Miktar	Birim	Birim Fiyat	Tutar
1	14.012/ILKH	El ile yum. sert toprak kazılması	7252.80	m3	1,130,938	8,202,467,126
2	14.013/ILKH	El ile yum. Küs. toprak kazılması	4835.20	m3	1,764,263	8,530,564,458
3	14.012/ILKH	El ile toprak dolgu yapılması	12088.00	m3	616,875	7,456,785,000
	36.094/KH	10 atm. işletme basıncına dayanır geçme muflı plastik (PVC) boruların döşenmesi (taşınma ve baş bağlaması bedelleri hariç)				
4	36.094/KH-1	anma çapı = 32 mm	48960.00	mt	175,123	8,574,022,080
5	36.094/KH-5	anma çapı = 75 mm	300.00	mt	495,095	148,528,500
6	36.094/KH-7	anma çapı = 110 mm	2700.00	mt	999,241	2,697,950,700
7	36.094/KH-8	anma çapı = 125 mm	2400.00	mt	1,265,164	3,036,393,600
8	36.094/KH-9	anma çapı = 140 mm	1800.00	mt	1,558,305	2,804,949,000
9	36.094/KH-11	anma çapı = 160 mm	750.00	mt	1,991,701	1,493,775,750
10	36.094/KH-12	anma çapı = 225 mm	1050.00	mt	3,893,230	4,087,891,500
11	36.094/KH-13	anma çapı = 250 mm	1100.00	mt	4,764,909	5,241,399,900
12	36.094/KH-15	anma çapı = 315 mm	2800.00	mt	7,484,241	20,955,874,800
	36.026	Plastik (PVC) boruların her tiplerinin başlarının bağlanması				
4	36.026/O-KH-1	anma çapı = 32 mm	48960.00	mt	31,189	1,527,013,440
5	36.026/KH-4	anma çapı = 75 mm	300.00	mt	53,923	16,176,900
6	36.026/KH-6	anma çapı = 110 mm	2700.00	mt	88,999	240,297,300
7	36.026/KH-7	anma çapı = 125 mm	2400.00	mt	109,556	262,934,400
8	36.026/KH-8	anma çapı = 140 mm	1800.00	mt	125,036	325,204,200
9	36.026/KH-9	anma çapı = 160 mm	750.00	mt	180,669	186,653,250
10	36.026/KH-11	anma çapı = 225 mm	1050.00	mt	248,871	314,392,050
11	36.026/KH-12	anma çapı = 250 mm	1100.00	mt	299,421	384,969,200
12	36.026/KH-13	anma çapı = 315 mm	2800.00	mt	349,972	979,921,600
	36.131	10 atü ye kadar (10 atü dahil) işletme basıncına dayanır kırdöküm volanlı vanaların yerine konması				
13	36.131/7	anma çapı = 150 mm	15.00	adet	42,293,555	634,403,325
	36.103	her nevi kırdöküm özel parçalarının döşenmesi işçiliği				
14	36.103/1	350 mm ve daha küçük çapta	630.00	kg	23,556	14,840,280
	36.134	10 atü ye kadar (10 atü dahil) işletme basıncına dayanır kırdöküm busakleli vanaların yerine konması				
15	36.103/7	anma çapı = 150 mm	15.00	adet	48,884,805	733,272,075
16	08.KH/19.7	Yağmurlama otomatik vana haz.	204.00	adet	206,010	42,026,040
17	08.KH/19.9.1	tek memeli yağmurlama başlığı	4080.00		2,664,900	10,872,792,000
					Toplam maliyet =	78,850,680,434
					Nakliyecileri toplam maliyetin %10'u kadar hesaplırsak =	7,885,068,043
					Genel Toplam =	86,735,748,477

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

YYÜ kampus alan için önerilen ürün deseni için alanlar hesaplanmış ekim yüzdeleri bulunmuş ve sulama suyu modülü bulunarak çalışmamızın yapıldığı alan için toplam sulama suyu ihtiyacı belirlenmiştir. Bu ihtiyaca göre alternatif sulama şebekelerinden iki sistem üzerinde çalışılmıştır.

Alçak basınçlı borulu şebeke ve yağmurlama sulama şebekesi olmak üzere bu iki sulama sistemi yöntemleriyle ayrı ayrı iki tip planlama yapılmıştır.

Yapılan planlamalar sonucunda her iki tip sulama şebekesinin tesis maliyetleri (keşifleri) hesaplanmıştır. Sonuç olarak hesaplanan tesis maliyetlerinden de görüleceği gibi ekonomik olarak bu alan için yağmurlama sulama şebekesinin uygun olduğu görülmüştür . Ayrıca tesis yapılanmasında karşılaşılabilecek zorluklar ve alçak basınçlı sulama şebekelerinde döşenen daha büyük çapta beton boruların döşenmesi, ağır olmasından dolayı işçiliğin zor olması düşünülmüştür ve daha büyük çaplı borular olduğu için daha geniş kazılar yapılması zorunluluğu getireceği görülmüştür . Bunun yanı sıra yağmurlama sulama şebekelerinde plastik (PVC) borular kullandığından bunların hem hafif olması hem montajının kolay olması hem de boruların daha küçük çaplı borular olmasından dolayı daha az genişlikte ve derinlikte kazı yapılacağı göz önüne alındığında bu sistemin daha uygun olduğu görülmüştür ve önerilmiştir.

KAYNAKLAR

- Anonim 1999. *1999 Yılı Boru, Armatür ve Pompalar Birim Fiyat Cetveli*. Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Etüd Proje Dairesi Başkanlığı, Ankara. 169s.
- Çevik, B., Tekinel, O., 1990. *Sulama Şebekeleri ve işletme Yöntemleri*. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Kitapları, Yay. No: 81, Adana. 163s.
- Ertuğrul, H., Apan, M., 1979. *Sulama Sistemlerinin Projelenmesi*. Atatürk Üniversitesi Basımevi, Yay. No: 562, Erzurum. 180s.
- Kaptanoğlu, M., 1996. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Kampus Alanı İçin Uygun Sulama Sisteminin Belirlenmesi* (Yüksek Lisans Tezi, basılmamış). YYÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Van.
- Kızılkaya, T., 1983. *Sulama ve Drenaj*. DSİ Genel Müdürlüğü, Yay. No: 924, Ankara. 312s.
- Korukçu, A., Yıldırım, O., 1981. *Yağmurlama Sistemlerinin Projelenmesi*. Topraksu Kartografya Müdürlüğü, Ankara. 220s.
- Sungur, T., 1993. *Su Yapıları Sulama ve Drenaj Şebekeleri ve İlgili Sanat Yapıları*. DSİ Basımevi, Ankara. 170s.

ÖZGEÇMİŞ

29 Ekim 1971 tarihinde Van'ın Saray ilçesinde doğdu. İlköğrenimini Van'da tamamladıktan sonra, 1991 yılında girdiği Uludağ Üniversitesi Bahkesir Mühendislik Mimarlık Fakültesi'nden 1995 yılında Makine Mühendisi unvanıyla mezun oldu. Bir süre serbest mühendislik yaptı. 1997 yılı bahar döneminde Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Yapılar ve Sulama Ana Bilim Dalı'nda Yüksek Lisans öğrenimine başladı. Aynı yıl YYÜ Fen Bilimleri Enstitüsünde Araştırma Görevlisi olarak görev aldı ve bu görevi Ekim 1999 a kadar devam etti. Halen serbest mühendis olarak çalışmaktadır .

