

T.C.
ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
YÜKSEK LİSANS TEZİ

**ÇANAKKALE İLİNDEKİ BÜYÜK
ÖLÇEKLİ PEYZAJ ALANLARININ
SULAMA SİSTEMLERİNİN İNCELENMESİ**

Özlem GÖNÜL ALTAY

Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı

Tezin Sunulduğu Tarih: 28/08/2019

Tez Danışmanı:

Doç. Dr. Kürşad DEMİREL

ÇANAKKALE

Özlem GÖNÜL ALTAY tarafından Doç. Dr. Kürşad DEMİREL yönetiminde hazırlanan ve **28/08/2019** tarihinde aşağıdaki jüri karşısında sunulan “**Çanakkale İlindeki Büyük Ölçekli Peyzaj Alanlarının Sulama Sistemlerinin İncelenmesi**” başlıklı çalışma, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı**’nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak oybirliği ile kabul edilmiştir.

JÜRİ

Doç. Dr. Kürşad DEMİREL

.....

Başkan

Prof. Dr. Erhan AKKUZU

.....

Üye

Doç. Dr. Gökhan ÇAMOĞLU

.....

Üye

Prof. Dr. Levent GENÇ

Müdür

Fen Bilimleri Enstitüsü

Sıra No:.....

Bu çalışma Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimince Desteklenmiştir. Proje Numarası: FYL-2018-2786

İNTİHAL (AŞIRMA) BEYAN SAYFASI



Bu tezde görsel, işitsel ve yazılı biçimde sunulan tüm bilgi ve sonuçların akademik ve etik kurallara uyularak tarafımdan elde edildiğini, tez içinde yer alan ancak bu çalışmaya özgü olmayan tüm sonuç ve bilgileri tezde kaynak göstererek belirttiğimi beyan ederim.

Özlem GÖNÜL ALTAY

TEŞEKKÜR

Bu tezin gerçekleŐtirilmesinde, çalıŐmam boyunca benden bir an olsun yardımlarını esirgemeyen saygı değer danışman hocam Doç. Dr. KırŐad DEMİREL'e, çalışmaya envanter desteği veren Gorkem GÜRSES'e, çalışma süresince tüm zorlukları benimle göğüsleyen ve her zaman yanımda olan eŐim Haluk ALTAY'a, biricik kızım Ada ALTAY'a, annem Değer GÖNÜL'e, Bursa'daki ailem AyŐe ALTAY'a, Ömer ALTAY'a, Feridun ALTAY'a ve kardeŐlerim Rahmiye ALTAY'a ve Ozan Baran GÖNÜL'e hayatımın her evresinde bana destek oldukları için sonsuz teŐekkürlerimi sunarım.

Özlem GÖNÜL ALTAY
anakkale, Ağustos 2019

SİMGELER VE KISALTMALAR

%	Yüzde oranı
I_y	Yağmurlama hızı
I	Toprağın infiltrasyon hızı
q	Başlık debisi
Σq	Alandaki başlıkların toplam debisi
ϕ	Başlığın çalışma açısı değeri
A	Toplam alan
d_n	Her sulamada uygulanacak net sulama suyu miktarı
d_{nmax}	Her sulamada uygulanacak maksimum net sulama suyu miktarı
d_t	Her sulamada uygulanacak toplam sulama suyu miktarı
d_k	Toprağın kullanılabilir su tutma kapasitesi
D	Islatılacak toprak derinliği
R_y	Kullanılabilir su tutma kapasitesinin tüketilmesine izin verilen kısmı
SA	Sulama aralığı
SA_{max}	Maksimum sulama aralığı
ET_0	Referans bitki su tüketimi
ET_{max}	Maksimum bitki su tüketimi
E_a	Su uygulama randımanı
T_a	Sulama süresi
T_g	Günde yapılabilecek sulama süresi
T	Bitki su tüketimi
r	Sulama başlığı atış mesafesi
N_{max}	Maksimum işletme birim sayısı
N_{min}	Minimum işletme birim sayısı
Q	Su kaynağının debisi
H_m	Manometrik yükseklik
H	Ana boru hattında istenen basınç
H_a	İşletme birimi girişinde ana boru hattında istenilen basınç
H_L	Lateral giriş basıncı
h	İşletme biriminde izin verilen yük kaybı

h_o	Başlık işletme basıncı
h_{kb}	Kontrol birimindeki yük kayıpları
h_{se}	Kuyu statik emme yüksekliği
h_y	Emme hattındaki yük kayıpları
h_g	Kot farkı
h_v	Vana ve vana fittingslerindeki yük kaybı
h_{yL}	Bağlantı elemanlarındaki yersel kayıplar
h_f	Ana borudaki yük kaybı
h_L	Lateral boyunca izin verilen yük kaybı
h_{gL}	Lateral eğimi
h_{fL}	Lateral boyunca meydana gelen yük kayıpları
H_{mm}	Manifold giriş basıncı
h_{fm}	Manifold boyunca meydana gelen yük kayıpları
h_{gm}	Manifold boyunca eğimden kaynaklanan yükseklik farkı
q_d	Damlaticı debisi
P	Islatılan alan yüzdesi
P_s	Bitki tarafından gölgelenen alan yüzdesi
N	Birim alandaki damlaticı sayısı
n	Bir ağaca düşen damlaticı sayısı
n_d	Lateral üzerindeki damlaticı sayısı
S_d	Damlaticı aralığı
S_a	Sıra üzerindeki ağaç aralığı
S_s	Ağaç sıra aralığı
S_1	Lateral aralığı
S_2	Başlık aralığı
L	Lateral uzunluğu
D_L	Damlama lateral debisi

ÖZET

ÇANAKKALE İLİNDEKİ BÜYÜK ÖLÇEKLİ PEYZAJ ALANLARININ SULAMA SİSTEMLERİNİN İNCELENMESİ

Özlem GÖNÜL ALTAY

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Doç. Dr. Kürşad DEMİREL

28/08/2019, 135

Peyzaj alanlarında genellikle bitkilerin su ihtiyacı yeterli oranda karşılanmamakta ya da ihtiyacı olandan fazla sulama suyu uygulanmaktadır. Başka bir ifadeyle, alandaki bitkilere uygulanan su, bitkinin su ihtiyacı, toprak, su kaynağı ve iklim koşulları göz ardı edilerek verilmektedir. Aynı zamanda, suyun doğru kullanımının çok önemli olduğu günümüzde gereksiz su israfına da neden olmaktadır. Bu nedenle, su tasarrufunun öneminin giderek arttığı bu günlerde, suyun peyzaj alanlarında da doğru kullanılması kaçınılmazdır.

Bu çalışmada, Çanakkale İli'ndeki 12 adet büyük ölçekli peyzaj alanının sulama sistemleri incelenerek, var olan eksikliklerinin belirlenmesi ve sorunlara ilişkin çözüm önerileri amaçlanmıştır. Çalışma alanlarındaki durum ve eksiklikler belirlendikten sonra, peyzaj alanlarına uygun sulama sistemleri tasarlanmış ve maliyetlendirilmiştir.

Çalışma sonucunda, incelenen alanların neredeyse tümünde sulama sistemi bakımından eksikliklerle ve problemlerle karşılaşmıştır. Çanakkale İli'ndeki çoğu peyzaj alanında henüz otomatik sulama sistemleri kullanılmadığı, sulamaların yüzey sulama veya taşınabilir başlıklarla yapıldığı görülmüştür. Çalışmada elde edilen sonuçların, Çanakkale ili ve diğer şehirlerde planlanacak peyzaj alanları için birçok özel ve resmi kuruma örnek ve yardımcı olabilecek bir çalışma olacağı düşünülmektedir.

Anahtar sözcükler: Sulama Sistemi Tasarımı, Çanakkale, Peyzaj, Proje

ABSTRACT

INVESTIGATION OF IRRIGATION SYSTEMS OF LARGE SCALE LANDSCAPE AREAS IN ÇANAKKALE PROVINCE

Özlem GÖNÜL ALTAY

Çanakkale Onsekiz Mart University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Master of Science Thesis in Landscape Architecture

Advisor: Assoc. Prof. Dr. Kürşad DEMİREL

28/08/2019, 135

In landscaping areas, the water requirement of the plants is generally not met enough or more irrigation water is applied than it needs. In other words, the water applied to the plants in the area is given without considering the water requirement of the plant, soil, water source and climatic conditions. It also causes unnecessary waste of water nowadays, where proper use of water is very important. Therefore, in these days when the importance of water saving is increasing, it is inevitable to use water correctly in landscaping areas.

The aim of this study was to investigate the irrigation systems of 12 large-scale landscaping areas in Çanakkale province, to identify the existing deficiencies and to propose solutions to the problems. After determining the situation and deficiencies in the study areas, irrigation systems suitable for landscaping areas were designed and costed.

As a result of this study, deficiencies and problems in terms of irrigation system were encountered in almost all the investigated areas. It has been observed that most of the landscaping areas in Çanakkale have not yet been equipped with automatic irrigation systems and that irrigation is carried out with surface irrigation or portable sprinkler heads. It is thought that the results obtained in this study will be an example and help to many private and public institutions for landscape areas to be planned in Çanakkale province and other cities.

Keywords: Irrigation System Design, Çanakkale, Landscape, Project

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

TEZ SINAVI SONUÇ FORMU	ii
İNTİHAL (AŞIRMA) BEYAN SAYFASI.....	iii
TEŞEKKÜR.....	iv
SİMGELER VE KISALTMALAR	v
ÖZET	vii
ABSTRACT.....	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ	xv
ÇİZELGELER DİZİNİ	xviii
BÖLÜM 1	
GİRİŞ	1
BÖLÜM 2	
ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	3
2.1. Yağmurlama Sulama Yöntemi	3
2.1.1. Yağmurlama Başlıkları.....	4
2.1.2. Yağmurlama Sulama Başlıklarının Sınıflandırılması.....	5
2.1.2.1. Sprey (Püskürtücü) Pop-up Sistemler	5
2.1.2.2. Rotor (Döner) Pop-up Sistemler.....	6
2.2. Damla Sulama Yöntemi	8
2.3. Literatür Özeti	10
BÖLÜM 3	
MATERYAL VE YÖNTEM.....	12
3.1. Uygulama Alanı	12
3.2. Sulama Sisteminin Projelendirilmesi	15
3.2.1. Yağmurlama Sulama Sisteminin Projelendirilmesi.....	15
3.2.1.1. Yağmurlama Başlığının Seçimi ve Yerleştirilmesi	15
3.2.1.2. Toprağın Kullanılabilir Su Tutma Kapasitesinin Tayini	16
3.2.1.3. Uygulanacak Maksimum Net Sulama Suyu Miktarı	17
3.2.1.4. Sulama Aralığının Belirlenmesi.....	18
3.2.1.5. Uygulanacak Net Sulama Suyu Miktarı	18
3.2.1.6. Toplam Sulama Suyu İhtiyacının Belirlenmesi	19
3.2.1.7. Sulama Süresinin Belirlenmesi	19

3.2.1.8. İşletme Birim Sayısının Belirlenmesi	20
3.2.1.9. İşletme Birimlerinde İzin Verilen Yük Kayıpları	20
3.2.1.10. Lateral Boyunca İzin Verilen Yük Kayıpları.....	21
3.2.1.11. Lateral Boru Çapının Belirlenmesi	21
3.2.1.12. Lateral Giriş Basıncının Hesaplanması.....	21
3.2.1.13. Ana Boru Çapının Belirlenmesi ve Yük Kayıplarının Hesaplanması	22
3.2.1.14. Selenoid Vana Seçimi	22
3.2.1.16. Kontrol Ünitesi Seçimi	23
3.2.1.17. Pompa Özelliklerinin Saptanması.....	23
3.2.2. Damla Sulama Sisteminin Projelendirilmesi.....	23
3.2.2.1. Damlatıcı Aralığının Bulunması	24
3.2.2.2. Islatılan Alan Yüzdesinin Bulunması	24
3.2.2.3. Uygulanacak Maksimum Net Sulama Suyu Miktarı	25
3.2.2.4. Bitki Su Tüketimi	25
3.2.2.5. Maksimum Sulama Aralığı.....	26
3.2.2.6. Uygulanacak Net Sulama Suyu Miktarı	26
3.2.2.7. Uygulanacak Toplam Sulama Suyu Miktarı.....	26
3.2.2.8. Birim Alandaki Damlatıcı Sayısı	27
3.2.2.9. Sulama Süresi	27
3.2.2.10. Lateral Üzerindeki Damlatıcı Sayısı.....	27
3.2.2.11. Lateral Debisi.....	28
3.2.2.12. İşletme Biriminde İzin Verilen Yük Kayıpları	28
3.2.2.13. Lateral Boyunca İzin Verilen Yük Kayıpları.....	28
3.2.2.14. Lateral ve Manifold Boru Çapı.....	28
3.2.2.15. Lateral ve Manifold Giriş Basıncı	29
3.2.2.16. Ana Boru Seçimi.....	29
3.2.2.17. Selenoid Vana Seçimi.....	30
3.2.2.18. Filtre Seçimi.....	30
3.2.2.19. Kontrol Ünitesi Seçimi	30
3.2.2.20. Maliyet Hesaplaması.....	30

BÖLÜM 4

ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA	31
4.1. Hasret Parkı Sulama Sistem Tasarımı.....	31

4.1.1. Yağmurlama Sulama Sistemi Ön Projelene Faktörleri	33
4.1.2. Debi, Alan ve Sulama Süreleri	33
4.1.3. Lateral Boru Hesaplamaları.....	34
4.1.4. Ana Boru Hesaplamaları	35
4.1.5. Selenoid Vana Hesaplamaları.....	35
4.1.6. Filtre Seçimi	36
4.1.7. Kontrol Ünitesi Seçimi	36
4.1.8. Sistem Kapasitesi Hesaplamaları	36
4.1.9. Maliyet.....	38
4.2. Kesik Parkı Sulama Sistem Tasarımı	38
4.2.1. Yağmurlama Sulama Sistemi Ön Projelene Faktörleri	40
4.2.2. Debi, Alan ve Sulama Süreleri	40
4.2.3. Lateral Boru Hesaplamaları.....	41
4.2.4. Ana Boru Hesaplamaları	42
4.2.5. Selenoid Vana Hesaplamaları.....	42
4.2.6. Filtre Seçimi	42
4.2.7. Kontrol Ünitesi Seçimi	42
4.2.8. Sistem Kapasitesi Hesaplamaları	42
4.2.9. Maliyet.....	45
4.3. Muammer Aksoy Parkı Sulama Sistem Tasarımı	45
4.3.1. Yağmurlama Sulama Sistemi Ön Projelene Faktörleri	48
4.3.2. Debi, Alan ve Sulama Süreleri	48
4.3.3. Lateral Boru Hesaplamaları.....	49
4.3.4. Ana Boru Hesaplamaları	50
4.3.5. Selenoid Vana Hesaplamaları.....	51
4.3.6. Filtre Seçimi	51
4.3.7. Kontrol Ünitesi Seçimi	51
4.3.8. Sistem Kapasitesi Hesaplamaları	51
4.3.9. Maliyet.....	53
4.4. Esen Parkı Sulama Sistem Tasarımı	54
4.4.1. Yağmurlama Sulama Ön Projelene Faktörleri	56
4.4.2. Debi, Alan ve Sulama Süreleri	57
4.4.3. Lateral Boru Hesaplamaları.....	57

4.4.4. Ana Boru Hesaplamaları	58
4.4.5. Selenoid Vana Hesaplamaları.....	58
4.4.6. Filtre Seçimi	59
4.4.7. Kontrol Ünitesi Seçimi	59
4.4.8. Sistem Kapasitesi Hesaplamaları	59
4.4.9. Damla Sulama Sistemi Tasarımı	61
4.4.10. Maliyet.....	61
4.5. Adnan Menderes Parkı Sulama Sistem Tasarımı.....	61
4.5.1. Yağmurlama Sulama Ön Projelendirme Faktörleri	64
4.5.2. Debi, Alan ve Sulama Süreleri	64
4.5.3. Lateral Boru Hesaplamaları.....	65
4.5.4. Ana Boru Hesaplamaları	66
4.5.5. Selenoid Vana Hesaplamaları.....	67
4.5.6. Filtre Seçimi	68
4.5.7. Kontrol Ünitesi Seçimi	68
4.5.8. Sistem Kapasitesi Hesaplamaları	68
4.5.9. Maliyet.....	71
4.6. İmece Parkı Sulama Sistem Tasarımı	71
4.6.1. Yağmurlama Sulama Ön Projelendirme Faktörleri	72
4.6.2. Debi, Alan ve Sulama Süreleri	73
4.6.3. Lateral Boru Hesaplamaları.....	75
4.6.4. Ana Boru Hesaplamaları	76
4.6.5. Selenoid Vana Hesaplamaları.....	76
4.6.6. Filtre Seçimi	76
4.6.7. Kontrol Ünitesi Seçimi	76
4.6.8. Sistem Kapasitesi Hesaplamaları	76
4.6.9. Maliyet.....	78
4.7. Barış Kedi Parkı Sulama Sistem Tasarımı	78
4.7.1. Yağmurlama Sulama Ön Projelendirme Faktörleri	80
4.7.2. Debi, Alan ve Sulama Süreleri	81
4.7.3. Lateral Boru Hesaplamaları.....	82
4.7.4. Ana Boru Hesaplamaları	82
4.7.5. Selenoid Vana Hesaplamaları.....	83

4.7.6. Filtre Seçimi	83
4.7.7. Kontrol Ünitesi Seçimi	83
4.7.8. Sistem Kapasitesi Hesaplamaları	83
4.7.9. Maliyet.....	85
4.8. Bölge Trafik Parkı Sulama Sistem Tasarımı.....	85
4.8.1. Yağmurlama Sulama Ön Projelendirme Faktörleri	88
4.8.2. Debi, Alan ve Sulama Süreleri	88
4.8.3. Lateral Boru Hesaplamaları.....	90
4.8.4. Ana Boru Hesaplamaları	91
4.8.5. Selenoid Vana Hesaplamaları.....	91
4.8.6. Filtre Seçimi	92
4.8.7. Kontrol Ünitesi Seçimi	92
4.8.8. Sistem Kapasitesi Hesaplamaları	92
4.8.9. Damla Sulama Sistemi Tasarımı	92
4.8.10. Maliyet.....	95
4.9. Şehit Kıvanç Kaşıkçı Parkı Sulama Sistem Tasarımı	96
4.9.1. Yağmurlama Sulama Ön Projelendirme Faktörleri	97
4.9.2. Debi, Alan ve Sulama Süreleri	99
4.9.3. Lateral Boru Hesaplamaları.....	100
4.9.4. Ana Boru Hesaplamaları	101
4.9.5. Selenoid Vana Hesaplamaları.....	101
4.9.6. Filtre Seçimi	101
4.9.7. Kontrol Ünitesi Seçimi	102
4.9.8. Sistem Kapasitesi Hesaplamaları	102
4.9.9. Maliyet.....	104
4.10. Şehit Emre Bağcı Parkı Sulama Sistem Tasarımı	104
4.10.1. Yağmurlama Sulama Ön Projelendirme Faktörleri	105
4.10.2. Debi, Alan ve Sulama Süreleri	105
4.10.3. Lateral Boru Hesaplamaları.....	107
4.10.4. Ana Boru Hesaplamaları	108
4.10.5. Selenoid Vana Hesaplamaları.....	108
4.10.6. Filtre Seçimi	108
4.10.7. Kontrol Ünitesi Seçimi	108

4.10.8. Sistem Kapasitesi Hesaplamaları	109
4.10.9. Damla Sulama Sistemi Tasarımı	110
4.10.10. Maliyet.....	112
4.11. Başkan Fip Parkı Sulama Sistem Tasarımı	113
4.11.1. Yağmurlama Sulama Ön Projelene Faktörleri	114
4.11.2. Debi, Alan ve Sulama Süreleri	115
4.11.3. Lateral Boru Hesaplamaları.....	116
4.11.4. Ana Boru Hesaplamaları	117
4.11.5. Selenoid Vana Hesaplamaları.....	118
4.11.6. Filtre Seçimi	118
4.11.7. Kontrol Ünitesi Seçimi	118
4.11.8. Sistem Kapasitesi Hesaplamaları	118
4.11.9. Maliyet.....	120
4.12. Adnan Kahveci Parkları Sulama Sistem Tasarımı	121
4.12.1. Yağmurlama Sulama Ön Projelene Faktörleri	122
4.12.2. Debi, Alan ve Sulama Süreleri	123
4.12.3. Lateral Boru Hesaplamaları.....	124
4.12.4. Ana Boru Hesaplamaları	125
4.12.5. Selenoid Vana Hesaplamaları.....	125
4.12.6. Filtre Seçimi	126
4.12.7. Kontrol Ünitesi Seçimi	126
4.12.8. Sistem Kapasitesi Hesaplamaları	126
4.12.9. Maliyet.....	128
BÖLÜM 5	
SONUÇ VE ÖNERİLER.....	129
KAYNAKLAR	132
ÖZGEÇMİŞ	I

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 2.1. Pop-up yağmurlama başlığı.....	4
Şekil 2.2. Sprey pop-up yağmurlama başlığı.....	5
Şekil 2.3. Rotor pop-up yağmurlama başlığı.....	6
Şekil 2.4. Rotator yağmurlama başlığı.....	6
Şekil 2.5. Rotary yağmurlama başlığı.....	7
Şekil 2.6. Damla sulama yöntemi.....	8
Şekil 2.7. Toprak üstü damla sulama yöntemi.....	9
Şekil 2.8. Toprak altı damla sulama yöntemi.....	9
Şekil 3.1. Çalışma alanları.....	14
Şekil 3.2. Şehit Kıvanç Kaşıkçı Parkı'na ait örnek peyzaj projesi.....	14
Şekil 3.3. Toprak bünyesi analizi.....	16
Şekil 4.1. Hasret Parkı çim alanı.....	31
Şekil 4.2. Hasret Parkında kullanılan yağmurlama başlığı.....	32
Şekil 4.3. Hasret Parkı peyzaj projesi.....	32
Şekil 4.4. Hasret Parkında uygulanan sulama yöntemi.....	33
Şekil 4.5. Hasret Parkı rotor başlık ve selenoid vana bağlantı detayı.....	36
Şekil 4.6. Hasret Parkı sulama sistemi ve lejant.....	37
Şekil 4.7. Hasret Parkı sulama deseni.....	38
Şekil 4.8. Kesk Parkı peyzaj projesi.....	38
Şekil 4.9. Kesk Parkı görünümü.....	39
Şekil 4.10. Kesk Parkı yeşil alan görünümü.....	39
Şekil 4.11. Kesk Parkı rotor başlık ve selenoid vana bağlantı detayı.....	43
Şekil 4.12. Kesk Parkı yeşil alan görünümü.....	43
Şekil 4.13. Kesk Parkı sulama sistemi ve lejant.....	44
Şekil 4.14. Kesk Parkı sulama deseni.....	45
Şekil 4.15. Muammer Aksoy Parkı görünümü.....	45
Şekil 4.16. Muammer Aksoy Parkı peyzaj projesi.....	46
Şekil 4.17. Muammer Aksoy Parkı yüzey su birikimi.....	46
Şekil 4.18. Muammer Aksoy Parkı sulama yöntemi I.....	47
Şekil 4.19. Muammer Aksoy Parkı sulama yöntemi II.....	47
Şekil 4.20. Muammer Aksoy Parkı rotor başlık ve selenoid vana bağlantı detayı.....	52
Şekil 4.21. Muammer Aksoy Parkı sulama deseni.....	52
Şekil 4.22. Muammer Aksoy Parkı sulama sistemi ve lejant.....	53
Şekil 4.23. Esen Parkı peyzaj projesi.....	54
Şekil 4.24. Esen Parkı sulama yöntemi.....	55
Şekil 4.25. Esen Parkın mevcut sulama sistemi.....	55
Şekil 4.26. Esen Parkı sert zeminlerin ıslatılması.....	56
Şekil 4.27. Esen Parkı rotor başlık ve selenoid vana bağlantı detayı.....	59
Şekil 4.28. Esen Parkı sulama deseni.....	60
Şekil 4.29. Esen Parkı sulama sistemi ve lejant.....	60
Şekil 4.30. Adnan Menderes Parkı peyzaj projesi.....	62
Şekil 4.31. Adnan Menderes Parkı görünümü.....	63
Şekil 4.32. Adnan Menderes Parkı sulama yöntemi.....	63
Şekil 4.33. Adnan Menderes Parkı sulama hattı I.....	67
Şekil 4.34. Adnan Menderes Parkı sulama hattı II.....	67
Şekil 4.35. Adnan Menderes Parkı mevcut sulama yöntemi.....	68
Şekil 4.36. Adnan Menderes Parkı rotor başlık ve selenoid vana bağlantı detayı.....	69

Şekil 4.37. Adnan Menderes Parkı damla sulama hattı	69
Şekil 4.38. Adnan Menderes Parkı sulama sistemi ve lejant	70
Şekil 4.39. Adnan Menderes Parkı sulama deseni	71
Şekil 4.40. İmece Parkı peyzaj projesi	72
Şekil 4.41. İmece Parkı mevcut durum	73
Şekil 4.42. İmece Parkı yeşil alan görünümü	73
Şekil 4.43. İmece Parkı rotor başlık ve selenoid vana bağlantı detayı	77
Şekil 4.44. İmece Parkı sulama deseni	77
Şekil 4.45. İmece Parkı sulama sistemi ve lejant	78
Şekil 4.46. Barış Kedi Parkı peyzaj projesi	79
Şekil 4.47. Barış Kedi Parkı mevcut durum	80
Şekil 4.48. Barış Kedi Parkı mevcut yeşil alan	80
Şekil 4.49. Barış Kedi Parkı rotor başlık ve selenoid vana bağlantı detayı	84
Şekil 4.50. Barış Kedi Parkı sulama deseni	84
Şekil 4.51. Barış Kedi Parkı sulama sistemi ve lejant	85
Şekil 4.52. Bölge Trafik Parkı mevcut sulama yöntemi	86
Şekil 4.53. Bölge Trafik Parkı mevcut durum	86
Şekil 4.54. Bölge Trafik Parkı peyzaj projesi	87
Şekil 4.55. Bölge Trafik Parkı rotor başlık ve selenoid vana bağlantı şeması	92
Şekil 4.56. Bölge Trafik Parkı sulama sistemi ve lejant	94
Şekil 4.57. Bölge Trafik Parkı sulama deseni	95
Şekil 4.58. Şehit Kıvanç Kaşıkçı Parkı peyzaj projesi	96
Şekil 4.59. Şehit Kıvanç Kaşıkçı Parkı görünümü	96
Şekil 4.60. Şehit Kıvanç Kaşıkçı Parkı damla sulama hattı	97
Şekil 4.61. Şehit Kıvanç Kaşıkçı Parkı pop-up yağmurlama başlığı	98
Şekil 4.62. Şehit Kıvanç Kaşıkçı Parkı taşınabilir başlık	98
Şekil 4.63. Şehit Kıvanç Kaşıkçı Parkı sulama sistemi geçişi	99
Şekil 4.64. Şehit Kıvanç Kaşıkçı Parkı rotor başlık ve selenoid vana bağlantı detayı	102
Şekil 4.65. Şehit Kıvanç Kaşıkçı Parkı sulama sistemi ve lejant	103
Şekil 4.66. Şehit Kıvanç Kaşıkçı Parkı sulama deseni	104
Şekil 4.67. Şehit Emre Bağcı Parkı peyzaj projesi	104
Şekil 4.68. Şehit Emre Bağcı Parkı uygulanan sulama sistemi projesi	106
Şekil 4.69. Şehit Emre Bağcı Parkı uygulanan peyzaj projesi I	106
Şekil 4.70. Şehit Emre Bağcı Parkı uygulanan peyzaj projesi II	106
Şekil 4.71. Şehit Emre Bağcı Parkı rotor başlık ve selenoid vana bağlantı detayı	109
Şekil 4.72. Şehit Emre Bağcı Parkı rotor yağmurlama başlıkları	109
Şekil 4.73. Şehit Emre Bağcı Parkı sprey yağmurlama başlıkları	110
Şekil 4.74. Şehit Emre Bağcı Parkı sulama deseni	111
Şekil 4.75. Şehit Emre Bağcı Parkı sulama sistemi ve lejant	112
Şekil 4.76. Başkan Fip Parkı görünümü	113
Şekil 4.77. Başkan Fip Parkı peyzaj projesi	113
Şekil 4.78. Başkan Fip Parkı mevcut sulama yöntemi	114
Şekil 4.79. Başkan Fip Parkı yeşil alan görünümü	115
Şekil 4.80. Başkan Fip Parkı rotor başlık ve selenoid vana bağlantı detayı	119
Şekil 4.81. Başkan Fip Parkı sulama deseni	119
Şekil 4.82. Başkan Fip Parkı sulama sistemi ve lejant	120
Şekil 4.83. Adnan Kahveci Parkı peyzaj projesi	121
Şekil 4.84. Adnan Kahveci Parkı görünümü	122
Şekil 4.85. Adnan Kahveci Parkı mevcut durum I	123
Şekil 4.86. Adnan Kahveci Parkı mevcut durum II	124

Şekil 4.87. Adnan Kahveci Parkı rotor başlık ve selenoid vana bağlantı detayı	126
Şekil 4.88. Adnan Kahveci Parkı sulama sistemi ve lejant	127
Şekil 4. 89. Adnan Kahveci Parkı sulama deseni	128



ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa No

Çizelge 3. 1. Çalışma alanlarının koordinatları	13
Çizelge 3.2. Çalışma yapılan alanlara ait bilgiler	13
Çizelge 3.3. Çalışma alanlarına ait ortalama su alma hızı ve su tutma kapasitesi değerleri	17
Çizelge 3.4. F faktörü	29
Çizelge 4.1. Hasret Parkı başlık verileri	32
Çizelge 4.2. Hasret Parkı ön projelendirme faktörleri	33
Çizelge 4.3. Hasret Parkı debi, alan ve sulama süreleri.....	34
Çizelge 4.4. Hasret Parkı sulama sistem programlanması.....	34
Çizelge 4.5. Hasret Parkı lateral boru hesaplamaları.....	35
Çizelge 4.6. Hasret Parkı ana boru hesaplamaları	35
Çizelge 4.7. Hasret Parkı selenoid vana giriş basınç hesaplamaları.....	36
Çizelge 4.8. Kesk Parkı başlık verileri	39
Çizelge 4.9. Kesk Parkı ön projelendirme faktörleri.....	40
Çizelge 4.10. Kesk Parkı sulama sistem programlanması	40
Çizelge 4.11. Kesk Parkı debi, alan ve sulama süresi.....	41
Çizelge 4.12. Kesk Parkı lateral boru hesaplamaları	41
Çizelge 4.13. Kesk Parkı ana boru hesaplamaları	42
Çizelge 4.14. Kesk Parkı selenoid vana giriş basınç hesaplamaları	42
Çizelge 4.15. Muammer Aksoy Parkı başlık verileri.....	48
Çizelge 4.16. Muammer Aksoy Parkı ön projelendirme faktörleri.....	48
Çizelge 4.17. Muammer Aksoy Parkı debi, alan ve sulama süresi.....	49
Çizelge 4.18. Muammer Aksoy Parkı sulama sistem programlanması	49
Çizelge 4.19. Muammer Aksoy Parkı lateral boru hesaplamaları	50
Çizelge 4.20. Muammer Aksoy Parkı ana boru hesaplamaları.....	50
Çizelge 4.21. Muammer Aksoy Parkı selenoid vana giriş basınç hesaplamaları	51
Çizelge 4.22. Esen Parkı başlık verileri	56
Çizelge 4.23. Esen Parkı ön projelendirme faktörleri	56
Çizelge 4.24. Esen Parkı sulama sistem programlanması	57
Çizelge 4.25. Esen Parkı debi, alan ve sulama süresi	57
Çizelge 4.26. Esen Park lateral boru hesaplamaları.....	58
Çizelge 4.27. Esen Parkı ana boru hesaplamaları	58
Çizelge 4.28. Esen Parkı selenoid vana giriş basınç hesaplamaları.....	59
Çizelge 4.29. Esen Parkı damla sulama hesaplamaları.....	61
Çizelge 4.30. Adnan Menderes Parkı başlık verileri	63
Çizelge 4.31. Adnan Menderes Parkı ön projelendirme faktörleri	64
Çizelge 4.32. Adnan Menderes Parkı debi, alan ve sulama süresi	64
Çizelge 4.33. Adnan Menderes Parkı sulama sistem programlanması.....	65
Çizelge 4.34. Adnan Menderes Parkı lateral boru hesaplamaları.....	65
Çizelge 4.35. Adnan Menderes Parkı ana boru hesaplamaları	66
Çizelge 4.36. Adnan Menderes Parkı selenoid vana giriş basınç hesaplamaları	67
Çizelge 4.37. İmece Parkı başlık verileri.....	72
Çizelge 4.38. İmece Parkı ön projelendirme faktörleri	73
Çizelge 4.39. İmece Parkı debi, alan ve sulama süresi	74
Çizelge 4.40. İmece Parkı sulama sistem programlanması	74
Çizelge 4.41. İmece Parkı lateral boru hesaplamaları	75
Çizelge 4.42. İmece Parkı ana boru hesaplamaları	76
Çizelge 4.43. İmece Parkı selenoid vana giriş basınç hesaplamaları.....	76

Çizelge 4.44. Barış Kedi Parkı başlık verileri	79
Çizelge 4.45. Barış Kedi Parkı ön projelendirme faktörleri.....	80
Çizelge 4.46. Barış Kedi Parkı debi, alan ve sulama süresi.....	81
Çizelge 4.47. Barış Kedi Parkı sulama sistem programlanması	81
Çizelge 4.48. Barış Kedi Parkı lateral boru hesaplamaları	82
Çizelge 4.49. Barış Kedi Parkı ana boru hesaplamaları	83
Çizelge 4.50. Barış Kedi Parkı selenoid vana giriş basınç hesaplamaları	83
Çizelge 4.51. Bölge Trafik Parkı başlık verileri	87
Çizelge 4.52. Bölge Trafik Parkı ön projelendirme faktörleri	88
Çizelge 4.53. Bölge Trafik Parkı debi, alan ve sulama süresi	89
Çizelge 4.54. Bölge Trafik Parkı sulama sistem programlanması.....	89
Çizelge 4.55. Bölge Trafik Parkı lateral boru hesaplamaları.....	90
Çizelge 4.56. Bölge Trafik Parkı ana boru hesaplamaları	91
Çizelge 4.57. Bölge Trafik Parkı alan1 selenoid vana giriş basınç hesaplamaları	91
Çizelge 4.58. Bölge Trafik Parkı damla sulama hesaplamaları	93
Çizelge 4.59. Şehit Kıvanç Kaşıkçı Parkı başlık verileri.....	97
Çizelge 4.60. Şehit Kıvanç Kaşıkçı Parkı ön projelendirme faktörleri	97
Çizelge 4.61. Şehit Kıvanç Kaşıkçı Parkı debi, alan ve sulama süresi.....	99
Çizelge 4.62. Şehit Kıvanç Kaşıkçı Parkı sulama sistem programlanması	100
Çizelge 4.63. Şehit Kıvanç Kaşıkçı Parkı lateral boru hesaplamaları	100
Çizelge 4.64. Şehit Kıvanç Kaşıkçı Parkı ana boru hesaplamaları.....	101
Çizelge 4.65. Şehit Kıvanç Kaşıkçı Parkı selenoid vana giriş basınç hesaplamaları	101
Çizelge 4.66. Şehit Emre Bağcı Parkı başlık verileri	105
Çizelge 4.67. Şehit Emre Bağcı Parkı ön projelendirme faktörleri.....	105
Çizelge 4.68. Şehit Emre Bağcı Parkı debi, alan ve sulama süresi.....	105
Çizelge 4.69. Şehit Emre Bağcı Parkı sulama sistem programlanması	107
Çizelge 4.70. Şehit Emre Bağcı Parkı lateral boru hesaplamaları	107
Çizelge 4.71. Şehit Emre Bağcı Parkı ana boru hesaplamaları	108
Çizelge 4.72. Şehit Emre Bağcı Parkı selenoid vana giriş basınç hesaplamaları	108
Çizelge 4.73. Şehit Emre Bağcı Parkı damla sulama hesaplamaları	110
Çizelge 4.74. Başkan Fip Parkı başlık verileri.....	114
Çizelge 4.75. Başkan Fip Parkı ön projelendirme faktörleri.....	114
Çizelge 4.76. Başkan Fip Parkı debi, alan ve sulama süresi.....	115
Çizelge 4.77. Başkan Fip Parkı sulama sistem programlanması	116
Çizelge 4.78. Başkan Fip Parkı lateral boru hesaplamaları	117
Çizelge 4.79. Başkan Fip Parkı ana boru hesaplamaları.....	117
Çizelge 4.80. Başkan Fip Parkı selenoid vana giriş basınç hesaplamaları	118
Çizelge 4.81. Adnan Kahveci Parkı başlık verileri.....	122
Çizelge 4.82. Adnan Kahveci Parkı ön projelendirme faktörleri	123
Çizelge 4.83. Adnan Kahveci Parkı debi, alan ve sulama süresi.....	123
Çizelge 4.84. Adnan Kahveci Parkı sulama sistem programlanması	124
Çizelge 4.85. Adnan Kahveci Parkı lateral boru hesaplamaları	125
Çizelge 4.86. Adnan Kahveci Parkı ana boru hesaplamaları.....	125
Çizelge 4.87. Adnan Kahveci Parkı selenoid vana giriş basınç hesaplamaları	125

BÖLÜM 1

GİRİŞ

Doğal kaynaklarımızı bilinçsizce tüketirken bir yandan da insanların yaşam alanları olan kentler ve diğer yerleşim alanları betonlaşmaya devam etmektedir. Bu beton yığınlarının arasında nefes almamızı sağlarken, görselliği ile de içimizi ferahlatan yeşil alanlar lüksten çok ihtiyaç haline gelmiştir. İşte bu noktada peyzaj mimarlarının görevi insanların yaşam alanlarını güzelleştirerek, daha güzel, ferah ve nefes alan alanlar yaratmaktır. Bunun için var olan doğal yaşamı korurken, tasarlanan alanların da sürdürülebilirliğini sağlaması gerekmektedir. Yeşil alanların sağlıklı kalabilmesi için gerekli olan en önemli faktör ise, tasarımı doğru yapılmış bir sulama projesidir. Sulamanın doğru yapılmadığı alanlarda ya sürdürülebilirlik sağlanamamakta ya da fazlaca su israfı yapılmaktadır. Günümüzde ise su kullanımının giderek artması, sulama suyu kullanıcılarını ve sulama sistem tasarımcılarını tasarrufa yöneltmiştir.

Su yönetimindeki asıl amaç, gün geçtikçe artan nüfus ve kentleşme ile su kaynaklarının kullanımını bilinçli bir şekilde en aza düşürerek tüm doğal kaynaklar gibi suyun da dikkatli ve tasarruflu kullanılmasını sağlamaktır. Suyun doğru kullanabilmesi için ise sulama sistem tasarımlarının konusunda uzman kişilerce, gerekli hesaplamalar yapıldıktan sonra uygulanması gerekmektedir. Böyle yapılacak tasarımlar; doğal kaynaklarını gerektiği kadar kullanılmasını, uygulama masraflarının düşük olmasını ve sistemin devamlılığını sağlamaya yardımcı olmaktadır. Böylece, peyzaj alanlarındaki vejetasyonların tamamı sağlıklı bir şekilde yaşamını sürdürebilirler.

Genel olarak peyzaj alanlarının büyük kısmını çim alanlar oluşturmaktadır. Çim alanlar diğer bitki türlerine göre daha çok suya ihtiyaç duymaktadır. Bu sebeple çim alanların yoğun olduğu peyzaj alanlarında sulama, çim bitkisi esas alınarak yapılmaktadır. Çünkü yoğunlukta olan çim alanların yeşil ve homojen görünmesi çok önemlidir. Çim bitkisinin iyi görünmediği alanlardaki, bütünlük ve görsellik kaybolur. Bununla beraber çim bitkisinin sulanması kültür bitkilerinin sulanmasından daha farklı ve karmaşıktır. Çim alanların sulanmasında önemli olan 2 faktör, kullanılacak yağmurlama başlığının seçimi ve alana uygulanacak suyun miktarıdır (Haroğlu, 2000; Demirel, 2012).

Yeşil alanları oluşturan canlı materyaller, çim, ağaç grubu, çalı grubu, yer örtücüler, sarılıcılar ve mevsimlikler olarak sınıflandırılırsa eğer, her bitki grubunun su ihtiyacının farklı olacağı mutlaka göz önüne alınmalıdır. İşletme birimlerine ayrılan peyzaj alanlarında

bitki türlerinin yoğunluk durumuna göre farklı başlıklar seçilerek, farklı sürelerde sulanabilirler. Damla sulama sistemlerinde de benzer kriterler göz önüne alınarak lateraller, damlatıcılar ve damlatıcı aralıkları belirlenir.

Fakat ülkemizde peyzaj planlama gibi sulamanın da önemi ve bilinci göz ardı edilmektedir. Bu bilinci kazanıp doğru projelendirmeleri hayata geçirerek hem peyzaj alanlarındaki görselliğin sürdürülebilirliği sağlanmış hemde kaynaklarımızı doğru kullanarak su israfı önlenmiş olacaktır.

Peyzaj alanlarında yetiştirilen bitkilerin sulanması ile ilgili çalışmalara örnek olarak (Fu ve ark., 2004; Demirel, 2005; Sass ve Horgan, 2006; Zhang ve ark., 2007; Demirel ve ark., 2018a) yapılmış çok sayıda araştırma bulunmaktadır. Alanlardaki farklı bitki türleri için yapılmış çalışmalar bulunmasına rağmen, söz konusu bitkilerin uygulandığı peyzaj alanlarındaki sulama sistemlerinin birçoğu uygun kriterlere göre yapılmamıştır. Böylece, peyzaj alanlarında yetiştirilen bitkilerin gereksinim duyduğu su karşılanmamaktadır.

Ülkemizin diğer illerinde olduğu gibi sürekli gelişmeye devam eden Çanakkale'deki peyzaj alanları yetersiz kalırken, uygulanan peyzaj projelerine uzmanlarca tasarlanan sulama sistemi projelendirilmesi eklenmediğinden, zaten yetersiz olan bu alanların ömürleri de uzun olmamaktadır. Uzun ömürlü ve sürdürülebilir peyzaj alanlarına sahip olabilmek için uzmanlarca projelendirme kriterleri düzgün hesaplanmış, toprak-bitki-su ilişkisi dikkatlice incelenmiş olan projelendirmeler yapılmalıdır.

Çanakkale İli 2015 yılı verilerine göre park, spor alanı, piknik alanı ve refüj olmak üzere 1.081.539 m² yeşil alana sahiptir (Anonim, 2018b). Özgürlük parkı (57 000 m²) ve Halk bahçesi (34 188 m²) bu parklar içerisinde en büyük peyzaj alanına sahip alanlar olup, bu alanlar Çanakkale İl'inin park ve rekreasyon alanlarının %8,4'üne sahiptir (Demirel ve ark. 2018b). Çanakkale ilindeki en büyük alana sahip Özgürlük parkı ve Halk bahçesi alanına ait sulama sistem tasarımı projeleri Demirel ve ark. (2018b) tarafından yapılmıştır. Bu çalışmada, Halk bahçesi ve Özgürlük parkından sonraki en büyük ölçekli rekreasyon alanlarına sahip Hasret, Muammer Aksoy, Esen, Adnan Menderes, İmece, Kesik, Barış Kedi, Şehit Kıvanç Kaşıkçı, Şehit Emre Bağcı, Bölge Trafik, Başkan Fip ve Adnan Kahveci Parkı alanlarındaki sulama uygulamaları incelenmesi yapılmış ve otomatik sulama sistemi projelendirmeleri amaçlanmıştır. Bu kapsamda, sulama sistemlerinde belirlenen eksiklere göre, tüm kriterler göz önüne alınarak sulama sistemleri yeniden projelendirilmiş ve maliyetlendirilmiştir.

BÖLÜM 2

ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Peyzaj alanlarında kullanılan sulama yöntemleri, yüzey sulama ve basınçlı sulama olarak 2 gruba ayrılır. Yüzey sulama yöntemleri salma, tava, uzun tava ve karık olarak gruplandırılırken; basınçlı sulama yöntemleri ise yağmurlama (sprinkler) ve damla (drip) olarak gruplandırılır (Orta, 2009). Ayrıca, mikro yağmurlama, az da olsa kullanılan bir basınçlı sulama yöntemidir. Bununla birlikte, peyzaj alanlarında basınçlı sulama sistemleri yaygın olarak kullanılırken, yüzey sulama yöntemlerinin kullanılması önerilmemektedir.

2.1. Yağmurlama Sulama Yöntemi

Yağmurlama sulama yöntemi, alana belirli aralıklarla yerleştirilen yağmurlama başlıklarının, basınç yardımıyla suyu püskürtmesi ve havadan düşen su damlalarının infiltrasyon sayesinde toprağa girerek bitkinin kök bölgesinde depolanması olarak açıklanabilir (Korukçu ve Yıldırım, 1981; Yıldırım, 2008; Orta, 2009). Yağışlar sayesinde oluşan sulamaya benzediği için peyzaj alanlarında çokça tercih edilen bu yöntem, her türlü toprak ve bitki türünde rahatlıkla kullanılabilir (Yıldırım, 2008).

Yağmurlama sulama yönteminin avantajları olarak; eğimli alanlarda kullanılabilmesi, su kullanım randımanının yüksek olması, drenaj sorunu yaratmaması, sulama ile gübreleme yapılabilmesi, sığ topraklarda sulama yapılabilmesi, daha az iş gücü gerektirmesi vb. söylenebilir (Demirel, 2005).

Yaklaşık %50 başlık ıslatma çapı (örtme deseni) ile kullanılan yağmurlama sulama başlıkları birbirlerini tamamlayarak, alana homojen su dağılımı sağlarlar.

Yağmurlama sulama sistemi unsurları, bitkiden su kaynağına doğru sırasıyla; yağmurlama başlıkları, boru hatları (lateral hatlar, manifold hatlar, ana hat), kontrol birimi, pompa birimi, su kaynağı ve kontrol ünitesidir (otomasyon) (Yüksel ve Erdem, 2002; Demirel, 2005; Yıldırım, 2008).

Kullanılan tüm yağmurlama başlıkları, lateral hat üzerinde yer alır. Lateral ile yağmurlama başlığı arasındaki bağlantı ise, laterallerden daha ince olan kılcal borular yardımıyla veya esnek bağlantı parçalarıyla (swing joint) sağlanır.

Genellikle PVC ve PE borulardan oluşan ve toprağa gömülen boru hatlarından; ana boru hattı, suyu kaynaktan lateral boru hatlarına iletirken, lateral boru hatları ise suyu ana boru hattından yağmurlama başlığına ileten hatlardır (Yüksel ve Erdem, 2002; Demirel, 2005; Yıldırım, 2008).

Kontrol birimi; pompa biriminden sonra ana boru hattı üzerine yerleştirilen ve genellikle hidrosiklon, kum-çakıl filtre tankı, gübre tankı, elek filtre, basınç regülatörü, su ölçüm araçları, manometreler ve vanalar gibi unsurların bulunduğu birimdir (Demirel, 2005). Bu unsurlar sayesinde sulamada, başlıkları tıkamaya neden olabilecek yabancı maddeler sistemden uzak tutulurken aynı zamanda da sulamada kullanılacak suyun basıncı istenilen şekilde ayarlanabilmektedir.

Pompa birimi yağmurlama sulama sistemlerinde gerekli işletme basıncını sağlamak için kullanılmaktadır. Statik emme yüksekliğinin fazla olmadığı koşullarda santrifüj tipi pompalar, derin kuyularda ise derin kuyu pompaları ya da dalgıç tipi pompalar kullanılır (Yüksel ve Erdem, 2002; Yıldırım, 2008). Genellikle enerji ve uygulama masraflarının düşük tutulması istendiğinden elektrikli pompalar tercih edilmektedir.

Yağmurlama sulama yönteminde su kaynağı olarak; bir akarsu, derin kuyu, göl, rezervuar, sulama kanalı, basınçlı boru hattı vb. kaynaklar kullanılabilir. Suyun kalite açısından sulamaya uygun olması ve fazla miktarda sediment ya da yüzücü cisim içermemesi gerekir. Kalitesi uygun olmayan su kaynakları, sediment boru hatlarında birikerek akan suyun kesit alanını daraltarak ve sistem kapasitesinin düşmesine neden olurken, yüzücü cisimler ise başlık memelerinin tıkanmasına neden olabilmektedir (Yüksel ve Erdem, 2002; Demirel, 2005; Yıldırım, 2008).

2.1.1. Yağmurlama Başlıkları

Son yıllarda özellikle peyzaj alanlarında, pop-up tipi yağmurlama başlıkları yaygın olarak kullanılmaktadır. Pop-up yağmurlama başlıkları toprak yüzeyi ile aynı seviyeye yerleştirilen, sulama başlatıldığında su basıncı yardımıyla yükselen ve sulama bittiğinde ise toprak seviyesine inen, sulama sisteminin en önemli ekipmanıdır (Şekil 2.1).



Şekil 2.1. Pop-up yağmurlama başlığı (URL 1)

Yağmurlama sulamada, sistemin en önemli unsurları yağmurlama başlıkları ve nozullardır. Suyun başlıktan çıkış noktası olan nozullar (ağızlık), başlığın suyu atma mesafesini ve hızını belirler (Smith, 1997; Demirel, 2005).

Pop-up yağmurlama başlıkları, lateraller üzerine eşit aralıklarla ve toprakla aynı seviyede yerleştirilir. Böylece alanın tümünde homojen bir sulama sağlanmaya çalışılır. Bu sistemde; başlık tipi, işletme basıncı, dönüş hızı ve kapasitesine bağlı olarak, bir yağmurlama başlığı ile oldukça geniş alanlar (golf ve futbol sahaları) sulanabilir (Korukçu ve Yıldırım, 1981).

2.1.2. Yağmurlama Sulama Başlıklarının Sınıflandırılması

Peyzaj alanlarının sulanmasında kullanılan pop-up yağmurlama başlıkları 2 ana başlık altında sınıflandırılabilir:

- (1) Sprey (Püskürtücü) pop-up
- (2) Rotor (Döner) pop-up

2.1.2.1. Sprey (Püskürtücü) Pop-up Sistemler

Sprey pop-uplar daha çok küçük alanların sulanmasında kullanılan, dönmeden sulama yapan, yağmurlama hızları yüksek, basıncı ve açısı ayarlanabilen yağmurlama başlıklarıdır (Şekil 2.2). Sprey pop-upların birim maliyetleri düşük olmasına rağmen, daha fazla işçilik, daha büyük çaplı boru, daha fazla su kullanımı ve kazı-dolgu gerektirdiğinden sistem uygulama maliyetleri, rotor pop-uplara göre daha fazladır.



Şekil 2.2. Sprey pop-up yağmurlama başlığı (URL 2)

2.1.2.2. Rotor (Döner) Pop-up Sistemler

Rotor başlıklı yağmurlama sistemleri, sprej başlıklı sistemlere göre daha az masraflı olduğundan, peyzaj alanlarında daha çok tercih edilmektedir. Bu rotor başlıklar da, sprej başlıklar gibi toprakla aynı seviyede yerleştirilir (Demirel, 2005). Ayrıca bu başlıkların yağmurlama hızları, sprej başlıklara oranla daha düşük olmaktadır.



Şekil 2.3. Rotor pop-up yağmurlama başlığı (URL 3)

Son zamanlarda gelişen teknolojiyle beraber, sulamada suyun daha etkin kullanılması için yeni pop-up yağmurlama başlıkları geliştirilmiştir. Söz konusu bu başlıklar hem sprej hemde rotor başlıkların bazı özelliklerini göstermektedir. Bu başlıklar farklı firmalar tarafından, farklı isimlerle piyasada bulunmaktadır. Örneğin tüm dünyada ve ülkemizde de en çok kullanılan yağmurlama başlıklarını üreten firmalardan biri olan Hunter, bu başlığa rotator (Şekil 2.4), diğer bir firma olan Rain Bird ise rotary (Şekil 2.5) adını vermiştir. Bu başlıkların diğer başlıklara göre başlıca avantajları; eğimi yüksek olan yerlerde ve rüzgâr hızınının yüksek olduğu alanlarda uniform bir su dağılımı sağlamasıdır.



Şekil 2.4. Rotator yağmurlama başlığı (URL 4)



Şekil 2.5. Rotary yağmurlama başlığı (URL 5)

Peyzaj alanlarında sulama sistemleri tasarlanırken, sadece sprej veya sadece rotor başlıkların kullanılmasından ziyade, söz konusu başlıkların değişik kombinasyonlarının kullanılması daha avantajlıdır. Sprej yağmurlama başlıkları ile tasarlanan sulama sistemi projelerinin maliyetleri daha fazla olmaktadır. Söz konusu bu başlıklar küçük ve düzensiz alanlar için uygundur. Rotor yağmurlama başlıkları ile yapılan büyük ölçekli alanlarda tasarlanan sulama sistemi uygulamalarının maliyetleri, sprej başlıklara oranla daha düşük olmaktadır (Smith, 1997; Demirel, 2005).

Yağmurlama başlıklarının seçimi yapılırken, değişik başlık modellerinin her birinin ideal bir çalışma basıncına sahip olduğu hatırlanmalıdır. Çok düşük basınçlar, zayıf su dağıtımını sonucunu doğurur. Çok yüksek basınçlarda rüzgârın etkisi ile su, havada daha küçük zerrecikler halinde bulunduğu için uniform bir sulama söz konusu olmayacaktır. Çalışma basıncına ek olarak yağmurlama başlıklarının tip ve büyüklüğünü saptarken dikkate alınması gereken diğer hususlarda şunlardır;

- * Sulama alanının büyüklüğü ve şekli
- * Engellerin sayısı ve tipi
- * Mevcut su hacmi
- * Toprak tipi ve maksimum yağmurlama hızı
- * Özel bitki türleri ve vejetasyon

Büyük ölçekli olan peyzaj alanlarında yağmurlama başlıklarının seçiminde, önce büyük çaplı başlıkların kullanımı tercih edilmelidir. Çünkü sulanan birim alan esas alındığında, bunların kullanımı sistemin maliyetini düşürecektir (Smith, 1997; Seçkin, 1998; Demirel, 2005).

2.2. Damla Sulama Yöntemi

Damla sulama yöntemi bitkinin ihtiyacı olan suyun, azar azar bitki kök bölgesine verilmesi şeklinde yapılan basınçlı sulama yöntemidir (Şekil 2.6).



Şekil 2.6. Damla sulama yöntemi (URL 6)

Damla sulama yönteminin avantajları: arazinin tamamı ıslatılmadığından dolayı daha az bir sulama suyu ihtiyacı ve buna bağlı olarak daha az bitki su tüketimi, yabancı ot kontrolünün daha kolay olması, tuzlu toprak veya tuzlu su koşullarında sulama yapılabilmesi, eğimli alanlarda sulama yapılabilmesi, yağmurlama sulama yöntemine oranla daha düşük işletme basıncı ihtiyacı olması, dar peyzaj alanlarında daha kontrollü ve randımanlı sulama sağlaması ve ayrıca çalı, ağaççık, ağaç ve süs bitkileri sulanmasında kullanılması olarak söylenebilir (Orta, 2009).

Damla sulama sistemi unsurları, bitkiden su kaynağına doğru sırasıyla; damlatıcılar, lateraller, basınç regülâtörü, manifold ve ana boru hatları, kontrol birimi (hidrosiklon, kum-çakıl filtre tankı, gübre tankı, elek filtre), pompa birimi, su kaynağı ve kontrol ünitesidir (otomasyon) (Yıldırım, 2008; Orta, 2009). Damlatıcılar in-line (hat içi) ve on-line (hat üstü) olarak sınıflandırılabilir.

Damla sulama sistemleri toprak üstü ve toprak altı olmak üzere 2 gruba ayrılmaktadır.

Toprak üstü damla sulama olarak adlandırılan sistem, peyzaj alanlarında, çalı, ağaççık, mevsimlik, yer örtücü ve sürünücü bitkiler için kullanılan en uygun yöntemdir (Şekil 2.7). Sistemde su kaybı ve buharlaşma çok az olduğundan, sulama uygulama randımanı yağmurlama sulama yöntemine göre daha yüksektir (Demirel, 2017).



Şekil 2.7. Toprak üstü damla sulama yöntemi (URL 7)

Toprak altı damla sulama yöntemi, peyzaj alanlarında son yıllarda özellikle çim bitkisinin dar alanlarda kullanımıyla beraber, yağmurlama sulama sisteminin alternatifi olarak, kullanımı giderek yaygınlaşmaktadır (Şekil 2.8). Söz konusunda yöntem toprak üstü damla sulama ve yağmurlama sulama sistemine göre, toprak yüzeyinden olan buharlaşma kayıplarını azaltması, yabancı ot gelişimini azaltması, daha az su ve enerji gerektirmesi ve rüzgârın olumsuz etkisini ortadan kaldırılması gibi birçok avantaja sahiptir. Buna ilaveten peyzaj alanlarındaki görüntü kirliliğini azaltması ve karayollarındaki refüj sulamalarından kaynaklanan kaza riskini azaltması, yöntemin diğer avantajları olarak söylenebilir (Demirel, 2017).



Şekil 2.8. Toprak altı damla sulama yöntemi (URL 8)

2.3. Literatür Özeti

Ülkemizde sulama sistemlerinin incelenmesi üzerine yapılan çalışmalar aşağıda özetlenmiştir.

Şahinler (1997), Bursa İli'ndeki Soğanlı Kent Parkına uygun bir sulama sistem tasarımı yapmayı amaçlamıştır. Arazinin topoğrafya, iklim, toprak ve su kaynağı göz önüne alınarak pop-up yağmurlama başlıkları ile tasarımını yapmıştır. Çalışma sonucunda, sulama sisteminin otomasyon ile yapılması durumunda maliyetinin yaklaşık olarak 14.2 milyar TL olarak hesaplamıştır.

Erakın (2000), peyzaj alanlarında kullanılan basınçlı sulama sistemlerinin unsurlarını, sistemlerde kullanılan alet ve ekipmanları incelemiştir. Sulamadaki yenilikler ve otomatik sulama sistemleri ile ilgili yapılmış çalışmaları araştırmıştır. Çalışmada, basınçlı sulama sistemlerinde görülen yenilikler özellikle, bilgisayarlı otomasyon sistemlerinde kullanılan materyaller belirtilmiştir.

Yeşil (2001), peyzaj alanlarındaki sulama sorunlarının çözümüne ilişkin yaptığı çalışmada, İzmir İli Karşıyaka Muammer Aksoy Parkı yeşil alanlardaki sulama sorunlarını araştırmıştır. Araştırmacı proje alanında mevcut sulama sistem uygulamaları da incelenmiş ve alana en uygun sulama yönteminin yağmurlama sulama olduğunu belirtmiştir.

Onur (2002), yaptığı çalışmada, Kocaeli İli sahil düzenlemesinde yapılması planlanan otomatik sulama sistemi projelendirmesini incelemiştir. Araştırma alanının sulanmasında, geniş çim alanları dikkate alarak, yağmurlama sulama sistemini tercih etmiştir. Seçilen sulama sistemi ve planlama kriterleri hakkında geniş bilgi verilerek araştırma alanının sulama projesinin hazırlanma aşamalarını anlatmıştır. Çalışma sonucunda, seçilen sulama sisteminin uygulanmasıyla, araştırma alanında bitkisel materyalin ihtiyaç duyacağı suyun, minimum kayıpla ve en etkin şekilde bitkiye ulaştırılabileceğini belirtmiştir.

Demirel (2005) yaptığı çalışmada, peyzaj alanlarında kullanılan 13 adet farklı yağmurlama başlığının (pop-up püskürtücü, pop-up döner ve klasik döner yağmurlama başlıkları) farklı basınç ve farklı rüzgâr hızı aralıklarındaki su dağılım desenini incelemiştir. Çalışma sonucunda, rüzgâr hızının yüksek olduğu yerlerdeki peyzaj alanlarında, püskürtücü (sprey) yağmurlama başlıklarının döner (rotor) yağmurlama başlıklarına göre üniform bir su dağılımı gösterdiğini belirtmiştir.

Demirel ve ark. (2006), Çanakkale ilindeki yaptıkları çalışmada, belediye sınırları içerisindeki tüm yeşil alanları sulama sistemleri açısından incelemiştir. Çalışma sonucunda, yağmurlama ile sulanan alanların tümünde yarı sabit sistemler kullanıldığı

belirtmişlerdir. Araştırmacılar, çim alanlarının sulanmasında toprak altına gömülü ve basınçla birlikte yerden belli bir yüksekliğe çıkarak sulama yapan pop-up tipi yağmurlama başlıklarının kullanılmasını önermişlerdir.

Sarıkoç (2007), çalışma kapsamında, üç farklı iklim bölgesinde (Antalya, Ankara ve Trabzon) yaptığı çalışmada, peyzaj alanlarında kullanılan sulama yöntemleri ve bitki su tüketim modellerini kullanarak, söz konusu bölgeler için seçtiği birer alanda çim bitkisinin su tüketimini, sulama suyu ihtiyacını, sulama aralığını ve sulama süresini projelendirmiştir. Ayrıca, peyzaj alanlarında kullanılan sulama sistemleri ve ekipmanları konusunda bilgiler vermiş, peyzaj alanlarında kullanılan basınçlı sulama sistemleri ve planlanmasını detaylı olarak bahsetmiştir.

Manav (2009) yaptığı çalışmada, peyzaj mimarlığında kullanılan sulama sistemleri, teknolojileri ve rekreasyon alanlarının projelendirilmesi konusunu araştırmıştır. Bu bağlamda, farklı peyzaj alanlarında kullanılacak uygun sulama yöntemi, sistemi ve tekniğinin belirlenmesini amaçlamıştır. Araştırmanın sonucunda, rekreasyon alanlarının projelendirme aşamasında Peyzaj Mimarı ile Sulama Mühendisinin koordineli olarak çalışması gerekliliğini vurgulamıştır.

Küçüksayan ve ark. (2011), Ankara'da Yenimahalle Belediyesine ait üç farklı peyzaj alanında sulama projesi tasarlamışlardır. Araştırmacılar, her peyzaj alanında sulama tekniğinin değişim gösterdiğini ve peyzaj alanlarında yer alan öğelerin ve coğrafi özelliklerin sulama sistemi seçimini değişik oranlarda etkilediğini bildirmişlerdir.

İşbilir ve Erdem (2012), İstanbul'da 3 farklı rekreasyon alanında yapılmış sulama projelerini incelemişler ve yeniden tasarlanan projeler ile arasındaki farkları ortaya koymuşlardır. Sonuç olarak, bitkinin tükettiği su miktarı, sulama suyu miktarı, sulama süresi gibi ön projelendirme faktörlerinin doğru olarak elde edilmesi gerektiğini belirtmişlerdir.

Yazar (2013), Fethiye ilçe merkezindeki peyzaj alanlarının sulanmasında karşılaşılan sorunları incelemiştir. Araştırmacı, sulama sistemlerinde homojen bir su uygulamasının olmadığını ve başlık debisi ve tertip aralığını belirlemek için infiltrasyon hızının ölçülmesi gerektiğini belirtmiştir.

Demirel ve ark. (2018b), Çanakkale İli'nde en büyük iki parkın (Halk Bahçesi ve Özgürlük Parkı) mevcut sulama sistemlerini incelemişler ve her iki proje alanında sulama sistemleri yeniden uygun kriterlere göre yeniden tasarlamışlardır. Araştırmacılar proje alanlarında, uygulanan yöntemdeki hatalar sonucunda etkin bir sulama yapılmadığı ve her iki alanda gereğinden fazla veya az sulama suyu uygulandığını bildirmişlerdir.

BÖLÜM 3

MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Uygulama Alanı

Çanakkale, 136 bin nüfusa sahip, yeni gelişmekte olan, ülkemizin en batı ilçelerine sahip Batı Marmara ilimizdir. Hızlı gelişmesi nedeniyle artan nüfusla beraber konut sayısı da artarken, rekreasyon alanları yetersiz kalmaktadır. Yapılan yeşil alan artırma çalışmaları yetersiz kalırken, var olan yeşil alanların sürdürülebilirliği sağlanamamaktadır. Boğazın, yeşilin ve şehitlerin diyarı olan kentte kullanım alanı açısından en büyük olan 2 parktan (Halk Bahçesi ve Özgürlük Parkı), Halk Bahçesinin peyzaj ve sulama sistem tasarımı 2019 yılı içerisinde yenilenerek halkın kullanımına sunulmuştur. Diğer en büyük park olan Özgürlük Parkı ise yakın zamanda hizmete açılmış olmasına rağmen, henüz uygulanmış bir sulama sistemi projesi bulunmamaktadır. Bu alana ilişkin, Demirel ve ark. (2018b)'in yaptığı çalışmada, tüm detayları ile belirtilen sulama sistem tasarımının en kısa zamanda hayata geçirilmesi beklenmektedir.

Çalışma alanları olan parkların isimleri, numaralandırılmaları ve koordinatları Çizelge 3.1'de, ayrıca uygulama alanlarına ait yeşil alan ve sert zemin bilgileri Çizelge 3.2'de verilmiştir. Çalışma alanlarının Çanakkale'deki yerleşim görseli Şekil 3.1'de verilmiştir. Çalışma alanlarında Hasret Parkı ve Başkan Fip Parkı haricinde kalan diğer alanlar için mevcut peyzaj projeleri kullanılmıştır. Buna ilaveten, tüm alanlar için sulama sistemleri yeniden tasarlanmıştır.

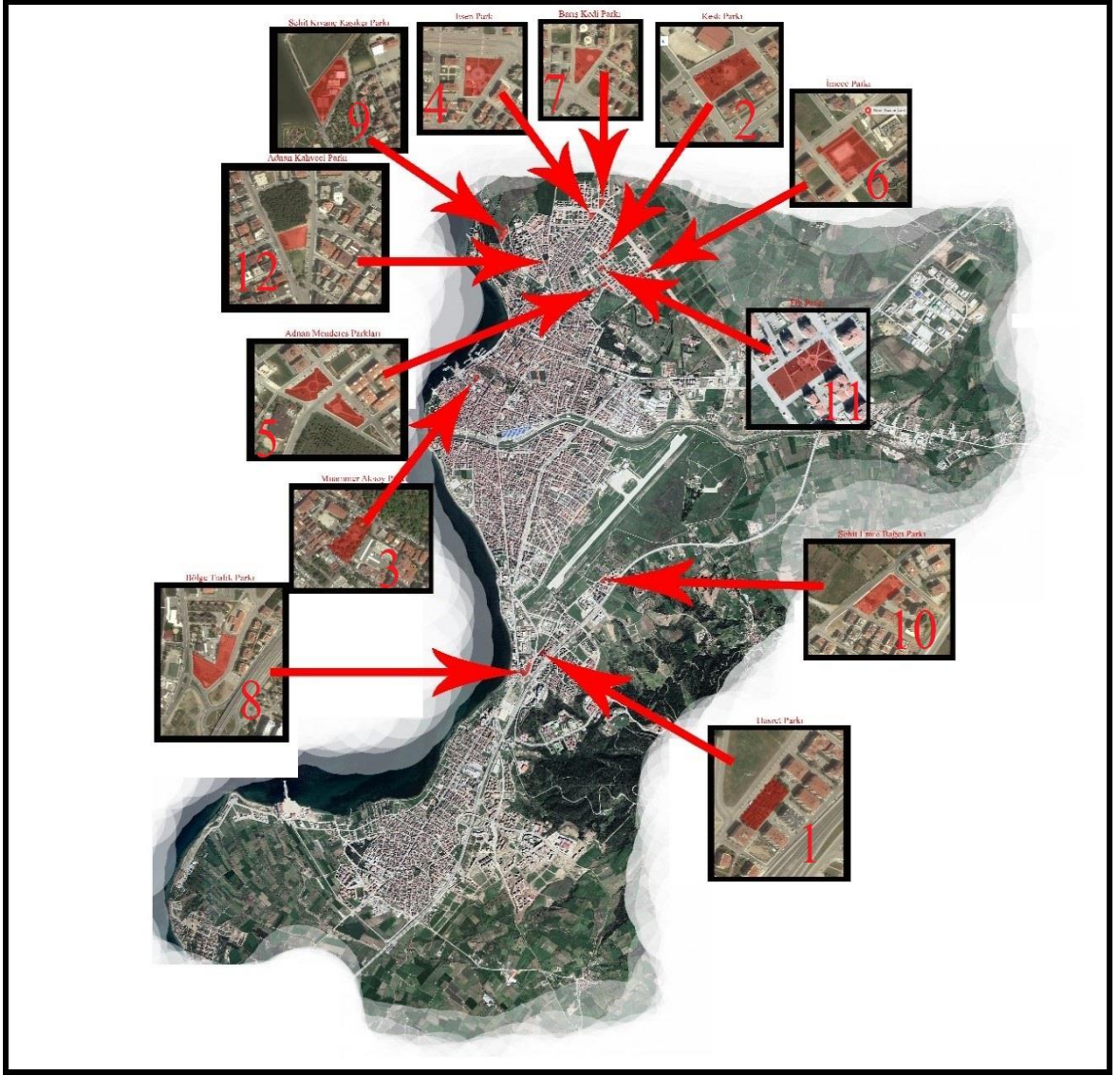
Uygulama alanlarından biri olan Şehit Kıvanç Kaşıkçı Parkı'na ait uygulanmış peyzaj projesi örnek olarak Şekil 3.2'de gösterilmiştir. Çalışma kapsamında söz konusu alanların mevcut peyzaj projeleri incelenip sulama sistemi projesi gerekli hesaplamalar yapıp tasarlanmıştır. Peyzaj projesi henüz tasarlanmamış olan alanlarda ise peyzaj projesinin tasarlanmasının ardından sulama sistemi projesi çizilerek gerekli hesaplamalar yapılmıştır. Yapılmış olan sulama sistemi hesaplarının işlemleri aşağıda ayrıntılı olarak açıklanmıştır.

Çizelge 3. 1. Çalışma alanlarının koordinatları

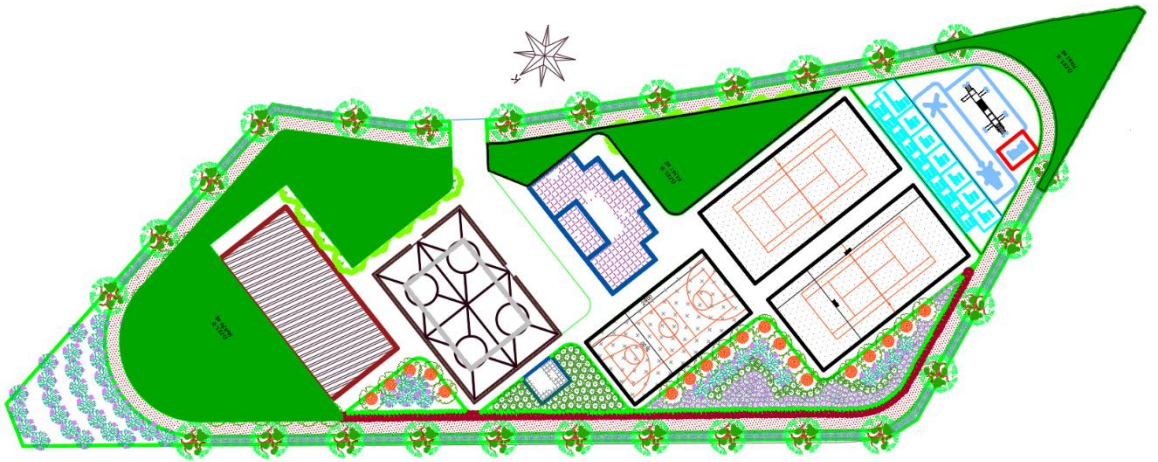
No	Park Adı	Koordinat	
		Kuzey (N)	Doğu (E)
1	Hasret	40° 07' 11"	26° 24' 50"
2	Kesk	40° 09' 48"	26° 25' 21"
3	Muammer Aksoy	40° 08' 56"	26° 24' 34"
4	Esen	40° 10' 03"	26° 25' 14"
5	Adnan Menderes	40° 09' 36"	26° 25' 21"
6	İmece	40° 09' 40"	26° 25' 40"
7	Barış Kedi	40° 10' 08"	26° 25' 20"
8	Bölge Trafik	40° 07' 03"	26° 24' 41"
9	Şehit Kıvanç Kaşıkçı	40° 09' 56"	26° 24' 31"
10	Şehit Emre Bağcı	40° 07' 40"	26° 25' 20"
11	Başkan Fip	40° 09' 43"	26° 25' 19"
12	Adnan Kahveci	40° 09' 47"	26° 24' 52"

Çizelge 3.2. Çalışma yapılan alanlara ait bilgiler (Anonim, 2018a)

No	Bölge	Park Adı	Toplam Alan (m ²)	Yeşil Alan (m ²)	Sert Zemin + Kum (m ²)
1	Barbaros	Hasret	3,523	-	-
2	Esenler	Kesk	3,412	3,000	412
3	Cevatpaşa	Muammer Aksoy	5,002	-	-
4	Esenler	Esen	6,158	4,000	2,158
5	Esenler	Adnan Menderes	14,065	9,349	4,716
6	Esenler	İmece	6,000	-	-
7	Esenler	Barış Kedi	5,467	4,500	967
8	Barbaros	Bölge Trafik	10,000	-	-
9	Esenler	Şehit Kıvanç Kaşıkçı	12,800	4,021	8,779
10	Barbaros	Şehit Emre Bağcı	3,500	-	-
11	Esenler	Başkan Fip	4,377	3,677	700
12	Esenler	Adnan Kahveci	4,705	4,232	473



Şekil 3.1. Çalışma alanları (URL 9)



Şekil 3.2. Şehit Kıvanç Kaşıkçı Parkı'na ait örnek peyzaj projesi (Anonim, 2018a)

3.2. Sulama Sisteminin Projelendirilmesi

3.2.1. Yağmurlama Sulama Sisteminin Projelendirilmesi

3.2.1.1. Yağmurlama Başlığının Seçimi ve Yerleştirilmesi

Yağmurlama başlığının seçiminde; sulanacak alanının büyüklüğü, şekli, engellerin sayısı ve tipi, toprak tipi ve maksimum yağmurlama hızı gibi unsurlar dikkate alınmıştır (Smith, 1997; Yıldırım, 2008; Orta, 2009). İşletme giderlerini azaltmak amacıyla, sulama sistemlerinde kullanılacak yağmurlama başlıklarının düşük bir işletme basıncına sahip olması ve belirli tertip aralıklarında üniform bir su dağılımı sağlayacak özellikte olması istenmektedir (Yıldırım, 2008). Başlıkların seçimi; (Güngör ve ark 2004; Orta, 2009)'da verilen kriterlere göre yapılmıştır. Teknik ve ekonomik açıdan uygun bir sulama için yağmurlama hızının toprağın infiltrasyon hızından küçük ya da eşit olması ilkesinden yararlanılmıştır. Buna göre Eşitlik (3.1) (dikdörtgen ve kare tertip için) ve Eşitlik (3.2) (eşkenar üçgen tertip için) kullanılarak yağmurlama hızları belirlenmiş ve uygun yağmurlama başlığı seçilmiştir. Alanlarda başlıklar karmaşık biçimde tertip edilmesi durumunda ise Eşitlik 3.3'te verilen eşitlik kullanılmıştır (Orta, 2009).

$$I_y = \frac{360000xq}{\phi x S_1 x S_2} \quad (3.1)$$

$$I_y = \frac{360000xq}{\phi x (S_2)^2 x 0.867} \quad (3.2)$$

Eşitlikte;

I_y : Yağmurlama hızı, mm/saat,

q : Başlık debisi, m³/saat,

ϕ : Başlığın çalışma açısı değeri, °,

S_1 : Lateral aralığı, m,

S_2 : Başlık aralığı, m'dir.

$$I_y = \frac{1000x\Sigma q}{A} \quad (3.3)$$

Eşitlikte;

I_y : Yağmurlama hızı, mm/saat,

Σq : Alandaki başlıkların toplam debisi, m³/saat,

A: Toplam alan, m²'dir.

Sulama sistemi için seçilecek yağmurlama başlıklarının açıları ve başlık atış mesafesi ayarlanabilir özellikte olacağı için alanın büyüklüğüne bağlı olarak atış mesafelerine, engellere ve yollara göre açı ayarlamaları yapılmıştır.

3.2.1.2. Toprağın Kullanılabilir Su Tutma Kapasitesinin Tayini

Toprağın kullanılabilir su tutma kapasitesinin belirlenmesi amacıyla, uygulama alanları içerisinde birer adet bozulmuş toprak örneği alınmış ve Şekil 3.3'te görüldüğü üzere laboratuvarında hidrometre yöntemi ile toprak bünye analizi yapılarak toprak taneciklerinin yüzde oranları bulunup toprağın infiltrasyon hız değerleri yaklaşık olarak belirlenmiştir (Yıldırım, 1999; Orta, 2009).



Şekil 3.3. Toprak bünyesi analizi

Yapılan bünye analizi sonucunda, toprağın kullanılabilir su tutma kapasite değerleri, (Yıldırım, 1999)'nun değişik bünyeli topraklar için verdikleri çizelgeden yararlanılarak Çizelge 3.3'te sunulmuştur.

Çizelge 3.3. Çalışma alanlarına ait ortalama su alma hızı ve su tutma kapasitesi değerleri

No	Park Adı	Kil %	Silt %	Kum %	Toprak Bünyesi	Su Alma Hızı (mm/saat)	Su Tutma Kapasitesi (mm/m)
1	Hasret	38,4	20,8	40,8	Killi-tın	9	175
2	Kesk	16,3	17,8	65,9	Kumlu-tın	31,5	105
3	Muammer Aksoy	13,1	16,6	70,3	Kumlu-tın	31,5	105
4	Esen	21,4	29,2	49,4	Tınlı	16	160
5	Adnan Menderes	26,1	23,3	50,6	Kumlu-killi-tın	21	130
6	İmece	35,2	17,6	47,2	Kumlu-tın	15	175
7	Barış Kedi	37,4	17,4	45,2	Killi-tın	12	175
8	Bölge Trafik	19,3	18,8	61,9	Kumlu-tın	31,5	105
9	Şehit Kıvanç Kaşıkçı	18,4	19,3	62,3	Kumlu-tın	31,5	105
10	Şehit Emre Bağcı	20,1	24,5	55,4	Kumlu-killi-tın	25	130
11	Başkan Fip	19,3	18,8	61,9	Kumlu-tın	31,5	105
12	Adnan Kahveci	25,7	23,2	51,1	Kumlu-killi-tın	20	130

3.2.1.3. Uygulanacak Maksimum Net Sulama Suyu Miktarı

Her sulamada uygulanacak maksimum net sulama suyunun belirlenmesinde Eşitlik 3.4'ten yararlanılmıştır (Güngör ve ark., 2004; Orta, 2009).

$$d_{n\max} = d_k \cdot D \cdot R_y \quad (3.4)$$

Eşitlikte;

$d_{n\max}$: Her sulamada uygulanacak maksimum net sulama suyu miktarı, mm,

d_k : Toprağın kullanılabilir su tutma kapasitesi, mm/m,

D : Islatılacak toprak derinliği, m (Çim bitkisi için tüm alanlarda 30 cm olarak alınmıştır)

R_y : Kullanılabilir su tutma kapasitesinin tüketilmesine izin verilen kısmı, %'dir. (Çim bitkisi için tüm alanlarda %30 olarak alınmıştır.)

Çim bitkisinin sulanmasında toprak neminin solma noktasına yaklaşması istenmemektedir. Bu nedenle kullanılabilir su tutma kapasitesinin %30'u tüketildiğinde sulamaya başlanılacak şekilde projelendirilmiştir. Ayrıca çim bitkisi için ıslatılacak toprak derinliği 30 cm alınmıştır (Güngör ve ark 2004; Orta, 2009). Uygulanacak net sulama suyu miktarı $d_n \leq d_{n_{max}}$ olacak biçimde belirlenmiştir.

3.2.1.4. Sulama Aralığının Belirlenmesi

Her sulamada uygulanacak maksimum net sulama suyu miktarı ve maksimum bitki su tüketimi değerlerinden yararlanarak maksimum sulama aralığı Eşitlik 3.5 yardımıyla hesaplanmıştır (Yıldırım, 2003; Orta, 2009).

$$SA_{max} = \frac{d_{n_{max}}}{ET_{max}} \quad (3.5)$$

Eşitlikte;

SA_{max} : Maksimum sulama aralığı, gün,

$d_{n_{max}}$:Her sulamada uygulanacak maksimum net sulama suyu miktarı, mm,

ET_{max} : Maksimum bitki su tüketimi, mm/gün'dür.

Projelemede sulama aralığı $SA \leq SA_{max}$ olacak biçimde tasarlanacaktır. Çim bitkileri için çeşide ve iklim özelliklerine bağlı olarak günlük su tüketimi değeri 4.0–12.6 mm/gün arasında değişmektedir. Ortalama olarak 6,5 mm/gün alınabilmektedir (Yıldırım, 2003). Tasarım aşamasında Çanakkale iline ait uzun yıllık iklim verilerinden yararlanılarak CROPWAT bilgisayar paket programıyla aylık referans bitki su tüketimleri hesaplanmıştır.

3.2.1.5. Uygulanacak Net Sulama Suyu Miktarı

Her sulamada uygulanacak net sulama suyu miktarı Eşitlik 3.6 yardımıyla hesaplanmıştır (Yıldırım, 2003; Orta, 2009).

$$d_n = ET \times SA \quad (3.6)$$

Eşitlikte;

d_n : Her sulamada uygulanacak net sulama suyu miktarı, mm,

SA : Sulama aralığı, gün,

ET : Bitki su tüketimi, mm/gün'dür.

3.2.1.6. Toplam Sulama Suyu İhtiyacının Belirlenmesi

Her sulamada uygulanacak toplam sulama suyu miktarının bulunmasında Eşitlik 3.7'den yararlanılmıştır (Güngör ve ark., 2004; Orta, 2009).

$$d_t = \frac{d_n}{E_a} \quad (3.7)$$

Eşitlikte;

d_t : Her sulamada uygulanacak toplam sulama suyu miktarı, mm,

d_n : Her sulamada uygulanacak net sulama suyu miktarı, mm,

E_a : Su uygulama randımanı, %'dir.

Su uygulama randımanı (E_a); rüzgâr hızı, her sulamada uygulanan su derinliği (mm) ve günlük en fazla su gereksinimi (mm/gün) göz önüne alınarak %80 alınmıştır (Yıldırım, 2008; Orta, 2009).

3.2.1.7. Sulama Süresinin Belirlenmesi

Sulama süresinin belirlenmesinde Eşitlik 3.8 kullanılmıştır (Güngör ve ark., 2004; Orta, 2009).

$$Ta = \frac{d_t}{I_y} \quad (3.8)$$

Eşitlikte;

Ta : Sulama süresi, saat,

d_t : Her sulamada uygulanacak toplam sulama suyu miktarı, mm,

I_y : Yağmurlama hızı, mm/saat'dir.

3.2.1.8. İşletme Birim Sayısının Belirlenmesi

Sulama alanına yerleştirilebilecek maksimum işletme birimi Eşitlik 3.9, minimum işletme birimi ise Eşitlik 3.10 yardımıyla hesaplanmıştır (Orta, 2009). Uygulama alanlarındaki işletme birimleri, otomasyon ile beraber birim sırasına göre ardışık olarak çalıştırılacaktır.

$$N_{\max} = \left(\frac{T_g}{T_a} \right) \times SA \quad (3.9)$$

$$N_{\min} = \frac{\Sigma q}{Q} \quad (3.10)$$

Eşitliklerde;

N_{\max} : Maksimum işletme birim sayısı, adet,

N_{\min} : Minimum işletme birim sayısı, adet,

T_g : Günde yapılabilecek sulama süresi, saat/gün,

T_a : Sulama süresi, saat,

SA : Sulama aralığı, gün,

Σq : Alandaki başlıkların toplam debisi, m³/saat,

Q : Su kaynağının debisi, L/sn'dir.

Tüm çalışma alanlarında şebeke suyu kullanılacağından $Q = 4L/sn$ olarak alınmıştır.

Örnek alanlar için ekonomik işletme birimi sayısı (N) $N_{\min} \leq N \leq N_{\max}$ olacak şekilde tasarlanmıştır.

Günde yapılacak sulama süresi (T_a) iklim, güneşlenme süresi ve kullanım yoğunluğu faktörleri göz önüne alınarak tüm alanlarda 8 saat/gün olarak alınmıştır.

3.2.1.9. İşletme Birimlerinde İzin Verilen Yük Kayıpları

İşletme biriminde izin verilen yük kayıpları, başlık işletme basıncının %20'sini geçmeyecek şekilde Eşitlik 3.11 sayesinde hesaplanmıştır. İzin verilen aralığı geçen işletme birimlerinde atış mesafeleri ve başlık debileri değişir, su dağılım düzeni bozulur (Orta, 2009).

$$h = 0.20 \times h_0 \quad (3.11)$$

Eşitlikte;

h : İşletme biriminde izin verilen yük kaybı, m,

h_o : Başlık işletme basıncı, bar'dır.

3.2.1.10. Lateral Boyunca İzin Verilen Yük Kayıpları

Lateral boyunca izin verilen yük kayıpları her bir lateral için Eşitlik 3.12 ile hesaplanır.

$$h_L = h \pm h_{gL} \quad (3.12)$$

Eşitlikte;

h_L : Lateral boyunca izin verilen yük kaybı, m,

h : İşletme biriminde izin verilen yük kaybı, m,

h_{gL} : Lateral eğimleri, m'dir.

Eşitlikte h_{gL} 'nin işareti bayır yukarı eğimde (-), bayır aşağı eğimde (+) alınır.

3.2.1.11. Lateral Boru Çapının Belirlenmesi

Lateral boru çapı hesaplanırken; lateral uzunlukları, lateral üzerindeki başlık sayısı, lateral debileri, işletme biriminde izin verilen yük kayıpları, lateral eğimleri, lateral boyunca izin verilen yük kayıpları belirlenir. Projelerde, tüm bunlar belirlendikten sonra ilgili firmaların katalogları kullanılarak lateral boru çapları belirlenmiştir (Orta, 2009).

3.2.1.12. Lateral Giriş Basıncının Hesaplanması

Lateral giriş basıncı hesaplanırken, Eşitlik 3.13'de verilen, başlığın işletme basıncı, laterallerdeki sürtünmeden kaynaklanan yük kayıpları, kılcal borular ve bağlantı elemanlarındaki yersel kayıplar ile lateraldeki kot farkları dikkate alınır (Orta, 2009).

$$H_L = h_o + h_{fL} + h_{yL} \pm h_{gL} \quad (3.13)$$

Eşitlikte;

H_L : Lateral giriş basıncı, m,

h_o : Başlık işletme basıncı , bar,

h_{fL} : Lateraldeki sürtünme yük kaybı, m,

h_{yL} : Bağlantı elemanlarındaki yersel kayıplar, m,

h_{gL} : Lateral eğimleri, m'dir.

Sistemde yer alan kılcal boru ve bağlantı elemanlarındaki yersel kayıplar, lateraldeki sürtünme kaybının %10'u kadar alınabilir.

3.2.1.13. Ana Boru Çapının Belirlenmesi ve Yük Kayıplarının Hesaplanması

Lateral boru çapları ve giriş basınçları hesaplandıktan sonra, ana boru çapı kataloglar yardımıyla bulunmuştur. Ana boru hattında meydana gelen yük kayıpları Eşitlik 3.14 yardımıyla hesaplanır (Orta, 2009).

$$h_f = h_{fL} \times L \quad (3.14)$$

Eşitlikte;

h_f : Ana borudaki yük kaybı, m,

h_{fL} : Lateraldeki sürtünme yük kaybı, m,

L : Lateral uzunluğu, m'dir.

Çalışma alanlarının tümünde ana boru üzerindeki en düşük kota, suyun gerekli zamanlarda tahliyesinin sağlanabilmesi için tahliye vanası konulmuştur.

3.2.1.14. Selenoid Vana Seçimi

İşletme birimi debileri ve lateral boru çapları dikkate alınarak ilgili kataloglar yardımıyla bulunmuş ve yük kayıpları hesaplanarak sisteme dahil edilmiştir. İlgili denklem Eşitlik 3.15'te verilmiştir (Orta, 2009).

$$H_a = H_L + h_v \quad (3.15)$$

Eşitlikte;

H_a : İşletme birimi girişinde ana boru hattında istenilen basınç, m,

H_L : Lateral giriş basıncı, m,

h_v : Vana ve vana fittingslerindeki yük kaybı, m'dir.

Filtre çıkışında ana boru hattında istenen basıncın hesaplanması için Eşitlik 3.16 kullanılır (Orta, 2009).

$$H = H_a + h_f \pm h_g \quad (3.16)$$

Eşitlikte;

H : Ana boru hattında istenen basınç, m,

H_a : İşletme birimi girişinde ana boru hattında istenilen basınç, m,

h_f : Ana borudaki yük kaybı, m,

h_g : Kot farkı, m'dir.

Eşitlikte h_g'nin işareti bayır yukarı eğimde (+), bayır aşağı eğimde (-) alınır.

3.2.1.15. Filtre Seçimi

Tüm sistemlerde şebeke suyu kullanılacağından 120 meshlik elek filtre kullanılmıştır. İlgili kataloglardan yük kaybı değeri h_f = 0,10 bar (1,02 m) olarak alınmıştır (Orta, 2009).

3.2.1.16. Kontrol Ünitesi Seçimi

Tüm çalışma alanlarında bir ve iki istasyonlu pilli kontrol üniteleri kullanılmış ve kullanım kolaylığı düşünülerek vana kutularının içine konulmuştur.

3.2.1.17. Pompa Özelliklerinin Saptanması

Pompa özelliklerinin belirlenebilmesi için; Eşitlik 3.17 yardımıyla toplam manometrik yükseklik hesaplanmıştır. Piyasadan ihtiyaç duyulan debiye ve manometrik yüksekliğe göre pompa seçilmiştir.

$$H_m = H + h_{kb} + h_{se} + h_y \quad (3.17)$$

Eşitlikte;

H_m: Manometrik yükseklik, m,

H : Ana boru hattında istenen basınç, m,

h_{kb} : Kontrol birimindeki yük kayıpları, m,

h_{se} : Kuyu statik emme yüksekliği, m,

h_y : Emme hattındaki yük kayıpları, m'dir.

Ayrıca, söz konusu alanlarda şebeke suyu kullanıldığından, şebeke suyunun basıncı ve debi değerleri projelirmede kullanılmıştır.

3.2.2. Damla Sulama Sisteminin Projelendirilmesi

Uygulama alanında yağmurlama sulama yapılamayan yerlerde damla sulama sistemi kullanılmıştır. Damla sulama sisteminin projelendirilmesi ise Orta (2009)'a göre yapılmıştır.

3.2.2.1. Damlatıcı Aralığının Bulunması

Damlatıcı aralığının bulunması için Eşitlik 3.18'de olduğu üzere damlatıcı debisi ve toprağın su alma hızından yararlanır. Damlatıcı debisi ise Çizelge 3.3'te verilmiş olan toprağın su alma hızına göre seçilir. Uygulamalarda hafif bünyeli topraklar bu değer 8-16 L/saat, orta bünyeli topraklar için 4-8 L/saat, ağır bünyeli topraklar da ise 4-8 L/saat debili damlatıcılar tercih edilir (Orta, 2009). Damla sulama sistemi kullanılan çalışma alanlarının tümünde online damlatıcılar kullanılmıştır.

$$S_d = 0.9 * \sqrt{\left(\frac{q_d}{I}\right)} \quad (3.18)$$

Eşitlikte;

S_d : Damlatıcı aralığı, m,

q_d : Damlatıcı debisi, L/saat,

I : Toprağın infiltrasyon hızı, mm/saat'dir.

3.2.2.2. Islatılan Alan Yüzdesinin Bulunması

Damlatıcıları ıslatma oranı hesaplamak için aşağıdaki denklemlerden (Eşitlik 3.19-3.21) birisi kullanılır.

Her bitki sırasına veya her iki bitki sırasına tek lateral düşecek şekilde yapılan tertipte kullanılacak eşitlik;

$$P = 100 * \frac{S_d}{S_l} \quad (3.19)$$

Her bitki sırasına iki lateral döşenmiş ise kullanılacak eşitlik;

$$P = 100 * \frac{2S_d}{S_s} \quad (3.20)$$

Her bitkiye çok çıkışlı damlatıcılar veya salkım tertip biçimi döşenmişse kullanılacak eşitlik;

$$P = 100 * \frac{n * S_d^2}{S_a * S_s} \quad (3.21)$$

Eşitliklerde;

P : Islatılan alan yüzdesi, %,

n : Bir ağaca düşen damlatıcı sayısı, adet,

S_d: Damlatıcı aralığı, m,

S_a: Sıra üzerindeki ağaç aralığı, m ve

S_s: Ağaç sıra aralığı, m'dir.

3.2.2.3. Uygulanacak Maksimum Net Sulama Suyu Miktarı

Her sulamada uygulanacak maksimum net sulama suyu miktarı Eşitlik 3.22 yardımıyla hesaplanmıştır (Orta, 2009).

$$d_{n_{max}} = d_k \cdot D \cdot R_y \cdot (P / 100) \quad (3.22)$$

Eşitlikte;

$d_{n_{max}}$: Her sulamada uygulanacak maksimum net sulama suyu miktarı, mm,

d_k : Toprağın kullanılabilir su tutma kapasitesi, mm/m,

D : Islatılacak toprak derinliği, m (Çalı ve ağaç grubu için tüm alanlarda 60 cm olarak alınmıştır),

R_y : Kullanılabilir su tutma kapasitesinin tüketilmesine izin verilen kısmı, %'dir. (Çalı ve ağaç grubu için tüm alanlarda %40 olarak alınmıştır).

P : Islatılan alan yüzdesi, %, dır.

3.2.2.4. Bitki Su Tüketimi

Damla sulama yönteminde ıslatılan alan bitki tarafından gölgelendiği için bitki su tüketimi yağmurlama sulamaya oranla daha düşük olmaktadır (Eşitlik 3.23).

$$T = ET \cdot \frac{P_s}{85} \quad (3.23)$$

Eşitlikte;

T : Bitki su tüketimi, mm/gün,

ET : Geleneksel yöntemlerle hesaplanan bitki su tüketimi, mm/gün,

P_s : Bitki tarafından gölgelenen alan yüzdesi, %'dir.

3.2.2.5. Maksimum Sulama Aralığı

Maksimum sulama aralığı, net sulama suyu miktarının, bitki su tüketimine bölünmesi ile bulunur (Eşitlik 3.24) ve $SA \leq SA_{max}$ olacak şekilde ayarlanmaktadır (Orta, 2009).

$$SA_{max} = \frac{d_{nmax}}{T} = SA \quad (3.24)$$

Eşitlikte;

SA_{max} : Maksimum sulama aralığı, gün,

d_{nmax} : Her sulamada uygulanacak maksimum net sulama suyu miktarı, mm,

T : Bitki su tüketimi, mm/gün,

SA : Sulama aralığı, gündür.

3.2.2.6. Uygulanacak Net Sulama Suyu Miktarı

Alana uygulanacak sistem ile toprağa verilen net sulama suyu miktarı Eşitlik 3.25'te verilmiştir.

$$d_n = T \cdot (SA) \quad (3.25)$$

Eşitlikte;

d_n : Uygulanacak net sulama suyu miktarı, mm,

T : Bitki su tüketimi, mm/gün,

SA : Sulama aralığı, gündür.

3.2.2.7. Uygulanacak Toplam Sulama Suyu Miktarı

Damla sulama sisteminin randımanıyla beraber uygulanacak toplam sulama suyu miktarı Eşitlik 3.26'da verilmiştir (Orta, 2009).

$$d_t = \frac{d_n}{E_a} \quad (3.26)$$

Eşitlikte;

d_t : Uygulanacak toplam sulama suyu miktarı, mm,

d_n : Uygulanacak net sulama suyu miktarı, mm,

E_a : Su uygulama randımanı, % (Damla sulama sistemi için %85 alınır).

3.2.2.8. Birim Alandaki Damlatıcı Sayısı

Bir dekar alandaki damlatıcı sayısı Eşitlik 3.27’de verilmiştir.

$$N = \frac{1000}{S_l * S_d} \quad (3.27)$$

Eşitlikte;

N : Birim alandaki damlatıcı sayısı, adet/da’dır.

S_d : Damlatıcı aralığı, m,

S_l : Lateral aralığı, m’dir.

3.2.2.9. Sulama Süresi

Damla sulama sistemindeki sulama süresi hesabı Eşitlik 3.28’de verilmiştir.

$$T_a = \frac{1000 * d_t}{q_d * N} \quad (3.28)$$

Eşitlikte;

T_a : Sulama süresi, saat,

d_t : Uygulanacak toplam sulama suyu miktarı, mm,

q_d : Damlatıcı debisi, L/saat,

N : Birim alandaki damlatıcı sayısı, adet/da’dır.

3.2.2.10. Lateral Üzerindeki Damlatıcı Sayısı

Sistemin lateralleri üzerindeki damlatıcı sayısı hesabı Eşitlik 3.29’da verilmiştir.

$$n_d = \frac{L}{S_d} \quad (3.29)$$

Eşitlikte;

n_d : Lateral üzerindeki damlatıcı sayısı, adet,

L : Lateral uzunluğu, m,

S_d : Damlatıcı aralığı, m’dir.

3.2.2.11. Lateral Debisi

Lateral debisi hesabıyla ilgili denklem Eşitlik 3.30'da verilmiştir.

$$Q = n_d \times q_d \quad (3.30)$$

Eşitlikte;

Q : Lateral debisi, L/saat,

n_d : Lateral üzerindeki damlatıcı sayısı, adet,

q_d : Damlatıcı debisi, L/saat'tir.

3.2.2.12. İşletme Biriminde İzin Verilen Yük Kayıpları

İn-line damlatıcı tipi için kullanılan denklem Eşitlik 3.31'de verilmiştir.

$$h = 0,15 \times h_0 \quad (3.31)$$

Eşitlikte;

h_0 : İşletme basıncı, bar,

h : İşletme biriminde izin verilen yük kaybı, m'dir.

3.2.2.13. Lateral Boyunca İzin Verilen Yük Kayıpları

Alternatif çaplar için yük kayıpları belirlenir ve izin verilen değerler içerisinde kalıp kalmadığı kontrol edilir. Yük kaybı hesabı Eşitlik 3.32'de verilmiştir.

$$h_L = 0,55 \times h \pm h_{gL} \quad (3.32)$$

Eşitlikte;

h_L : Lateral boyunca izin verilen yük kaybı, m,

h : İşletme biriminde izin verilen yük kaybı, m,

h_{gL} : Lateral eğimi, m'dir.

3.2.2.14. Lateral ve Manifold Boru Çapı

Yük kayıpları Şekil 3.6'dan hesaplanan lateral ve manifoldların yük kayıpları Çizelge 3.4'ten F faktörü değerleri ile düzenlenir. İzin verilen yük kaybı değerini aşmayacak şekilde

lateral ve manifold çapları seçilir. İzin verilen sınırlar içerisinde kalmayan lateral veya manifold çapları istenilen değer aralıklarına gelene kadar kademe kademe büyülterek çap seçimi yapılır.

Çizelge 3.4. F faktörü

Damlaticı sayısı	F faktörü	Damlaticı sayısı	F faktörü
8	0,415	20	0,376
10	0,402	25	0,371
12	0,394	30	0,368
14	0,387	40	0,364
16	0,382	50	0,361
18	0,379	100 ve fazla	0,356

3.2.2.15. Lateral ve Manifold Giriş Basıncı

Lateral boru hatlarının giriş basıncı Eşitlik 3.33 ile;

$$H_L = h_o + 0.77 \cdot h_{fL} \pm \frac{1}{2} h_{gL} \quad (3.33)$$

Manifold boru hatlarındaki giriş basıncı ise Eşitlik 3.34 ile hesaplanır:

$$H_{mm} = H_L + h_{fm} \pm h_{gm} \quad (3.34)$$

Eşitliklerde;

H_L : Lateral boru hatlarının giriş basıncı, m,

h_{fL} : Lateral boyunca meydana gelen yük kayıpları, m,

h_{gL} : Lateral boyunca eğimden kaynaklanan yükseklik farkı, m,

H_{mm} : Manifold giriş basıncı, m,

h_{fm} : Manifold boyunca meydana gelen yük kayıpları, m,

h_{gm} : Manifold boyunca eğimden kaynaklanan yükseklik farkı, m.

3.2.2.16. Ana Boru Seçimi

Çalışma alanlarında yağmurlama ve damla sulama sistemleri aynı ana boru hattına bağlanmıştır.

3.2.2.17. Selenoid Vana Seçimi

Yağmurlama sulama ile projelendirilen damla sulama tasarımlarında ana borudaki basıncın farklılık yaratmaması için mutlaka basınç regülatörlü vanalar seçilmiştir.

3.2.2.18. Filtre Seçimi

Sistemde şebeke suyu kullanılacağından, ana boru hattına elek filtre eklenmesi hem yağmurlama hem de damla sulama sistemi için yeterli olacaktır.

3.2.2.19. Kontrol Ünitesi Seçimi

Yağmurlama sulama sisteminde kullanılacak pilli kontrol ünitesinin istasyon sayısına damla sulama istasyon sayısı eklenerek aynı ünite kullanılabilir.

3.2.2.20. Maliyet Hesaplaması

Yapılan sulama sistemi tasarımı ardından, kullanılan ekipman ve malzemeler belirlendikten sonra dolar kuru üzerinden toplam sulama sisteminin maliyeti hesaplanmıştır.

BÖLÜM 4

ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Bu çalışma kapsamında, Çanakkale iline ait 12 adet peyzaj alanının sulama sistemi incelenmiştir. İncelenen alanların birçoğunda peyzaj düzenlemesi henüz yapılmamış ve otomatik sulama sistemi bulunmamaktadır. Otomatik sulama sisteminin bulunduğu bazı parklarda ise sulama sisteminde sorun olduğu için destekleme yapılmak zorunda kalınmıştır. Bununla birlikte, bazı parklarda sulama sistemi olmadığı için, ya taşınabilir yağmurlama başlıklarıyla sulamalar yapılmakta ya da hiçbir sulama uygulaması yapılmadığı için bitkiler kendi hallerine terk edilmiştir.

4.1. Hasret Parkı Sulama Sistem Tasarımı

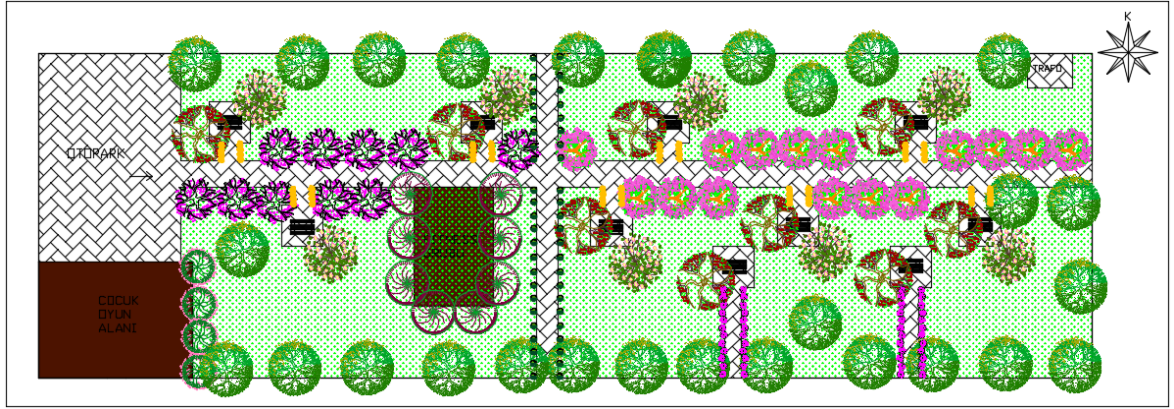
Peyzaj düzenlemesi ve dolayısıyla sulama sistemi bulunmayan alanda, yoğun çam ağaçlarının altında sağlıklı yetişemeyen çim uygulaması bulunmaktadır (Şekil 4.1). Belediye tarafından yeniden düzenlemesi gündemde olan ve lise öğrencilerinin uğrak yeri olan alanda mevcut çimler taşınabilir yağmurlama başlıklarıyla sulanırken, bazı zamanlarda hiç sulanmamaktadır (Şekil 4.2). Ayrıca, sert zeminlerden geçen sulama hortumları çocuklar ve yaşlılar için tehlike oluşturduğu görülmüştür. Bu alan için tasarlanan peyzaj projesi ve alana uygun otomatik sulama sistemi tasarımı ile alan daha kullanılabilir hale gelecektir. Hasret Parkı için çalışma kapsamında tasarlanan peyzaj projesi görünümü Şekil 4.3’de verilmiştir. Alanda beton parke taşı üzerinde 1 adet çocuk oyun alanı ve açık hava fitness aletleri ile beraber 10 adet oturma birimi bulunmaktadır. Sulama sistemi olmayan alan, taşınabilir başlıklar ile saatlerce sulandığı için yer yer yüzeyde göllenmeler oluşmaktadır (Şekil 4.4). Tasarlanan peyzaj projesine uygun olarak sadece yağmurlama sulama sistemi kullanılmıştır.



Şekil 4.1. Hasret Parkı çim alanı



Şekil 4.2. Hasret Parkında kullanılan yağmurlama başlığı



Şekil 4.3. Hasret Parkı peyzaj projesi

Parkın projelendirilmesinde mevcut alandaki sulama sistemi tasarımında su kaynağı olarak şebeke suyu kullanılmıştır. Kullanılan yağmurlama başlığı ve özellikleri Çizelge 4.1’de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Hasret Parkı başlık verileri

Başlık Özellikleri	Hunter PGP Ultra Kısa Atış	
	Mesafeli	
Kullanılan Nozul	0,5	
Çalışma basıncı (bar)	3,5	
Atış mesafesi (m)	5,5	
Başlık Debisi (L/dak)	1,9	

4.1.1. Yağmurlama Sulama Sistemi Ön Projelene Faktörleri

Projelene başlanmadan önce materyal ve yöntemde belirtilen ön projelene faktörleri hesaplanarak (yağmurlama hızı (mm/saat), her sulamada uygulanacak maksimum net sulama suyu miktarı (mm), sulama aralığı (gün), her sulamada uygulanacak net sulama suyu miktarı (mm), her sulamada uygulanacak toplam sulama suyu miktarı (mm), sulama süresi (dak), maksimum ve minimum işletme birim sayıları (adet)) Çizelge 4.2’de verilmiştir.

Çizelge 4.2. Hasret Parkı ön projelene faktörleri

Iy	dn _{max}	SA	dn	dt	Ta	N _{max}	N _{min}
(mm/saat)	(mm)	(gün)	(mm)	(mm)	(dak)	(adet)	(adet)
7,93	15,75	2	13	16,25	122	7	2



Şekil 4.4. Hasret Parkında uygulanan sulama yöntemi

4.1.2. Debi, Alan ve Sulama Süreleri

Yapılan hesaplamalar sonucunda işletme birimlerine ayrılan Hasret Parkı’nın debisi, alanı ve sulama süreleri Çizelge 4.3’te verilmiştir. Buna göre işletme birimlerine bölünen çalışma alanının debileri 2,62 – 5,81 m³/saat arasında değişirken, alanları 320 – 836 m² arasında değişmektedir.

Çizelge 4.3. Hasret Parkı debi, alan ve sulama süreleri

Parsel Numarası	Debi (m ³ /saat)	Alan (m ²)	Sulama Süresi (dak)
1	2,62	320	122
2	3,99	486	122
3	5,81	836	122
4	3,93	602	122

İşletme birimleri aynı anda çalıştırılmayacak, otomasyon sisteminde birim sırasına göre ve günde iki sefer (sabah ve akşam) 61'er dakika olmak üzere sulanacaktır (Çizelge 4.4). İlk sulama 21:00 – 01:07 arası yapılırken, ikinci sulama 04:00 – 08:07 arası yapılacaktır.

Çizelge 4.4. Hasret Parkı sulama sistem programlanması

Parsel No	1.sulama		2.sulama	
	Başlangıç	Bitiş	Başlangıç	Bitiş
1	21:00	22:01	04:00	05:01
2	22:02	23:03	05:02	06:03
3	23:04	00:05	06:04	07:05
4	00:06	01:07	07:06	08:07

4.1.3. Lateral Boru Hesaplamaları

Lateral boru hesaplamalarıyla ilgili tüm bulgular Çizelge 4.5'de verilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre lateral uzunlukları 66 – 122 m, lateral üzerindeki başlık sayıları 22 – 48 adet, lateral debileri 0,72 – 1,61 L/sn, lateral eğimleri 0 – 2,97 m (lateraller eğim yönünde düşeneceği için (-) değer almaktadır), laterallerde sürtünmeden kaynaklanan yük kaybının izin verilen değerleri 7,1 – 10,07 m, lateral boru çapları 40 – 25 mm (çaplar izin verilen kadar küçültülmüştür), lateral içerisindeki suyun hızı 1,08 – 1,69 m/s, lateral içerisinde hızdan kaynaklanan yük kayıpları 2,54 – 7,38 m, lateral giriş basınçları 3,4 – 4,1 bar ve selenoid vana çapları 1" – 1^{1/2}" arasında değişmektedir.

Çizelge 4.5. Hasret Parkı lateral boru hesaplamaları

Lateral Verileri	İşletme Birimi			
	L1	L2	L3	L4
Uzunluk (m)	66	91	122	90
Başlık Sayısı (adet)	22	33	48	31
Debi (L/sn)	0,72	1,10	1,61	1,09
Eğim (m)	1,98(-)	0	1,58(-)	2,97(-)
İzin Verilen Yük Kaybı (m)	9,08	7,1	8,68	10,07
Boru Çapı (mm)	32	40-25	40-32	40-32
Hız (m/s)	1,35	1,08	1,08	1,69
Yük Kaybı (m)	5,74	3,98	7,38	2,54
Giriş Basıncı (bar)	3,9	3,9	4,1	3,4
Vana Anma Çapı (Ø)	1"	1 ^{1/2} "	1 ^{1/2} "	1 ^{1/2} "

4.1.4. Ana Boru Hesaplamaları

Laterallere hizmet eden ana boru ile ilgili hesaplamalar sonucunda elde edilen bulgular Çizelge 4.6'da verilmiştir.

Çizelge 4.6. Hasret Parkı ana boru hesaplamaları

Uzunluk (m)	Debi (L/sn)	Çap (mm)	Yük Kaybı(m)
43	1,61	50	1,56

4.1.5. Selenoid Vana Hesaplamaları

Selenoid vana ile ilgili bulgular Çizelge 4.7'de verilmiştir. İşletme birimlerindeki selenoid vanaların giriş basınçları 38,1 – 45,2 m arası değişirken, ana boru üzerindeki vananın basıncı 45,8 m'dir.

Çizelge 4.7. Hasret Parkı selenoid vana giriş basınç hesaplamaları

Basınç (m)	H _{a1}	H _{a2}	H _{a3}	H _{a4}	H
	42,2	42,7	45,2	38,1	45,8

4.1.6. Filtre Seçimi

Sistemde şebeke suyu kullanılacağından giriş-çıkış çapı 1^{1/2}" olan 120 meshlik bir elek filtre seçilmesi yeterli görülmüştür. Elek filtredeki yük kaybı değeri $h_f = 0,10$ bar (1,02 m)

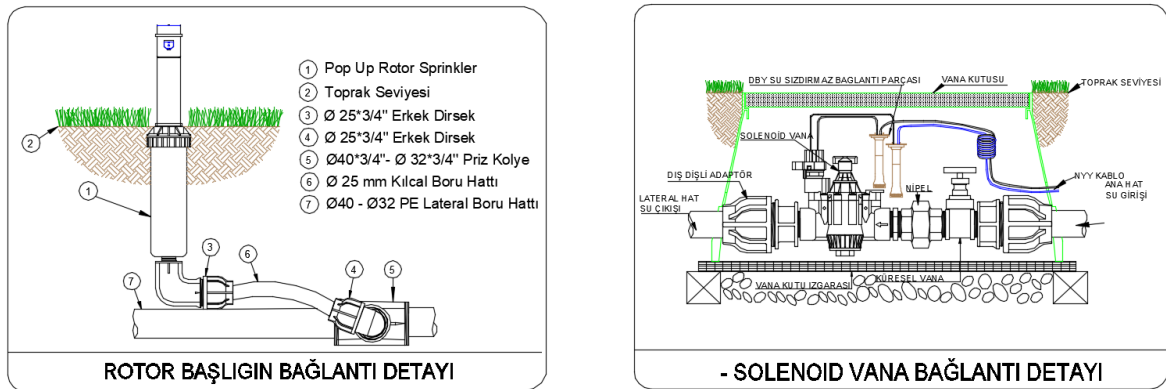
4.1.7. Kontrol Ünitesi Seçimi

Uygulama ve kullanım kolaylığı açısından tek ve çift istasyonlu pilli kontrol üniteleri birimlerin kontrolü için uygun görülmüştür. İşletme birim sayısı 1'den fazla olduğu için de her kontrol ünitesinin kendi vana kutusunun içerisine konulması, kullanım açısından daha kolay olacaktır.

4.1.8. Sistem Kapasitesi Hesaplamaları

En fazla debi taşıyacak olan lateral ve ana borunun debisinin 1,61 L/sn ve $H_m = 50$ m olmasından dolayı sisteme elektrikli pompa eklenmiştir.

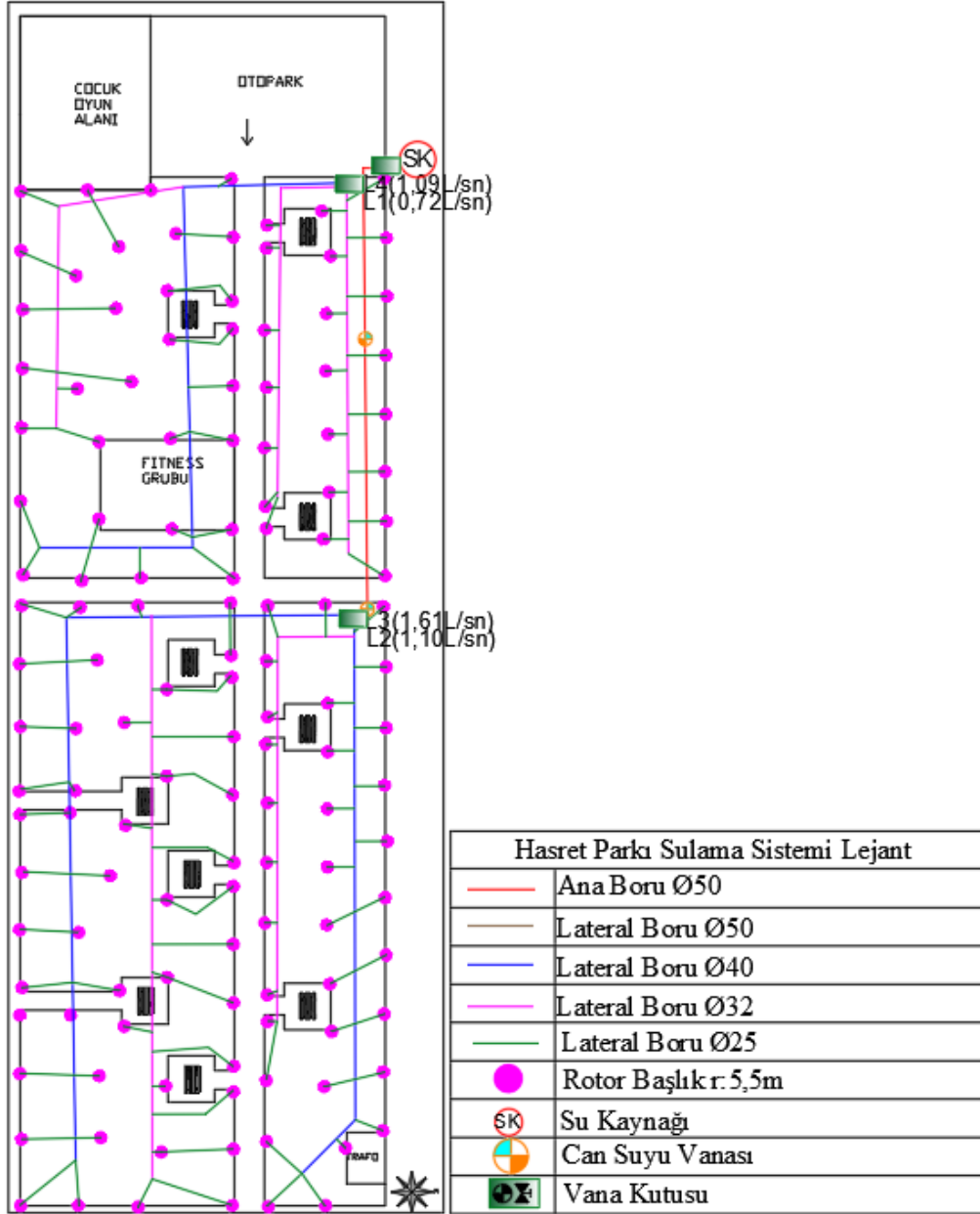
Şekil 4.5'te parkın rotor başlık ve selenoid vana detayı çizimi verilmiştir. Hasret Parkına ait sulama sisteminin boru hattı şeması ve sulama deseni sırasıyla, Şekil 4.6 ve Şekil 4.7'de gösterilmiştir.



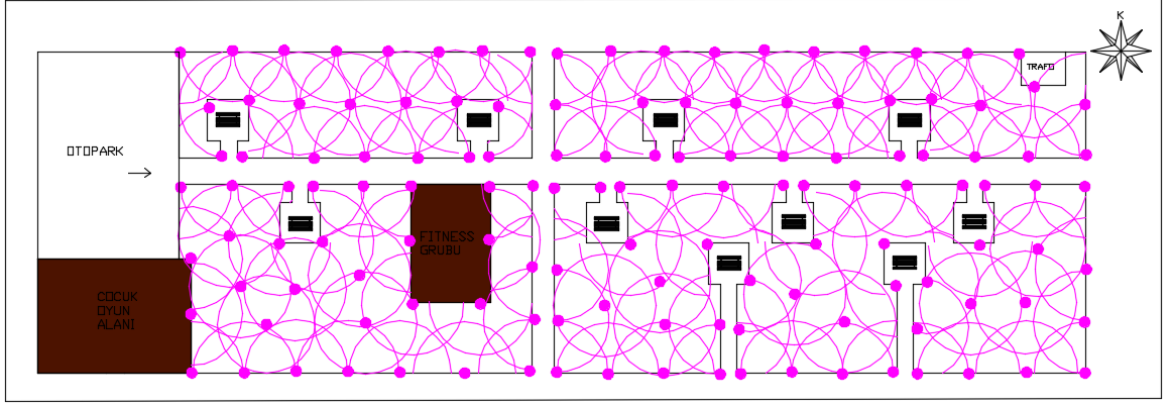
Şekil 4.5. Hasret Parkı rotor başlık ve selenoid vana bağlantı detayı

Sistemdeki ana boru 50 mm çapında iken, lateraller ise 50 – 32 mm arasında değişiklik göstermiştir. Kılcal hatlar ise 25 mm çaplı PE borulardan oluşmaktadır. Alanda ana boru

üzerine konumlandırılan 2 adet can suyu vanasının da yeri lejantta gösterilmektedir. Atış mesafesi 5,5 m olan başlıklar ise pembe renk ile gösterilmiştir (Şekil 4.6). Örneğin bu projede 1 ve 4 nolu lateral ile aynı vana kutusu ve kontrol panelini paylaşırken, 2 ve 3 nolu lateraller de aynı vana kutusu ve kontrol panelini kullanmaktadırlar. Söz konusu alana ilişkin sulama deseni Şekil 4.7’de görüldüğü üzere ise tek tip başlık kullanıldığından atış mesafelerinin işaretleri alanlarda uniform ve tek renk olarak dağılmıştır.



Şekil 4.6. Hasret Parkı sulama sistemi ve lejant



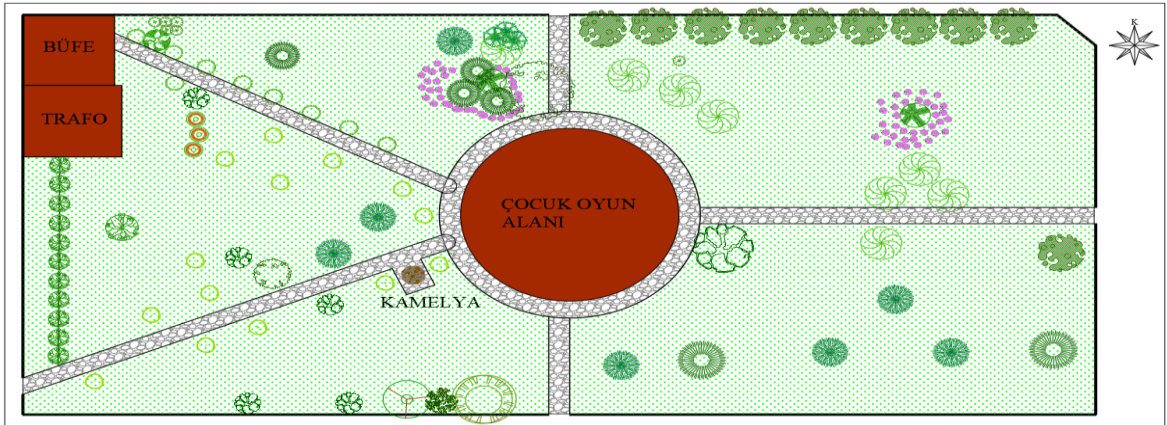
Şekil 4.7. Hasret Parkı sulama deseni

4.1.9. Maliyet

Yapılan çalışmalar sonucunda alana uygulanması düşünülen sulama sisteminin toplam maliyeti: 5267 \$'dır. Bu projede 1 dekar alanın maliyeti yaklaşık 1,500 \$ olmaktadır.

4.2. Kesk Parkı Sulama Sistem Tasarımı

Kesk Parkı mevcut peyzaj projesi görünümü Şekil 4.8'de gösterilmiştir. Alanda beton parke taşı uygulamasının ortasında 1 adet çocuk oyun alanı ile beraber 1 adet oturma birimi bulunmaktadır. Söz konusu alanın şu anda herhangi bir peyzaj düzenlemesi gündemde olmadığından, sulama sistemi de bulunmamaktadır. Parkın sonbaharda mevsimdeki görünüşü Şekil 4.9'da verilmiştir. Alanda gelişi güzel konumlandırılan ağaç ve çalılar düzensiz bir görüntü oluştururken, çim alandaki sorunlar da Şekil 4.10'da açıkça görülmektedir. Tasarlanan peyzaj projesine uygun olarak sadece yağmurlama sulama sistemi kullanılmıştır.



Şekil 4.8. Kesk Parkı peyzaj projesi (Anonim, 2018)

Parkın projelendirilmesinde mevcut alanda su kaynağı olarak şebeke suyu kullanılmıştır. Kullanılan başlık ve özellikleri Çizelge 4.8’de verilmiştir.

Çizelge 4.8. Kesk Parkı başlık verileri

Başlık Özellikleri	Hunter PGP Kırmızı	Hunter PGP Ultra Siyah
Kullanılan Nozul	4	0,5
Çalışma basıncı (bar)	3,5	3,5
Atış mesafesi (m)	5,5	10,1
Başlık Debisi (L/dak)	1,9	6,2



Şekil 4.9. Kesk Parkı görünümü



Şekil 4.10. Kesk Parkı yeşil alan görünümü

4.2.1. Yağmurlama Sulama Sistemi Ön Projelene Faktörleri

Projelene başlanmadan önce materyal ve yöntemde belirtilen ön projelene faktörleri hesaplanarak Çizelge 4.9’da verilmiştir.

Çizelge 4.9. Kesk Parkı ön projelene faktörleri

Iy (mm/saat)	dn _{max} (mm)	SA (gün)	dn (mm)	dt (mm)	Ta (dak)	N _{max} (adet)	N _{min} (adet)
7,2	9,45	1	6,5	8,125	68	7	1

4.2.2. Debi, Alan ve Sulama Süreleri

Yapılan hesaplamalar sonucunda işletme birimlerine ayrılan Kesk Parkı’nın debisi, alanı ve sulama süreleri Çizelge 4.10’da verilmiştir. Buna göre işletme birimlerine bölünen çalışma alanının debileri 3,0 – 5,39 m³ /saat arasında değişirken, alanları 349 – 752 m² arasında değişmektedir.

İşletme birimleri aynı anda çalıştırılmayacak, otomasyon sisteminde birim sırasına göre ve günde iki sefer (sabah ve akşam) 34’er dakika olmak üzere sulanacaktır (Çizelge 4.11). İlk sulama 21:00 – 23:54 arası yapılırken, ikinci sulama 04:00 – 06:54 arası yapılacaktır.

Çizelge 4.10. Kesk Parkı sulama sistem programlanması

Parsel No	1.sulama		2.sulama	
	Başlangıç	Bitiş	Başlangıç	Bitiş
1	21:00	21:34	04:00	04:34
2	21:35	22:09	04:35	05:09
3	22:10	22:44	05:10	05:44
4	22:45	23:19	05:45	06:19
5	23:20	23:54	06:20	06:54

Çizelge 4.11. Kesk Parkı debi, alan ve sulama süresi

Parsel Numarası	Debi (m ³ /saat)	Alan (m ²)	Sulama Süresi (dak)
1	3,0	349	68
2	5,4	752	68
3	5,4	752	68
4	3,3	417	68
5	3,7	610	68

4.2.3. Lateral Boru Hesaplamaları

Lateral boru hesaplamalarıyla ilgili tüm bulgular Çizelge 4.12’de verilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre lateral uzunlukları 55 – 97 m, lateral üzerindeki başlık sayıları 11 – 25 adet, lateral debileri 0,87 – 1,49 L/sn, lateral eğimleri 1,81 – 2,71 m, laterallerde sürtünmeden kaynaklanan yük kaybının izin verilen değerleri 8,91 – 9,81 m, lateral boru çapları 40 – 32 mm (çaplar izin verilen kadar küçültülmüştür), lateral içerisindeki suyun hızı 1,20 – 1,78 m/s, lateral içerisinde hızdan kaynaklanan yük kayıpları 3,40 – 9,79 m, lateral giriş basınçları 3,6 – 4,2 bar ve selenoid vana çapları 1" – 1^{1/2}" arasında bulunmuştur.

Çizelge 4.12. Kesk Parkı lateral boru hesaplamaları

Lateral Verileri	İşletme Birimi				
	L1	L2	L3	L4	L5
Uzunluk (m)	55	75	97	82.5	72
Başlık Sayısı (adet)	22	14	14	25	11
Debi (L/sn)	1,36	1,49	1,49	0,87	1,03
Eğim (m)	1,81(-)	2,47(-)	2,71(-)	2,31(-)	2,37(-)
Lateralde İzin Verilen Yük Kaybı (m)	8,91	9,57	9,81	9,41	9,47
Boru Çapı (mm)	40	40	40	32	40-32
Hız (m/s)	1,63	1,78	1,78	1,64	1,20
Yük Kaybı (m)	5,06	7,57	9,79	8,66	3,40
Giriş Basıncı (bar)	3,8	4	4,2	4,1	3,6
Vana Anma Çapı (Ø)	1 ^{1/2} "	1 ^{1/2} "	1 ^{1/2} "	1"	1 ^{1/2} "

4.2.4. Ana Boru Hesaplamaları

Laterallere hizmet eden ana boru ile ilgili hesaplamalar sonucunda elde edilen bulgular Çizelge 4.13'te verilmiştir.

Çizelge 4.13. Kesk Parkı ana boru hesaplamaları

Uzunluk (m)	Debi (L/sn)	Çap (mm)	Yük Kaybı(m)
52	1,49	40	5,25

4.2.5. Selenoid Vana Hesaplamaları

Selenoid vana ile ilgili bulgular Çizelge 4.14'te verilmiştir. İşletme birimlerindeki selenoid vanaların giriş basınçları 39,5 – 46,5 m arası değişirken, ana boru üzerindeki vananın basıncı 49,7 m'dir.

Çizelge 4.14. Kesk Parkı selenoid vana giriş basınç hesaplamaları

Basınç (m)	H _{a1}	H _{a2}	H _{a3}	H _{a4}	H _{a5}	H
	41,6	44,3	46,5	45,2	39,5	49,7

4.2.6. Filtre Seçimi

Sistemde şebeke suyu kullanılacağından giriş-çıkış çapı 1^{1/4"} olan 120 meshlik bir elek filtre seçilmesi yeterli görülmüştür. Elek filtredeki yük kaybı değeri $h_f = 0,10$ bar (1,02 m)

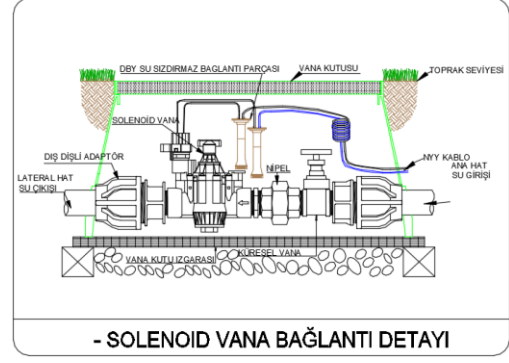
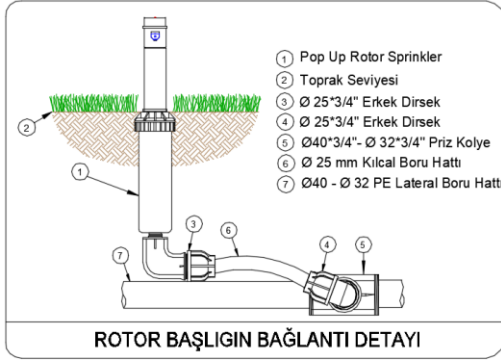
4.2.7. Kontrol Ünitesi Seçimi

Uygulama ve kullanım kolaylığı açısından tek ve çift istasyonlu pilli kontrol üniteleri birimlerin kontrolü için uygun görülmüştür. İşletme birimi 1'den fazla olduğu için de her kontrol ünitesinin kendi vana kutusunun içerisine konulması, kullanım açısından daha kolay olacaktır.

4.2.8. Sistem Kapasitesi Hesaplamaları

En fazla debi taşıyacak olan lateral ve ana borunun debisinin 1,49 L/sn ve $H_m = 50$ m olmasından dolayı sisteme elektrikli pompa eklenmiştir.

Şekil 4.11'de parkın rotor başlık ve selenoid vana detayı çizimi, çim alanın görünümü ise Şekil 4.12'de verilmiştir.

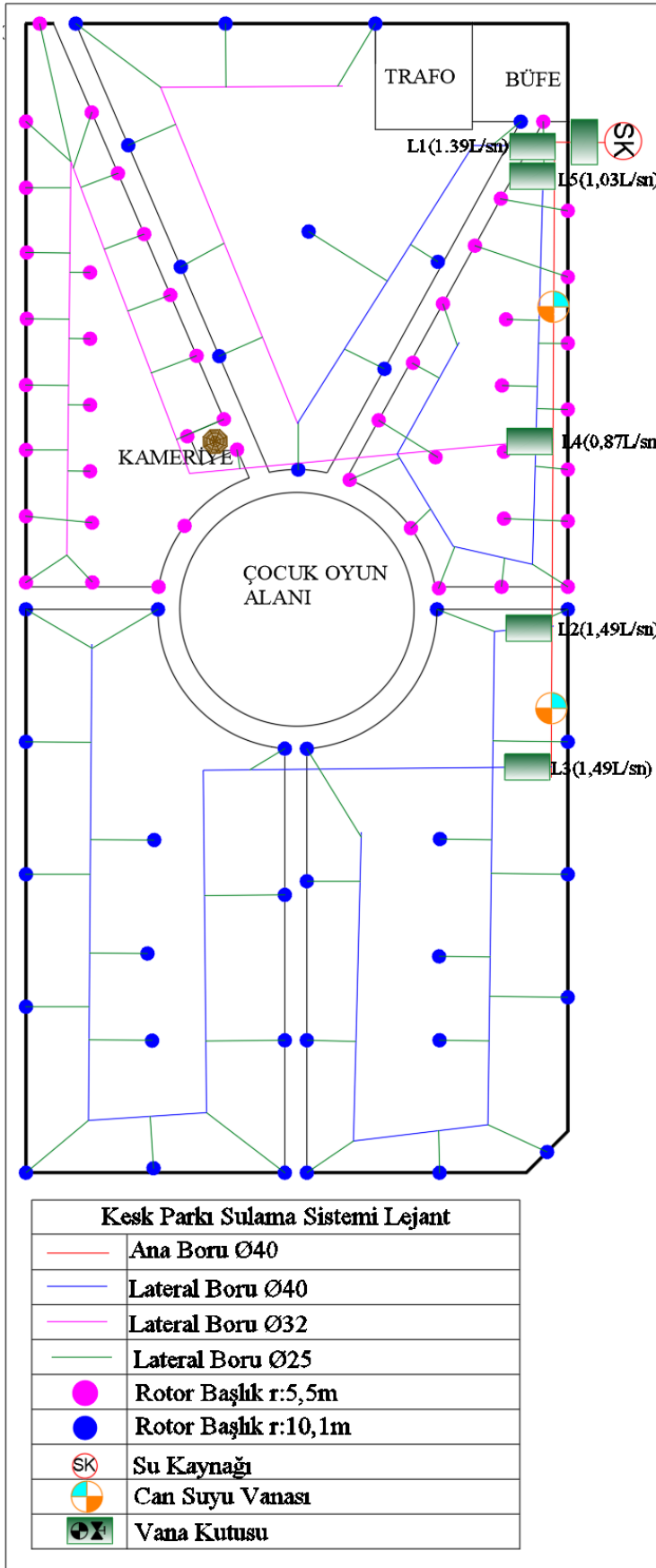


Şekil 4.11. Kesk Parkı rotor başlık ve selenoid vana bağlantı detayı

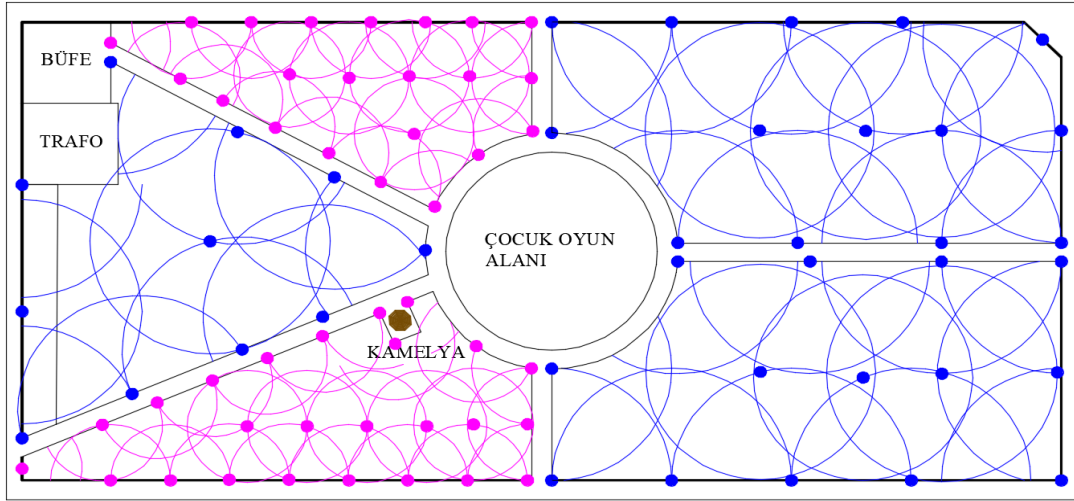


Şekil 4.12. Kesk Parkı yeşil alan görünümü

Şekil 4.13'te görüldüğü üzere sistemdeki ana boru 40 mm çapında iken, lateraller ise 40 – 32 mm arasında değişiklik göstermiştir. Kılcal hatlar ise 25 mm çaplı PE borulardan oluşmaktadır. Alanda ana boru üzerine konumlandırılan 2 adet can suyu vanasının da yeri lejantta gösterilmektedir. Atış mesafesi 5,5 m olan başlıklar pembe renk, 10,1 m olanlar ise lacivert ile gösterilmiştir. Örneğin bu projede 1 ve 5 nolu lateral ile aynı vana kutusu ve kontrol panelini paylaşırken, 2, 3 ve 4 nolu lateraller de ayrı vana kutusu ve kontrol panelini kullanmaktadırlar. Şekil 4.14'te görüldüğü üzere ise iki tip başlık kullanıldığından atış mesafelerinin işaretleri pembe (5,5 m) ve lacivert (10,1 m) olarak gösterilmiştir.



Şekil 4.13. Kesik Parkı sulama sistemi ve lejant



Şekil 4.14. Kesik Parkı sulama deseni

4.2.9. Maliyet

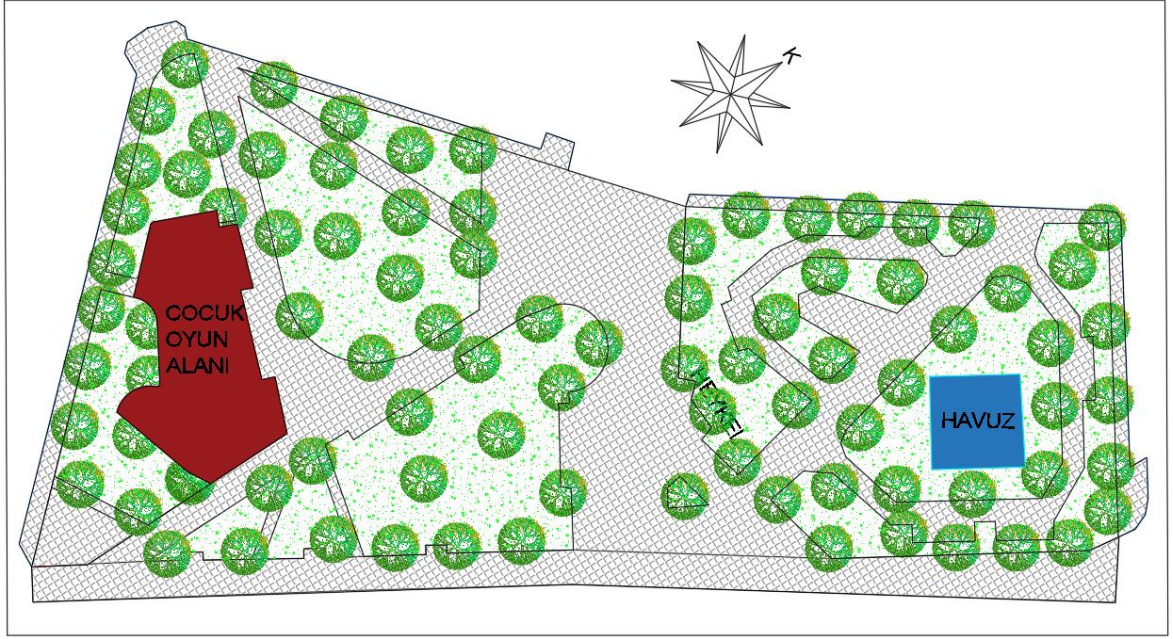
Yapılan çalışmalar sonucunda alana uygulanması düşünülen sulama sisteminin toplam maliyeti 4148 \$'dır. Bu projede 1 dekar alanın maliyeti yaklaşık 1382 \$ olmaktadır.

4.3. Muammer Aksoy Parkı Sulama Sistem Tasarımı

Çanakkale'nin merkezindeki Cumhuriyet Meydanı'nın hemen arkasında bulunan park konumu açısından tam bir cazibe merkezidir. Hemen hemen her Çanakkaleli'nin bir kez durup dinlendiği ve soluk aldığı bir alandır. Yapılan çeşitli uygulamalarla (plastik elemanlar, süs havuzu vb.) çekici hale getirilmeye çalışılsa da sürdürülebilirliği sağlayan bir otomatik sulama sistemi bulunmadığından kötü görüntülere sahne olmaktadır (Şekil 4.15). Alanın mevcuttaki peyzaj projesi Şekil 4.16'da gösterilmiş olup kısa vadede herhangi bir peyzaj ve otomatik sulama sistemi düzenlemesi yapılması düşünülmemektedir.



Şekil 4.15. Muammer Aksoy Parkı görünümü



Şekil 4.16. Muammer Aksoy Parkı peyzaj projesi

Şekil 4.17’de görüldüğü üzere el ile sulamadan kaynaklanan çamurlaşma, yapılan su israfının en iyi örneğidir. Bırakılan sulama hortumu bitkilerin ihtiyacı olduğundan daha fazla suyu vererek bazı alanlarda yüzey akışına bile sebep olmaktadır. Alan içerisindeki çocuk oyun alanı çok yoğun şekilde kullanılırken, günün en yoğun saatinde yapılan yeşil alan sulaması, yüzey birikimine neden olarak o alanların gün içerisinde uzunca bir süre kullanılmasını engellemektedir.



Şekil 4.17. Muammer Aksoy Parkı yüzey su birikimi

Şekil 4.18’de görüldüğü üzere bitkinin içine bırakılan sulama hortumunun ne kadar orada duracağı ve yapacağı su israfının boyutu tamamen görevli personelinin insafına kalmış durumdadır.



Şekil 4.18. Muammer Aksoy Parkı sulama yöntemi I

Şekil 4.19’da görüldüğü üzere çimdeki renk değişimin nedeni yetersiz gelen sulamadır. Ayrıca sert zeminlerden gelişmiş güzel hortumlar parkta dolaşan insanlar için de tehlike arz etmektedir.



Şekil 4.19. Muammer Aksoy Parkı sulama yöntemi II

Parkın projelendirilmesinde mevcut alanda su kaynağı olarak şebeke suyu kullanılmıştır. Kullanılan başlık ve özellikler Çizelge 4.15’te verilmiştir.

Çizelge 4.15. Muammer Aksoy Parkı başlık verileri

Başlık Özellikleri	Hunter MP 800	Hunter PGP Gri Düşük Açılı	Hunter MP Rotator Sağ/Sol Şerit	Hunter MP Rotator Kenar Şerit
	Kullanılan Nozul	-	4	-
Çalışma basıncı (bar)	2,8	3,5	2,8	2,8
Atış mesafesi (m)	3,1	7,9	1,5x4,6m	1,5x9,1m
Başlık Debisi (L/dak)	1,59	7	0,84	1,66

4.3.1. Yağmurlama Sulama Sistemi Ön Projelene Faktörleri

Projelene başlanmadan önce materyal ve yöntemde belirtilen ön projelene faktörleri hesaplanarak Çizelge 4.16’da verilmiştir.

Çizelge 4.16. Muammer Aksoy Parkı ön projelene faktörleri

Iy (mm/saat)	dn _{max} (mm)	SA (gün)	dn (mm)	dt (mm)	Ta (dak)	N _{max} (adet)	N _{min} (adet)
14	9,45	1	6,5	8,125	35	14	1

4.3.2. Debi, Alan ve Sulama Süreleri

Yapılan hesaplamalar sonucunda işletme birimlerine ayrılan Muammer Aksoy Parkı’nın debisi, alanı ve sulama süreleri Çizelge 4.17’de verilmiştir. Buna göre işletme birimlerine bölünen çalışma alanının debileri 3,34 – 4,75 m³ /saat arasında değişirken, alanları 215 – 404 m² arasında değişmektedir.

Çizelge 4.17. Muammer Aksoy Parkı debi, alan ve sulama süresi

Parsel Numarası	Debi (m ³ /saat)	Alan (m ²)	Sulama Süresi (dak)
1	4,32	248	35
2	3,78	404	35
3	3,34	314	35
4	3,74	221	35
5	4,75	317	35
6	3,67	215	35
7	3,92	238	35

İşletme birimleri aynı anda çalıştırılmayacak, otomasyon sisteminde birim sırasına göre ve günde iki sefer (sabah ve akşam) 35'er dakika olmak üzere sulanacaktır (Çizelge 4.18). İlk sulama 21:00 – 23:59 arası yapılırken, ikinci sulama 04:00 – 06:59 arası yapılacaktır.

Çizelge 4.18. Muammer Aksoy Parkı sulama sistem programlanması

Parsel No	1.sulama		2.sulama	
	Başlangıç	Bitiş	Başlangıç	Bitiş
1	21:00	21:35	04:00	04:35
2	21:36	22:11	04:36	05:11
3	22:12	22:47	05:12	05:47
4	22:48	23:23	05:48	06:23
5	23:24	23:59	06:24	06:59

4.3.3. Lateral Boru Hesaplamaları

Lateral boru hesaplamalarıyla ilgili tüm bulgular Çizelge 4.19'da verilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre lateral uzunlukları 55 – 97 m, lateral üzerindeki başlık sayıları 9 – 51 adet, lateral debileri 0,93 – 1,32 L/sn, lateral eğimleri 0, laterallerde sürtünmeden kaynaklanan yük kaybının izin verilen değerleri 5,68 – 7,1 m, lateral boru çapları 50 ve 40 mm, lateral içerisindeki suyun hızı 1,01 – 1,44 m/s, lateral içerisinde hızdan kaynaklanan yük kayıpları 2,26 – 4,84 m, lateral giriş basınçları 3,1 – 3,7 bar ve selenoid vana çapları 1^{1/2}" olarak bulunmuştur.

Çizelge 4.19. Muammer Aksoy Parkı lateral boru hesaplamaları

Lateral Verileri	İşletme Birimi						
	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7
Uzunluk (m)	67	47	55	97	94	69	74
Başlık Sayısı (adet)	44	10	9	39	51	41	37
Debi (L/sn)	1,20	1,05	0,93	1,04	1,32	1,02	1,09
Eğim (m)	0	0	0	0	0	0	0
Lateralde İzin Verilen Yük Kaybı (m)	5,68	7,1	7,1	5,68	5,68	5,68	5,68
Boru Çapı (mm)	40	40	40	40	50	40	40
Hız (m/s)	1,44	1,26	1,16	1,24	1,01	1,22	1,30
Yük Kaybı (m)	3,81	2,36	2,45	4,84	2,81	3,37	3,8
Giriş Basıncı (bar)	3,2	3,7	3,7	3,3	3,1	3,1	3,2
Vana Anma Çapı (Ø)	1 ^{1/2} "	1 ^{1/2} "	1 ^{1/2} "	1 ^{1/2} "	1 ^{1/2} "	1 ^{1/2} "	1 ^{1/2} "

4.3.4. Ana Boru Hesaplamaları

Laterallere hizmet eden ana boru ile ilgili hesaplamalar sonucunda elde edilen bulgular Çizelge 4.20’de verilmiştir.

Çizelge 4.20. Muammer Aksoy Parkı ana boru hesaplamaları

Uzunluk (m)	Debi (L/sn)	Çap (mm)	Yük Kaybı(m)
70	1,32	50	2,03

4.3.5. Selenoid Vana Hesaplamaları

Selenoid vana ile ilgili bulgular Çizelge 4.21’de verilmiştir. İşletme birimlerindeki selenoid vanaların giriş basınçları 34,5 – 40,81 m arası değişirken, ana boru üzerindeki vananın basıncı 42,8 m’dir.

Çizelge 4.21. Muammer Aksoy Parkı selenoid vana giriş basınç hesaplamaları

Basınç	H _{a1}	H _{a2}	H _{a3}	H _{a4}	H _{a5}	H _{a6}	H _{a7}	H
(m)	35,4	40,8	40,7	36,2	34,5	34,6	35,2	42,8

4.3.6. Filtre Seçimi

Sistemde şebeke suyu kullanılacağından giriş-çıkış çapı 1^{1/2}" olan 120 meshlik bir elek filtre seçilmesi yeterli görülmüştür. Elek filtredeki yük kaybı değeri $h_f = 0,10$ bar (1,02 m)

4.3.7. Kontrol Ünitesi Seçimi

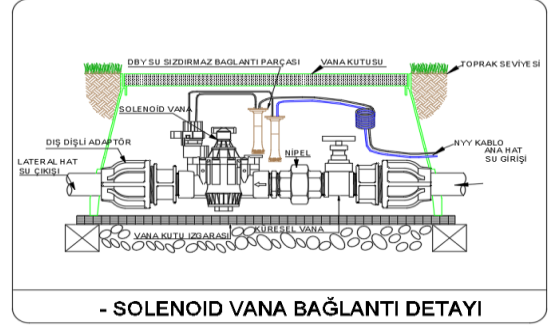
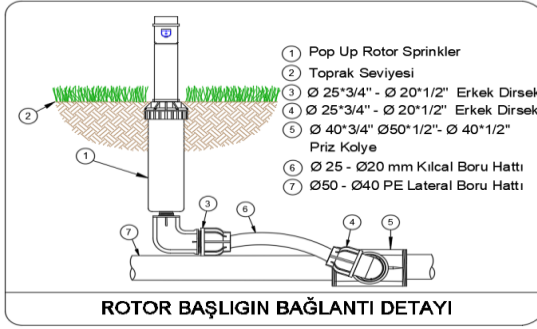
Uygulama ve kullanım kolaylığı açısından tek ve çift istasyonlu pilli kontrol üniteleri birimlerin kontrolü için uygun görülmüştür. İşletme birim sayısı 1’den fazla olduğu için de her kontrol ünitesinin kendi vana kutusunun içerisine konulması, kullanım açısından daha kolay olacaktır.

4.3.8. Sistem Kapasitesi Hesaplamaları

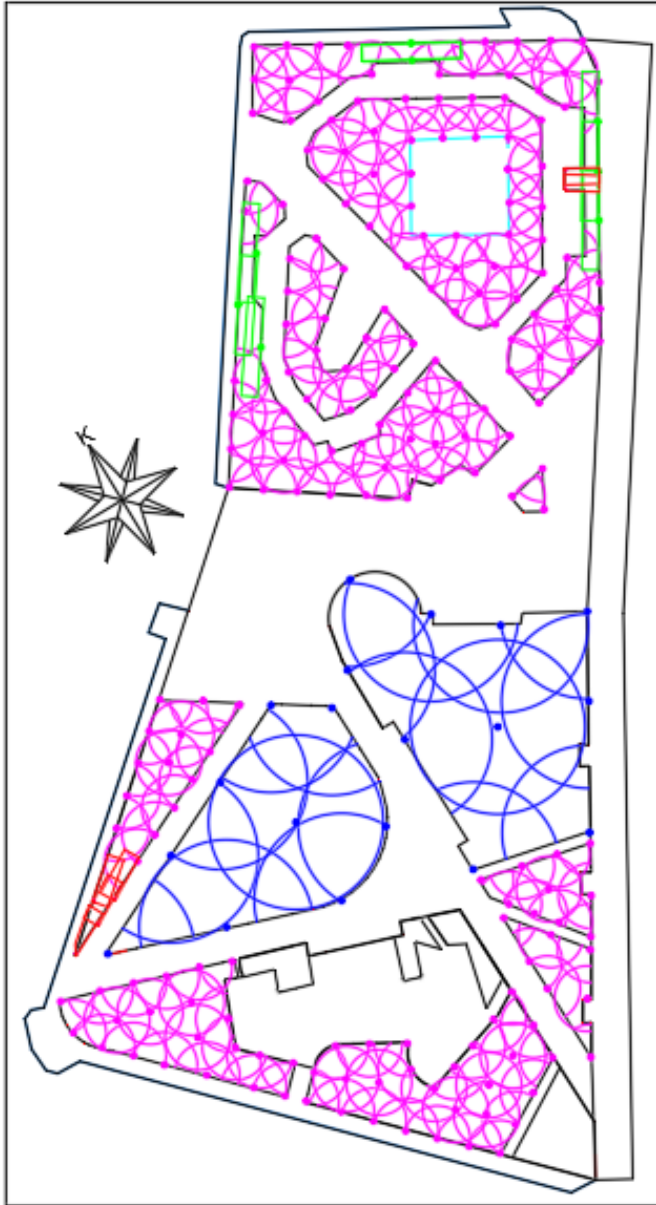
En fazla debi taşıyacak olan lateral ve ana borunun debisinin 1,32 L/sn ve $H_m = 45$ m olmasından dolayı sisteme elektrikli pompa eklenmiştir.

Şekil 4.20’de parkın rotor başlık ve selenoid vana detayı çizimi verilmiştir. Şekil 4.21’de görüldüğü üzere ise 4 tip başlık kullanıldığından atış mesafeleri pembe (5,5 m), lacivert (10,1 m), kırmızı (sağ-sol şerit) ve yeşil (kenar şerit) olarak gösterilmiştir.

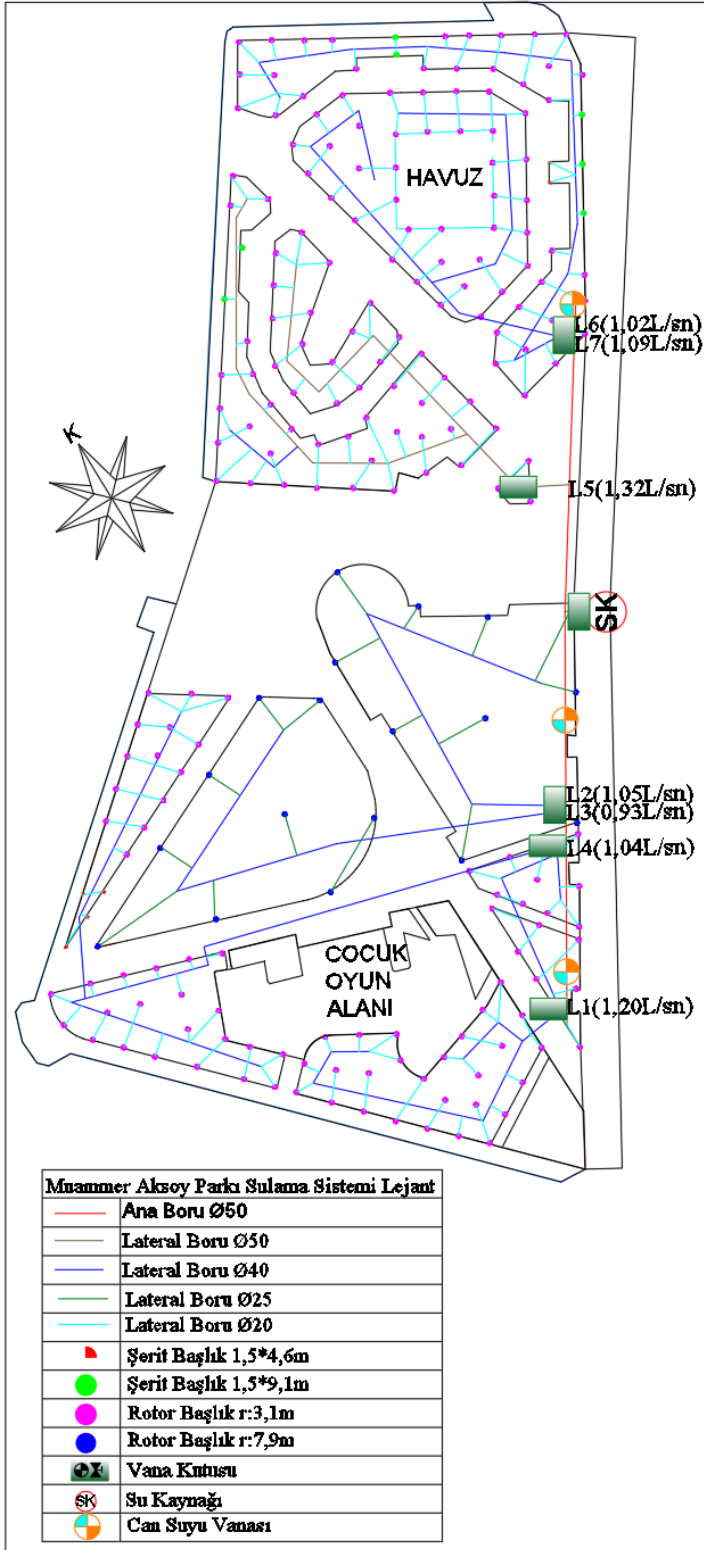
Şekil 4.22’de görüldüğü üzere sistemdeki ana boru 50 mm çapında iken, lateraller ise 40 mm’dir. Kılcal hatlar ise 20 mm ve 25 mm çaplı PE borulardan oluşmaktadır. Alanda ana boru üzerine konumlandırılan 3 adet can suyu vanasının da yeri lejantta gösterilmektedir. Atış mesafesi 7,9 m olan başlıklar ise lacivert, 3,1 m olanlar ise pembe, sağ/sol şerit başlıklar kırmızı ve kenar şerit başlıklar yeşil renk ile gösterilmiştir. Örneğin bu projede 2 ile 3 ve 6 ile 7 nolu lateraller ile aynı vana kutusu ve kontrol panelini paylaşırken, 1, 4 ve 5 nolu lateraller de ayrı vana kutusu ve kontrol panelini kullanmaktadırlar.



Şekil 4.20. Muammer Aksoy Parkı rotor başlık ve selenoid vana bağlantı detayı



Şekil 4.21. Muammer Aksoy Parkı sulama deseni



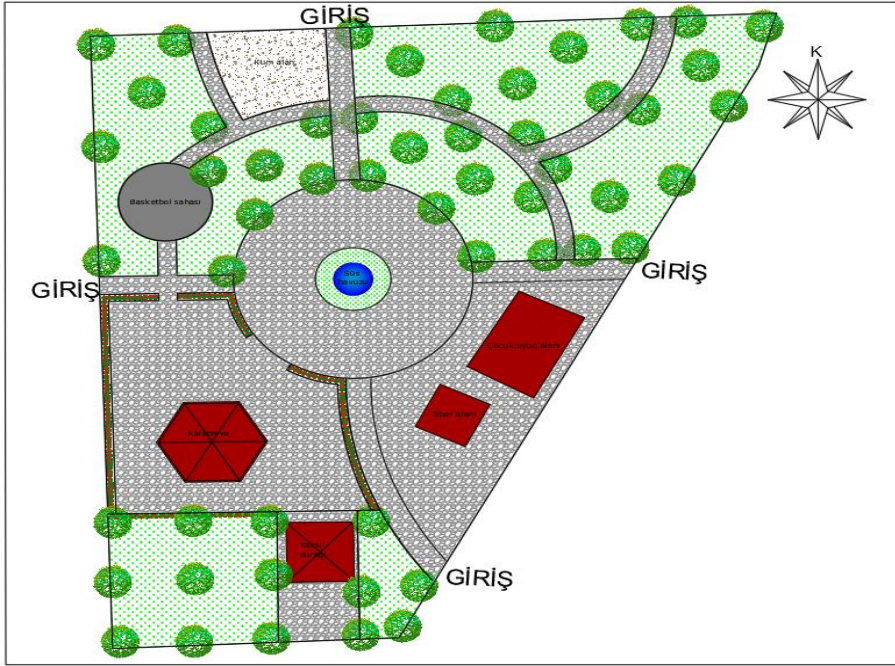
Şekil 4.22. Muammer Aksoy Parkı sulama sistemi ve lejant

4.3.9. Maliyet

Yapılan çalışmalar sonucunda alana uygulanması düşünülen sulama sisteminin toplam maliyeti: 6347 \$'dır. Bu projede 1 dekar alanın maliyeti yaklaşık 1269 \$ olmaktadır.

4.4. Esen Parkı Sulama Sistem Tasarımı

Esenler Mahallesi'nin merkezinde sayılabilecek parkta, birçok aktivite bir arada yapılabilmektedir. İçerisinde belediyeye ait bir kafeterya, çocuk oyun alanı, spor alanları, oturma birimleri, açık hava fitness alanı bulunan, etrafında durakların ve marketlerin ve sitelerin çokça bulunduğu ve yoğun olarak yaz mevsiminde günün her saatinde kullanılan bir parktır. Peyzaj düzenlemesi ve otomatik sulama sistemi son 5 yılda yapıp kullanıma açılan parkta, tasarımlar konusunda uzman kişilerce yapılmadığından elle sulanmaya mahkûm bırakılmıştır (Şekil 4.23). Alanda yapılan çalışma kapsamında 2 çeşit basınçlı sulama sistemi kullanılmıştır (yağmurlama ve damla).



Şekil 4.23. Esen Parkı peyzaj projesi

Esen Park'da otomatik sulama sisteminin eksikliği taşınabilir başlıklar ile giderilmeye çalışılmaktadır (Şekil 4.24-4.25). Tadilat ve düzenli kontrol ile yeterli gelebilecek sistem yerine insan gücüyle sulama hortumları ve taşınabilir başlıkları yer değiştirilerek yeşil alanlar sulanmaktadır. Bu da ekstra iş gücü gerektirirken, zaman ve su da boşa israf edilmiş olmaktadır. Otomatik sulama sisteminde yapılacak tadilatlar ve eklemeler ile hem bu sorunlar giderilmiş hemde maliyet azaltılmış olacaktır.



Şekil 4.24. Esen Parkı sulama yöntemi



Şekil 4.25. Esen Parkın mevcut sulama sistemi

Otomatik sulama sistemi bulunmasına rağmen taşınabilir yağmurlama başlıklarıyla sulanan alanda yeşil alandaki kuruma ve sararma Şekil 4.25'te açıkça görülmektedir. Yanlış projelendirmenin sonucunu da gözler önüne seren bir örnektir. Aynı zamanda Şekil 4.26'da görüldüğü üzere yürüyüş yolları rüzgârla dağılan su zerreleri yüzünden tamamen ıslatılmış durumdadır.



Şekil 4.26. Esen Parkı sert zeminlerin ıslatılması

Parkın projelendirilmesinde mevcut alanda su kaynağı olarak şebeke suyu kullanılmıştır. Kullanılan başlık ve özellikleri Çizelge 4.22’de verilmiştir.

Çizelge 4.22. Esen Parkı başlık verileri

Başlık Özellikleri	Hunter PGP Ultra Siyah
Kullanılan Nozul	0,50
Çalışma basıncı (bar)	3,5
Atış mesafesi (m)	5
Başlık Debisi (L/dak)	1,90

4.4.1. Yağmurlama Sulama Ön Projelendirme Faktörleri

Projelendirmeye başlanmadan önce materyal ve yöntemde belirtilen ön projelendirme faktörleri hesaplanarak Çizelge 4.23’te verilmiştir.

Çizelge 4.23. Esen Parkı ön projelendirme faktörleri

Iy	dn _{max}	SA	dn	dt	Ta	N _{max}	N _{min}
(mm/saat)	(mm)	(gün)	(mm)	(mm)	(dak)	(adet)	(adet)
9,6	14,4	2	13	16,25	102	18	2

4.4.2. Debi, Alan ve Sulama Süreleri

İşletme birimleri aynı anda çalıştırılmayacak, otomasyon sisteminde birim sırasına göre ve günde iki sefer (sabah ve akşam) 51'er dakika olmak üzere sulanacaktır. Çizelge 4.24'e göre ilk sulama 21:00 – 00:27 saatleri arası yapılırken, ikinci sulama 04:00 – 07:27 saatleri arası yapılacaktır.

Yapılan hesaplamalar sonucunda işletme birimlerine ayrılan Esen Parkı'nın debisi, alanı ve sulama süreleri Çizelge 4.25'te verilmiştir. Buna göre işletme birimlerine bölünen çalışma alanının debileri 4,25 – 4,65 m³/saat arasında değişirken, alanları 505 – 614 m² arasında değişmektedir.

Çizelge 4.24. Esen Parkı sulama sistem programlanması

Parsel No	1.sulama		2.sulama	
	Başlangıç	Bitiş	Başlangıç	Bitiş
1	21:00	21:51	04:00	04:51
2	21:52	22:43	04:52	05:43
3	22:44	23:35	05:44	06:35
4	23:36	00:27	06:36	07:27

Çizelge 4.25. Esen Parkı debi, alan ve sulama süresi

Parsel Numarası	Debi (m ³ /saat)	Alan (m ²)	Sulama Süresi (dak)
1	4,61	505	102
2	4,25	547	102
3	4,61	614	102
4	4,55	597	102

4.4.3. Lateral Boru Hesaplamaları

Lateral boru hesaplamalarıyla ilgili tüm bulgular Çizelge 4.26'da verilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre lateral uzunlukları 58 – 88,2 m, lateral üzerindeki başlık sayıları 34 – 36 adet, lateral debileri 1,16 – 1,26 L/sn, lateral eğimleri 0 – 4,64 m (eğim aşağı yönde ise (-), yukarı yönde ise (+) olarak alınmıştır), laterallerde sürtünmeden kaynaklanan yük kaybının izin verilen değerleri 6,12 – 11,74 m, lateral boru çapları 40 mm, lateral içerisindeki suyun hızı 1,39 – 1,52 m/s, lateral içerisinde hızdan kaynaklanan yük kayıpları 4,5 – 7,5 m, lateral giriş basınçları 3,5 – 4,3 bar ve selenoid vana çapları 1^{1/2}" olarak bulunmuştur.

Çizelge 4.26. Esen Park lateral boru hesaplamaları

Lateral Verileri	İşletme Birimi			
	L1	L2	L3	L4
Uzunluk (m)	88,2	58	68	58
Başlık Sayısı (adet)	34	36	34	35
Debi (L/sn)	1,26	1,16	1,26	1,25
Eğim (m)	0,98(+)	4,64(-)	0	3,94(-)
İzin Verilen	6,12	11,74	7,1	11,04
Yük Kaybı (m)				
Boru Çapı (mm)	40	40	40	40
Hız (m/s)	1,52	1,39	1,52	1,50
Yük Kaybı (m)	7,5	4,5	5,78	4,93
Giriş Basıncı (bar)	4,3	3,5	4,1	3,6
Vana Anma Çapı (Ø)	1 ^{1/2} "	1 ^{1/2} "	1 ^{1/2} "	1 ^{1/2} "

4.4.4. Ana Boru Hesaplamaları

Laterallere hizmet eden ana boru ile ilgili hesaplamalar sonucunda elde edilen bulgular Çizelge 4.27’de verilmiştir.

Çizelge 4.27. Esen Parkı ana boru hesaplamaları

Uzunluk (m)	Debi (L/sn)	Çap (mm)	Yük Kaybı(m)
51,5	1,26	40	4,37

4.4.5. Selenoid Vana Hesaplamaları

Selenoid vana ile ilgili bulgular Çizelge 4.28’de verilmiştir. İşletme birimlerindeki selenoid vanaların giriş basınçları 38,7 – 47,85 m arası değişirken, ana boru üzerindeki vananın basıncı 50,2 m’dir.

Çizelge 4.28. Esen Parkı selenoid vana giriş basınç hesaplamaları

Basınç	H _{a1}	H _{a2}	H _{a3}	H _{a4}	H
(m)	47,8	38,7	44,9	40,1	50,2

4.4.6. Filtre Seçimi

Sistemde şebeke suyu kullanılacağından giriş-çıkış çapı 1^{1/4}" olan 120 meshlik bir elek filtre seçilmesi yeterli görülmüştür.

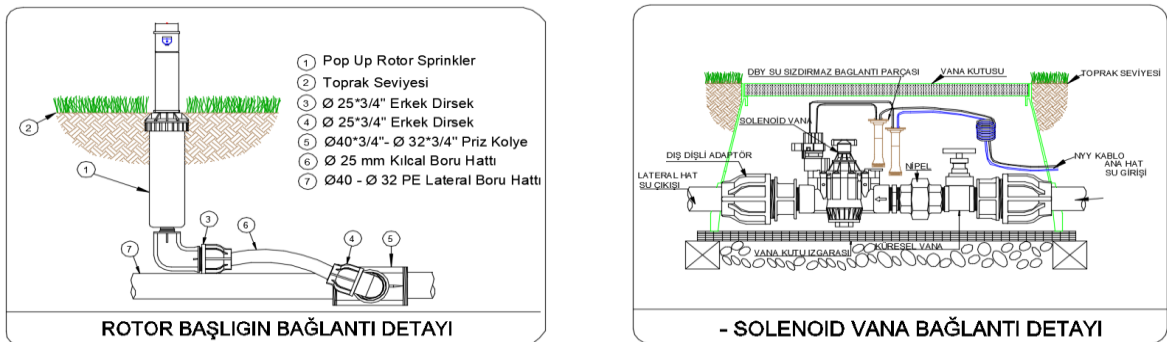
Elek filtredeki yük kaybı değeri $h_f = 0,10$ bar (1,02 m)

4.4.7. Kontrol Ünitesi Seçimi

Uygulama ve kullanım kolaylığı açısından tek ve çift istasyonlu pilli kontrol üniteleri birimlerin kontrolü için uygun görülmüştür. İşletme birim sayısı 1'den fazla olduğu için de her kontrol ünitesinin kendi vana kutusunun içerisine konulması, kullanım açısından daha kolay olacaktır.

4.4.8. Sistem Kapasitesi Hesaplamaları

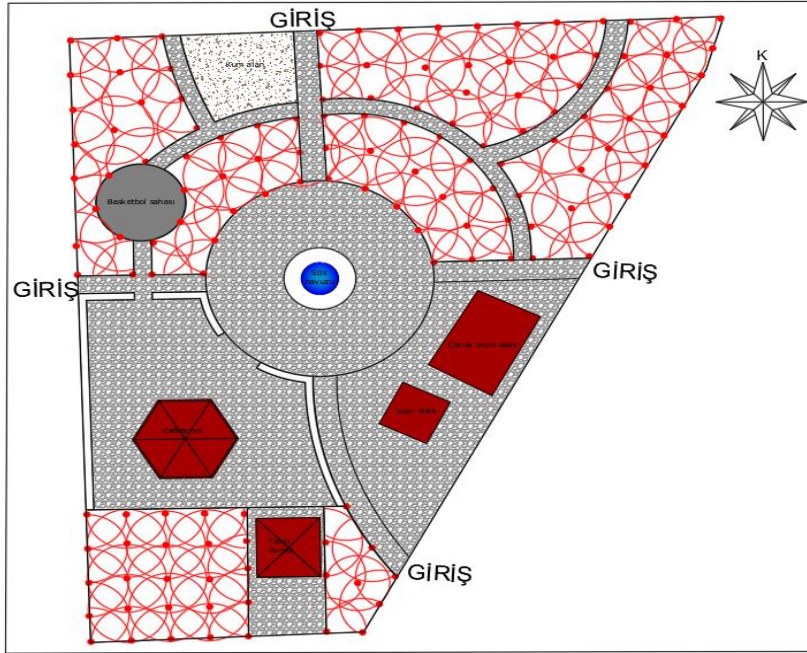
En fazla debi taşıyacak olan lateral ve ana borunun debisinin 1,26 L/sn ve $H_m = 50$ m olmasından dolayı sisteme elektrikli pompa eklenmiştir. Parkın rotor başlık ve selenoid vana bağlantı detayı Şekil 4.27'de verilmiştir.



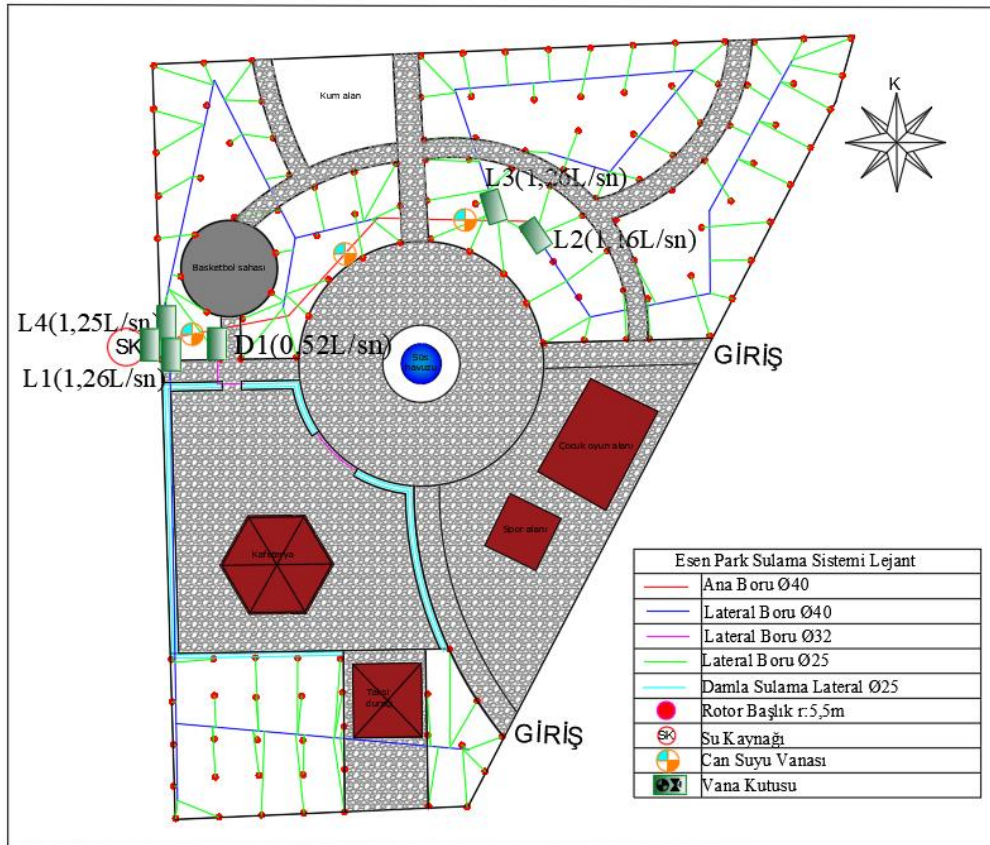
Şekil 4.27. Esen Parkı rotor başlık ve selenoid vana bağlantı detayı

Şekil 4.28'de görüldüğü üzere ise tek tip başlık kullanıldığından atış mesafeleri kırmızı (5,5 m) olarak gösterilmiştir. Şekil 4.29'da görüldüğü üzere sistemdeki ana boru 40 mm çapında iken, lateraller ise 40 mm – 32 mm çapındadır. Kılcal hatlar ve damla sulama hattı laterali ise 25 mm çaplı hatlardan oluşmaktadır. Alanda ana boru üzerine konumlandırılan 3 adet can suyu vanasının da yeri lejandda gösterilmektedir. Atış mesafesi 5,5 m olan başlıklar

ise kırmızı renk ile gösterilmiştir. Bu projede tüm laterallere ait vana ve kontrol üniteleri ayrı vana kutularına konulmuştur.



Şekil 4.28. Esen Parkı sulama deseni



Şekil 4.29. Esen Parkı sulama sistemi ve lejant

4.4.9. Damla Sulama Sistemi Tasarımı

Damla sulama hesaplamaları ve tasarımı yapıldıktan sonra elde edilen sonuçlar (damlatıcı aralığı S_d , bitki su tüketimi T, sulama aralığı SA, damlatıcı sayısı N, lateral uzunlukları L1 ve L2, lateral ve manifold çapları, lateral debileri Q1 ve Q2, vana çapı, sulama süresi) Çizelge 4.29’da verilmiştir.

Çizelge 4.29. Esen Parkı damla sulama hesaplamaları

S_d (m)	0,50	N (adet)	2000	Lateral çap (mm)	25
P	100	L1 (m)	59	H1 (m)	6,31
d_{nmax} (mm)	24	L2 (m)	40	Manifold çap(mm)	32
T (mm/gün)	6,11	n_d (adet)	118	Q1 (L/sn)	0,39
SA (gün)	3	H (m)	1,5	Q2 (L/sn)	0,13
d_n (mm)	18,33	h_L (m)	0,82	Vana çap	1''
d_t (mm)	21,56	F	0,356	Sulama süresi(dak)	108

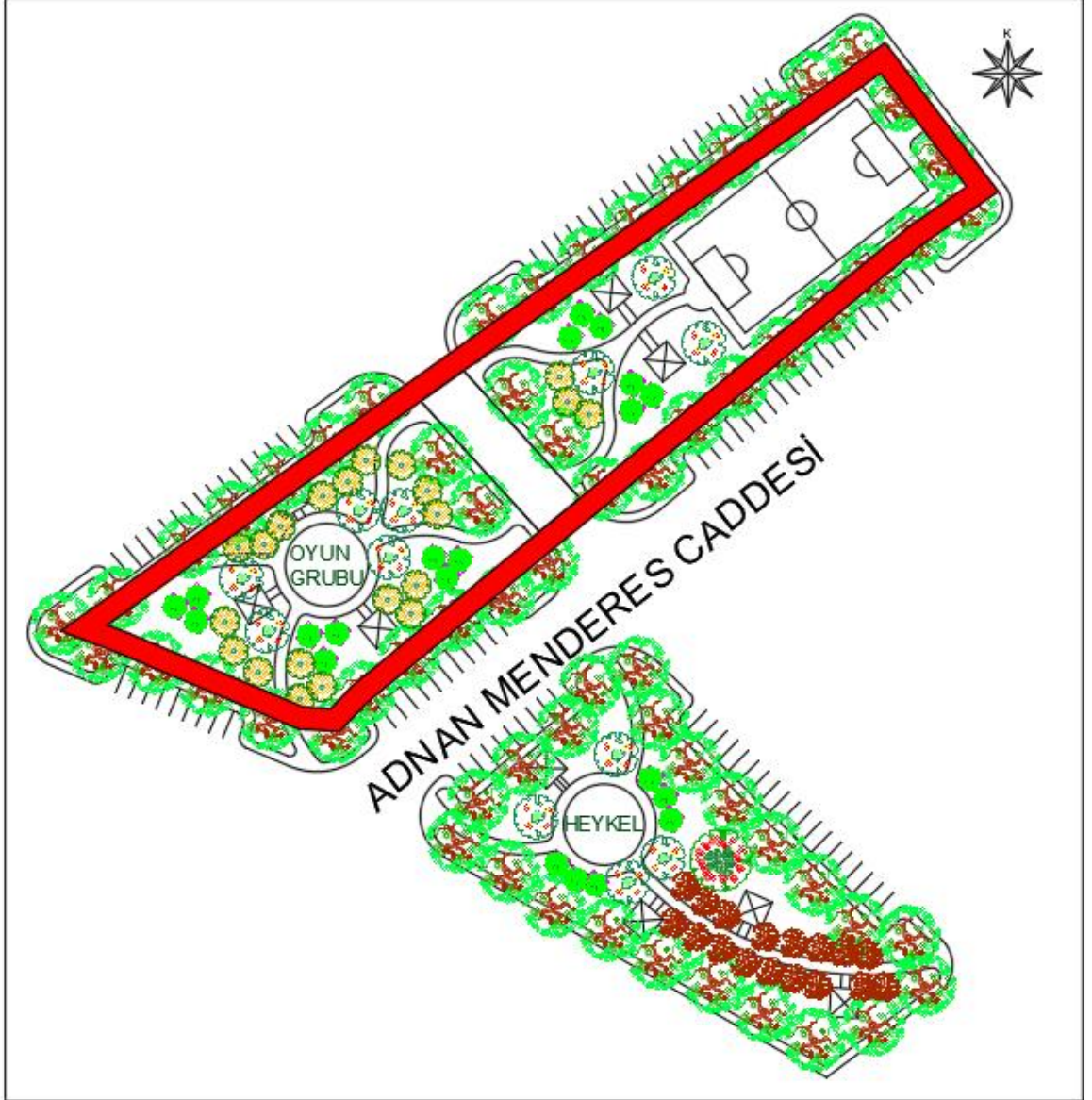
4.4.10. Maliyet

Yapılan çalışmalar sonucunda alana uygulanması düşünülen sulama sisteminin toplam maliyeti 5630 \$’dır. Bu projede 1 dekar alanın maliyeti yaklaşık 1407 \$ olmaktadır.

4.5. Adnan Menderes Parkı Sulama Sistem Tasarımı

Adnan Menderes Parkı Esenler Mahallesi’nde bulunan ve 3 adet alandan oluşan geniş ve çok kullanışlı bir parktır. Bu park, etrafındaki yerleşim yerlerinin neredeyse tek rekreasyon alanı sayılabilir. Spor alanları, çocuk oyun alanları, yürüyüş parkurları ve oturma birimleri ile her yaşa hitap eden parkın yapımı son 5 yıl içerisinde tamamlanmış olmasına rağmen otomatik sulama sistemi bulunmamaktadır. Damla sulama hattı çekilen alanda, yeşil

alanların sulaması taşınabilir başlıklarla yapılmaktadır. Diğer parklarda olduğu gibi taşınabilir başlıklarla yapılan sulama su israfı ve iş gücü kaybına yol açmaktadır. Parkın uygulanan peyzaj projesi Şekil 4.30’da gösterilmiştir. Adnan Menderes Parkı (Şekil 4.31) hazırlanan bu çalışmada en fazla toplam alan ve yeşil alana sahip parktır.



Şekil 4.30. Adnan Menderes Parkı peyzaj projesi (Anonim, 2018)

Parkın projelendirilmesinde mevcut alanda su kaynağı olarak şebeke suyu kullanılmıştır. Kullanılan başlık ve özellikleri Çizelge 4.30’da verilmiştir.

Çizelge 4.30. Adnan Menderes Parkı başlık verileri

Başlık Özellikleri	Hunter MP 800	Hunter MP 2000	Hunter MP 3000
Çalışma basıncı (bar)	2,8	2,8	2,8
Atış mesafesi (m)	3,1	6,1	9,1
Başlık Debisi (L/dak)	1,59	2,92	6,90

Şekil 4.32’de görüldüğü üzere yol kenarında bulunan taşınabilir başlıklar sert zeminlerde su birikmesine yol açmaktadır. Kullanılmadığı zamanlarda da yüzeyde bırakılan başlıklar görüntü olarak hoş durmadığı gibi çocuklara zarar verebilecek kapasiteye sahiptirler.



Şekil 4.31. Adnan Menderes Parkı görünümü



Şekil 4.32. Adnan Menderes Parkı sulama yöntemi

4.5.1. Yağmurlama Sulama Ön Projelene Faktörleri

Projelene başlanmadan önce materyal ve yöntemde belirtilen ön projelene faktörleri hesaplanarak Çizelge 4.31’de verilmiştir.

Çizelge 4.31. Adnan Menderes Parkı ön projelene faktörleri

Iy	dn _{max}	SA	dn	dt	Ta	N _{max}	N _{min}
(mm/saat)	(mm)	(gün)	(mm)	(mm)	(dak)	(adet)	(adet)
7,6	11,7	1	6,5	8,125	64	7	3

4.5.2. Debi, Alan ve Sulama Süreleri

Yapılan hesaplamalar sonucunda işletme birimlerine ayrılan Adnan Menderes Parkı’nın debisi, alanı ve sulama süreleri Çizelge 4.32’de verilmiştir. Buna göre işletme birimlerine bölünen çalışma alanının debileri 3,31 – 8,69 m³/saat arasında değişirken, alanları 367 – 850 m² arasında değişmektedir.

Çizelge 4.32. Adnan Menderes Parkı debi, alan ve sulama süresi

Parsel Numarası	Debi (m ³ /saat)	Alan (m ²)	Sulama Süresi (dak)
1	5,08	750	64
2	5,24	600	64
3	4,93	655	64
4	5,31	712	64
5	5,68	709	64
6	5,18	735	64
7	3,31	367	64
8	8,69	850	64
9	5,25	848	64

İşletme birimleri aynı anda çalıştırılmayacak, otomasyon sisteminde birim sırasına göre ve günde iki sefer (sabah ve akşam) 32’er dakika olmak üzere sulanacaktır. Çizelge 4.33’e göre ilk sulama 21:00-01:56 saatleri arası yapılırken, ikinci sulama 03:00-07:56 saatleri arası yapılacaktır.

Çizelge 4.33. Adnan Menderes Parkı sulama sistem programlanması

Parsel No	1.sulama		2.sulama	
	Başlangıç	Bitiş	Başlangıç	Bitiş
1	21:00	21:32	03:00	03:32
2	21:33	22:05	03:33	04:05
3	22:06	22:38	04:06	04:38
4	22:39	23:11	04:39	05:11
5	23:12	23:44	05:12	05:44
6	23:45	00:17	05:45	06:17
7	00:18	00:50	06:18	06:50
8	00:51	01:23	06:51	07:23
9	01:24	01:56	07:24	07:56

4.5.3. Lateral Boru Hesaplamaları

Lateral boru hesaplamalarıyla ilgili tüm bulgular Çizelge 4.34'te verilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre lateral uzunlukları 53 – 121 m, lateral üzerindeki başlık sayıları 17 – 48 adet, lateral debileri 0,92 – 2,41 L/sn, lateral eğimleri 0 – 4,35 m (eğim aşağı yönde ise (-), yukarı yönde ise (+) olarak alınmıştır), laterallerde sürtünmeden kaynaklanan yük kaybının izin verilen değerleri 5,68 m – 10,03 m, lateral boru çapları 50 – 40 ve 32 mm, lateral içerisindeki suyun hızı 1,05 – 1,84 m/s, lateral içerisinde hızdan kaynaklanan yük kayıpları 3,43 – 9,69 m, lateral giriş basınçları 3,0 – 3,4 bar ve selenoid vana çapları 1^{1/2}" ve 1" olarak bulunmuştur.

Çizelge 4.34. Adnan Menderes Parkı lateral boru hesaplamaları

Lateral Verileri	İşletme Birimi								
	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9
Uzunluk (m)	102	53	121	106	78	78	56	118	111
Başlık Sayısı (adet)	42	18	26	23	28	17	24	48	20
Debi (L/sn)	1,41	1,45	1,37	1,47	1,58	1,44	0,92	2,41	1,45
Eğim (m)	4,08	0	4,35	3,49	1,56	2,57	2,91	2,95	2,77
	(-)		(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)

Çizelge 4.34'ün devamı

İzin Verilen Yük Kaybı (m)	9,76	5,68	10,03	9,17	7,24	8,25	8,59	8,63	8,45
Boru Çapı (mm)	40	40	50 - 40	50 - 40	50 - 40	40	32	50	50 - 40
Hız (m/s)	1,69	1,74	1,05	1,12	1,21	1,72	1,72	1,84	1,11
Yük Kaybı (m)	9,69	5,22	8,68	8,29	3,43	7,63	7,41	8,24	8
Giriş Basıncı (bar)	3,4	3,3	3,2	3,3	3	3,3	3,3	3,3	3,3
Vana Anma Çapı (Ø)	1 ^{1/2} "	1 ^{1/2} "	1 ^{1/2} "	1 ^{1/2} "	1 ^{1/2} "	1 ^{1/2} "	1"	1 ^{1/2} "	1 ^{1/2} "

4.5.4. Ana Boru Hesaplamaları

Laterallere hizmet eden ana boru ile ilgili hesaplamalar sonucunda elde edilen bulgular Çizelge 4.35'te verilmiştir.

Çizelge 4.35. Adnan Menderes Parkı ana boru hesaplamaları

Uzunluk (m)	Debi (L/sn)	Çap (mm)	Yük Kaybı (m)
187	2,41	50	9,19

Şekil 4.33 ve Şekil 4.34'te üzere alanların sulanmasında kullanılan taşınabilir başlıkların hortumları alan içerisinde gezdirilerek sulama sağlanabilmektedir. Fakat sert zeminlerden geçirilen sulama hortumları kazalara neden olabileceği gibi görüntü olarak da oldukça kötü durmaktadır. Uzun süre yerinde bırakılan hortumlar ve başlıklar gereksiz yere açık kalmakta ve oldukça fazla su israfına neden olmaktadır. Alan içerisinde bırakılan sulama hortumları ise kötü görüntü kirliliği oluşturmaktadır (Şekil 4.35).



Şekil 4.33. Adnan Menderes Parkı sulama hattı I



Şekil 4.34. Adnan Menderes Parkı sulama hattı II

4.5.5. Selenoid Vana Hesaplamaları

Selenoid vana ile ilgili bulgular Çizelge 4.36’da verilmiştir. İşletme birimlerindeki selenoid vanaların giriş basınçları 34,0 – 38,0 m arası değişirken, ana boru üzerindeki vananın basıncı 42,2 m’dir.

Çizelge 4.36. Adnan Menderes Parkı selenoid vana giriş basınç hesaplamaları

Basınç (m)	H _{a1}	H _{a2}	H _{a3}	H _{a4}	H _{a5}	H _{a6}	H _{a7}	H _{a8}	H _{a9}	H
	38,0	37,3	36,6	37,2	34,0	37,4	36,3	37,3	37,6	42,2

4.5.6. Filtre Seçimi

Sistemde şebeke suyu kullanılacağından giriş-çıkış çapı 1^{1/2}" olan 120 mesh'lik bir elek filtre seçilmesi yeterli görülmüştür. Elek filtredeki yük kaybı değeri $h_f = 0,10$ bar (1,02 m)



Şekil 4.35. Adnan Menderes Parkı mevcut sulama yöntemi

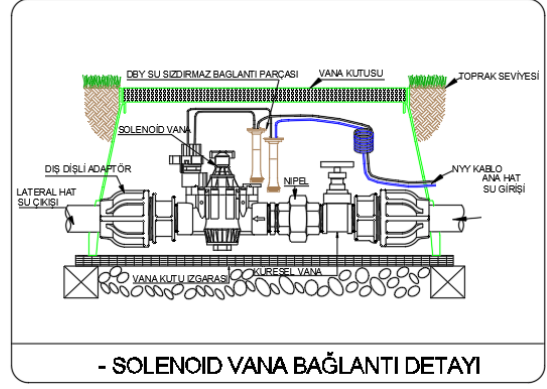
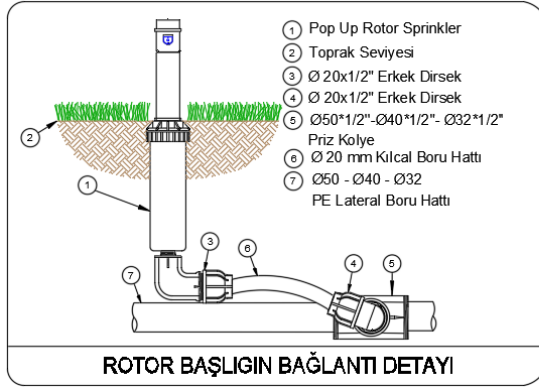
4.5.7. Kontrol Ünitesi Seçimi

Uygulama ve kullanım kolaylığı açısından tek ve çift istasyonlu pilli kontrol üniteleri birimlerin kontrolü için uygun görülmüştür. İşletme birim sayısı 1'den fazla olduğu için de her kontrol ünitesinin kendi vana kutusunun içerisine konulması, kullanım açısından daha kolay olacaktır.

4.5.8. Sistem Kapasitesi Hesaplamaları

En fazla debi taşıyacak olan lateral ve ana borunun debisinin 2,41 L/sn ve $H_m = 45$ m olmasından dolayı sisteme elektrikli pompa eklenmiştir.

Alanın rotor başlık ve selenoid vana detayı Şekil 4.36'da verilmiştir. Mevcutta kullanılan damla sulama hatlarında da durum pek farklı değildir. Bakımsızlık yüzünden hatlar tamir edilmemiş ve orada bulunan bitkilerin suyu nasıl temin ettikleri belli değildir (Şekil 4.37).

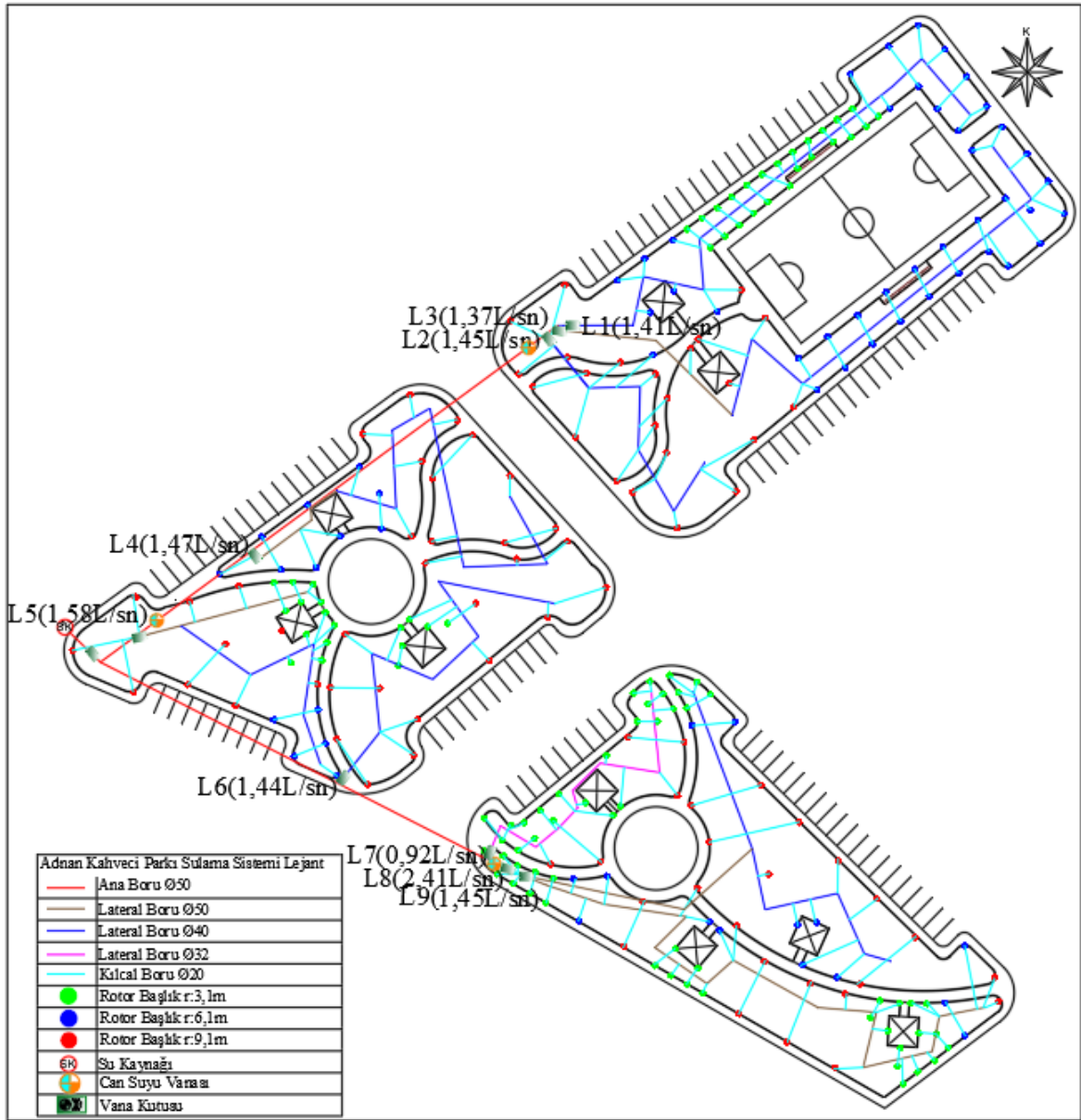


Şekil 4.36. Adnan Menderes Parkı rotor başlık ve selenoid vana bağlantı detayı

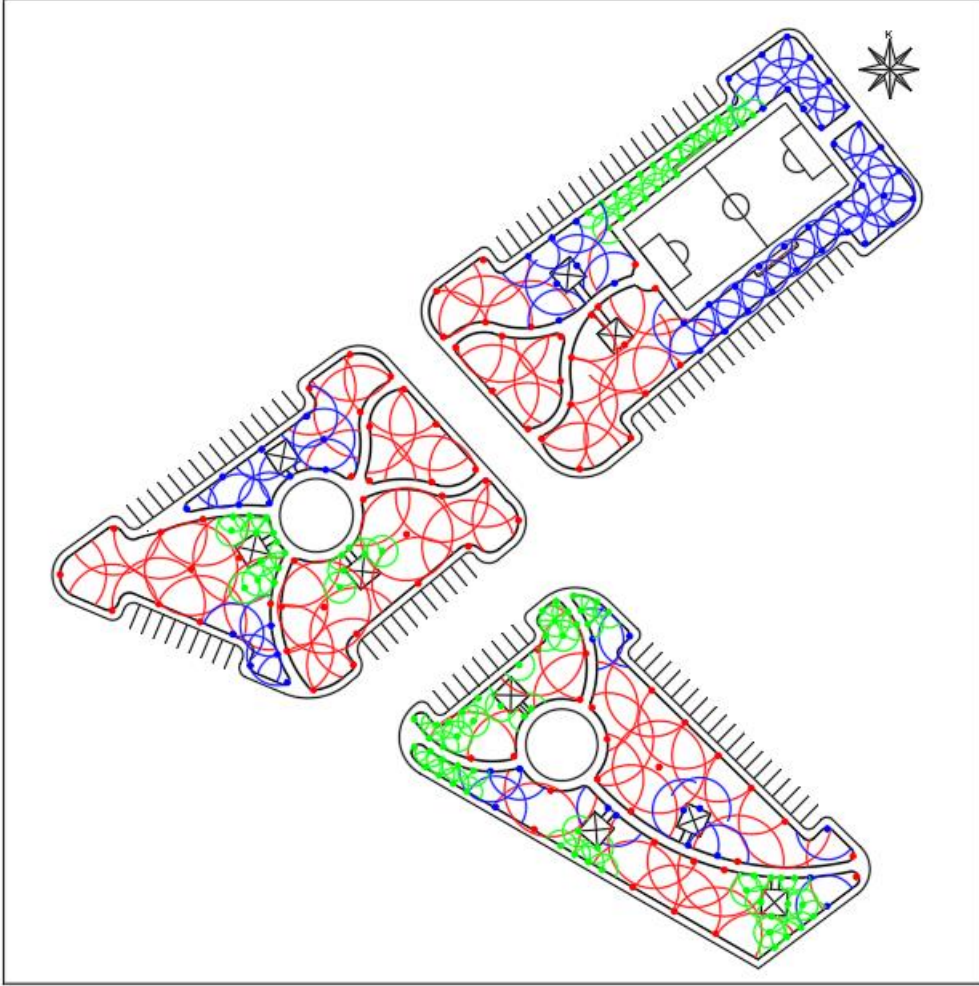


Şekil 4.37. Adnan Menderes Parkı damla sulama hattı

Şekil 4.38’de görüldüğü üzere sistemdeki ana boru 50 mm çapında iken, lateraller ise 50 – 40 – 32 mm çapında PE borulardan oluşurken, kılcal hatlar ise 20 mm çaplı hatlardan oluşmaktadır. Alanda ana boru üzerine konumlandırılan 3 adet can suyu vanasının da yeri gösterilmektedir. Atış mesafesi 3,1 m olan başlıklar ise yeşil, 6,1 m olan başlıklar lacivert, 9,1 m olan başlıklar ise kırmızı renk ile gösterilmiştir. Bu projede tüm laterallere ait vana ve kontrol üniteleri ayrı vana kutularına konulmuştur. Şekil 4.39’da görüldüğü üzere ise 3 tip başlık kullanıldığından atış mesafeleri yeşil (3,1 m), lacivert (6,1 m), kırmızı (9,1 m) olarak gösterilmiştir.



Şekil 4.38. Adnan Menderes Parkı sulama sistemi ve lejant



Şekil 4.39. Adnan Menderes Parkı sulama deseni

4.5.9. Maliyet

Yapılan çalışmalar sonucunda alana uygulanması düşünülen sulama sisteminin toplam maliyeti: 8108 \$'dır. Bu projede 1 dekar alanın maliyeti yaklaşık 867 \$ olmaktadır.

4.6. İmece Parkı Sulama Sistem Tasarımı

İmece Parkı Esenler Mahallesi'nin yeni yeni yapılaşmaya başlayan ve gelişmeye çok müsait olan kısmında bulunmaktadır. Çevre site sakinlerinin özellikle de çocukların tercih ettikleri bir parktır. Şekil 4.40'da mevcuttaki peyzaj projesi verilen alanda basketbol sahası, çocuk oyun alanı ve oturma birimleri bulunmaktadır. Şekil 4.41'de görseli verilmiş olan parkın mevcutta herhangi bir sulama sistemi bulunmamaktadır. Diğer alanlarda olduğu gibi park şebeke suyuyla taşınabilir başlıklar ve sulama hortumları yardımıyla sulanmaktadır. Parkın çim alanın görünümü Şekil 4.42'de verilmiştir.



Şekil 4.40. İmece Parkı peyzaj projesi (Anonim, 2018)

Parkın projelendirilmesinde mevcut alanda su kaynağı olarak şebeke suyu kullanılmıştır. Kullanılan başlık ve özellikleri Çizelge 4.37’de verilmiştir.

Çizelge 4.37. İmece Parkı başlık verileri

Başlık Özellikleri	Hunter SRM	Hunter SRM
Çalışma basıncı (bar)	3,5	3,5
Kullanılan Nozul	3	0,50
Atış mesafesi (m)	9,1	4,6
Başlık Debisi (L/dak)	13,1	2,2

4.6.1. Yağmurlama Sulama Ön Projelene Faktörleri

Projelene başlanmadan önce materyal ve yöntem bölümünde belirtilen ön projelene faktörleri hesaplanarak Çizelge 4.38’de verilmiştir.

Çizelge 4.38. İmece Parkı ön projelendirme faktörleri

Iy (mm/saat)	dn _{max} (mm)	SA (gün)	dn (mm)	dt (mm)	Ta (dak)	N _{max} (adet)	N _{min} (adet)
13,6	15,75	2	13	16,25	72	13	3



Şekil 4.41. İmece Parkı mevcut durum



Şekil 4.42. İmece Parkı yeşil alan görünümü

4.6.2. Debi, Alan ve Sulama Süreleri

Yapılan hesaplamalar sonucunda işletme birimlerine ayrılan İmece Parkı'nın debisi, alanı ve sulama süreleri Çizelge 4.39'da verilmiştir. Buna göre işletme birimlerine bölünen

çalışma alanının debileri 4,56 – 9,36 m³/saat arasında değişirken, alanları 370 – 632 m² arasında değişmektedir.

Çizelge 4.39. İmece Parkı debi, alan ve sulama süresi

Parsel Numarası	Debi (m ³ /saat)	Alan (m ²)	Sulama Süresi (dak)
1	4,56	370	72
2	5,49	500	72
3	5,46	383	72
4	9,36	524	72
5	6,37	632	72
6	5,76	536	72
7	5,46	400	72
8	8,58	400	72

İşletme birimleri aynı anda çalıştırılmayacak, otomasyon sisteminde birim sırasına göre ve günde iki sefer (sabah ve akşam) 36’şar dakika olmak üzere sulanacaktır. Çizelge 4.40’a göre ilk sulama 21:00 – 01:55 saatleri arası yapılırken, ikinci sulama 03:00 – 07:55 saatleri arası yapılacaktır.

Çizelge 4.40. İmece Parkı sulama sistem programlanması

Parsel No	1.sulama		2.sulama	
	Başlangıç	Bitiş	Başlangıç	Bitiş
1	21:00	21:36	03:00	03:36
2	21:37	22:13	03:37	04:13
3	22:14	22:50	04:14	04:50
4	22:51	23:27	04:51	05:27
5	23:28	00:04	05:28	06:04
6	00:05	00:41	06:05	06:41
7	00:42	01:18	06:42	07:18
8	01:19	01:55	07:19	07:55

4.6.3. Lateral Boru Hesaplamaları

Lateral boru hesaplamalarıyla ilgili tüm bulgular Çizelge 4.41’de verilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre lateral uzunlukları 47 – 92 m, lateral üzerindeki başlık sayıları 8 – 41 adet, lateral debileri 1,39 – 2,62 L/sn, lateral eğimleri 0 – 1,84 m (eğim aşağı yönde ise(-), yukarı yönde ise (+) olarak alınmıştır) , laterallerde sürtünmeden kaynaklanan yük kaybının izin verilen değerleri 6,12 – 8,94 m, lateral boru çapları 50 ve 40 mm, lateral içerisindeki suyun hızı 1,05 – 2 m/s, lateral içerisinde hızdan kaynaklanan yük kayıpları 3,43 – 9,69 m, lateral giriş basınçları 3,6 – 4,2 bar ve selenoid vana çapları 1^{1/2}" olarak bulunmuştur.

Çizelge 4.41. İmece Parkı lateral boru hesaplamaları

Lateral Verileri	İşletme Birimi							
	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8
Uzunluk (m)	81	78	81	54	92	86	47	49
Başlık Sayısı (adet)	40	39	41	13	37	34	8	12
Debi (L/sn)	1,39	1,43	1,47	2,62	1,54	1,43	1,53	2,40
Eğim (m)	0,81(-)	0,78(+)	0,81(-)	1,08(-)	1,84(-)	1,72(-)	0,94(-)	0,98(+)
Lateralde İzin Verilen Yük Kaybı (m)	7,91	6,32	7,91	8,18	8,94	8,82	8,04	6,12
Boru Çapı (mm)	40	50-40	50-40	50	50-40	40	40	50
Hız (m/s)	1,66	1,10	1,05	2	1,18	1,71	1,83	1,83
Yük Kaybı (m)	7,61	2,59	2,41	4,05	4,79	8,34	4,88	3,38
Giriş Basıncı (bar)	4,2	3,8	3,6	3,8	3,8	4,2	3,9	3,9
Vana Anma Çapı (Ø)	1 ^{1/2} "	1 ^{1/2} "	1 ^{1/2} "	1 ^{1/2} "	1 ^{1/2} "	1 ^{1/2} "	1 ^{1/2} "	1 ^{1/2} "

4.6.4. Ana Boru Hesaplamaları

Laterallere hizmet eden ana boru ile ilgili hesaplamalar sonucunda elde edilen bulgular Çizelge 4.42’de verilmiştir.

Çizelge 4.42. İmece Parkı ana boru hesaplamaları

Uzunluk (m)	Debi (L/sn)	Çap (mm)	Yük Kaybı(m)
105	2,62	50	7,87

4.6.5. Selenoid Vana Hesaplamaları

Selenoid vana ile ilgili bulgular Çizelge 4.43’te verilmiştir. İşletme birimlerindeki selenoid vanaların giriş basınçları 40,3 – 46,18 m arası değişirken, ana boru üzerindeki vananın basıncı 52,4 m’dir.

Çizelge 4.43. İmece Parkı selenoid vana giriş basınç hesaplamaları

Basınç	H _{a1}	H _{a2}	H _{a3}	H _{a4}	H _{a5}	H _{a6}	H _{a7}	H _{a8}	H
(m)	46,1	42,4	40,3	41,9	41,9	46,0	42,9	43,4	52,4

4.6.6. Filtre Seçimi

Sistemde şebeke suyu kullanılacağından giriş-çıkış çapı 1^{1/2}" olan 120 meshlik bir elek filtre seçilmesi yeterli görülmüştür. Elek filtredeki yük kaybı değeri h_f = 0,10 bar (1,02 m)

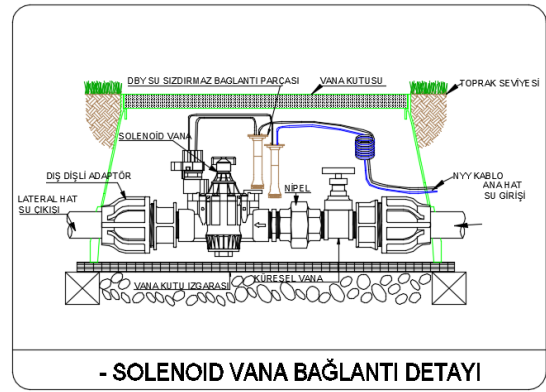
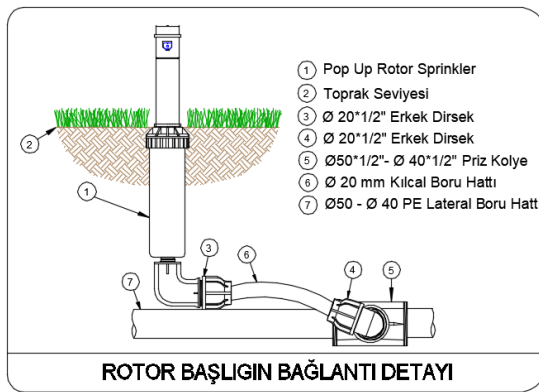
4.6.7. Kontrol Ünitesi Seçimi

Uygulama ve kullanım kolaylığı açısından tek ve çift istasyonlu pilli kontrol üniteleri birimlerin kontrolü için uygun görülmüştür. İşletme birim sayısı 1’den fazla olduğu için de her kontrol ünitesinin kendi vana kutusunun içerisine konulması, kullanım açısından daha kolay olacaktır.

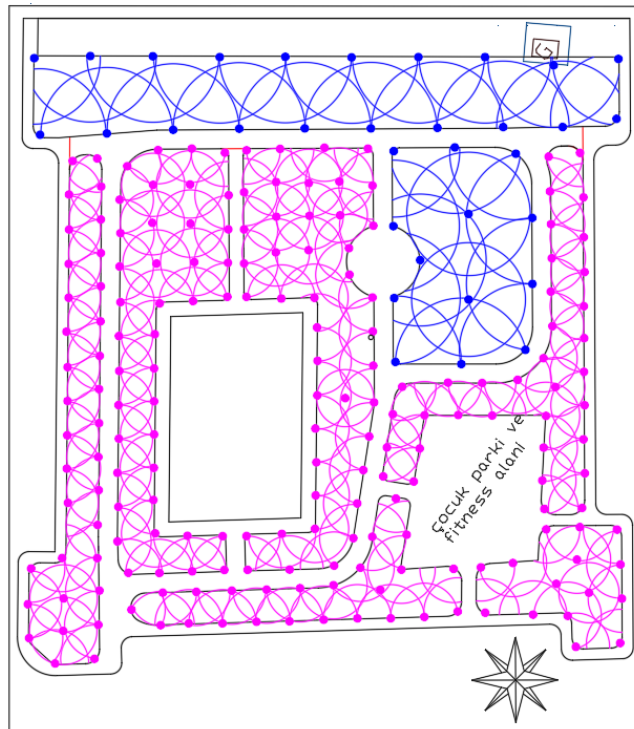
4.6.8. Sistem Kapasitesi Hesaplamaları

En fazla debi taşıyacak olan lateral ve ana borunun debisinin 2,62 L/sn ve H_m= 55 m olmasından dolayı sisteme elektrikli pompa eklenmiştir.

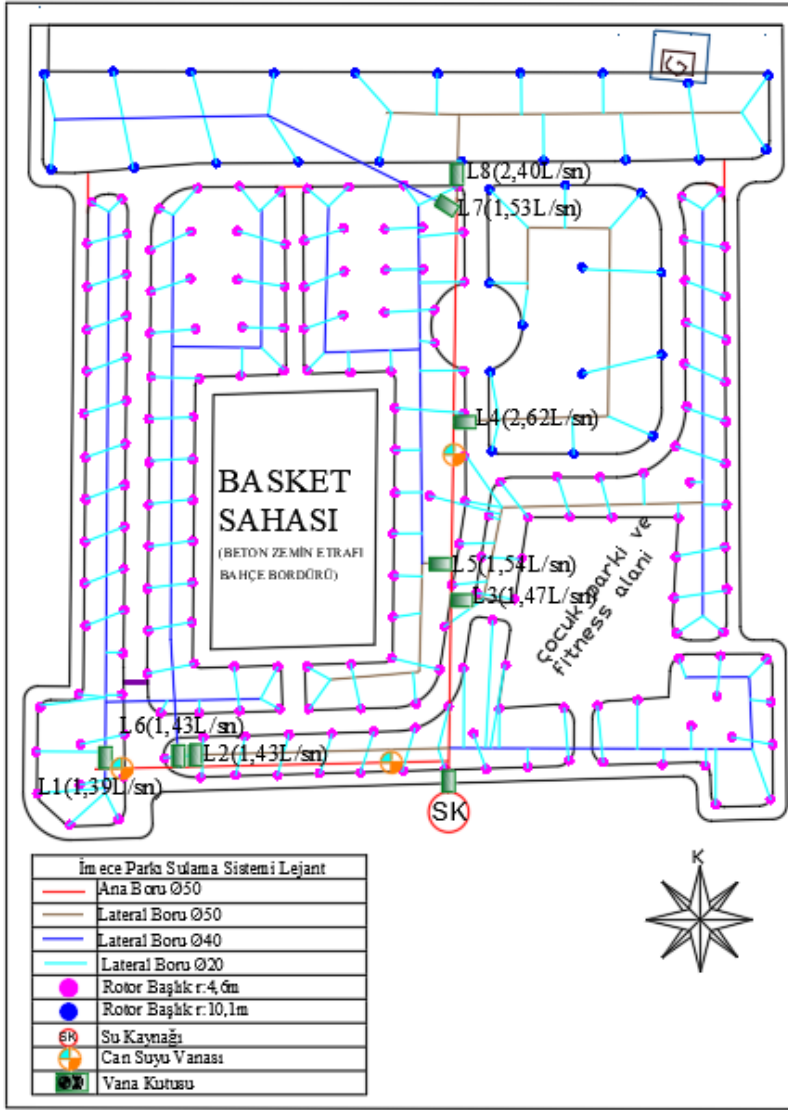
Şekil 4.43'te sistemin rotor başlık detayı ve selenoid vana detayı verilmiştir. Şekil 4.44'te görüldüğü üzere ise iki tip başlık kullanıldığından atış mesafelerinin işaretleri pembe(4,6 m) ve lacivert (10,1 m) olarak gösterilmiştir. Şekil 4.45'te görüldüğü üzere sistemdeki ana boru 50 mm çapında iken, lateraller ise 50 mm ve 40 mm çapında PE borulardan oluşurken, kılcal hatlar ise 20 mm çaplı hatlardan oluşmaktadır. Alanda ana boru üzerine konumlandırılan 3 adet can suyu vanasının da yeri gösterilmektedir. Atış mesafesi 4,6 m olan başlıklar ise pembe ve 10,1 m olan başlıklar lacivert renk ile gösterilmiştir. Bu projede tüm laterallere ait vana ve kontrol üniteleri ayrı vana kutularına konulmuştur.



Şekil 4.43. İmece Parkı rotor başlık ve selenoid vana bağlantı detayı



Şekil 4.44. İmece Parkı sulama deseni



Şekil 4.45. İmece Parkı sulama sistemi ve lejant

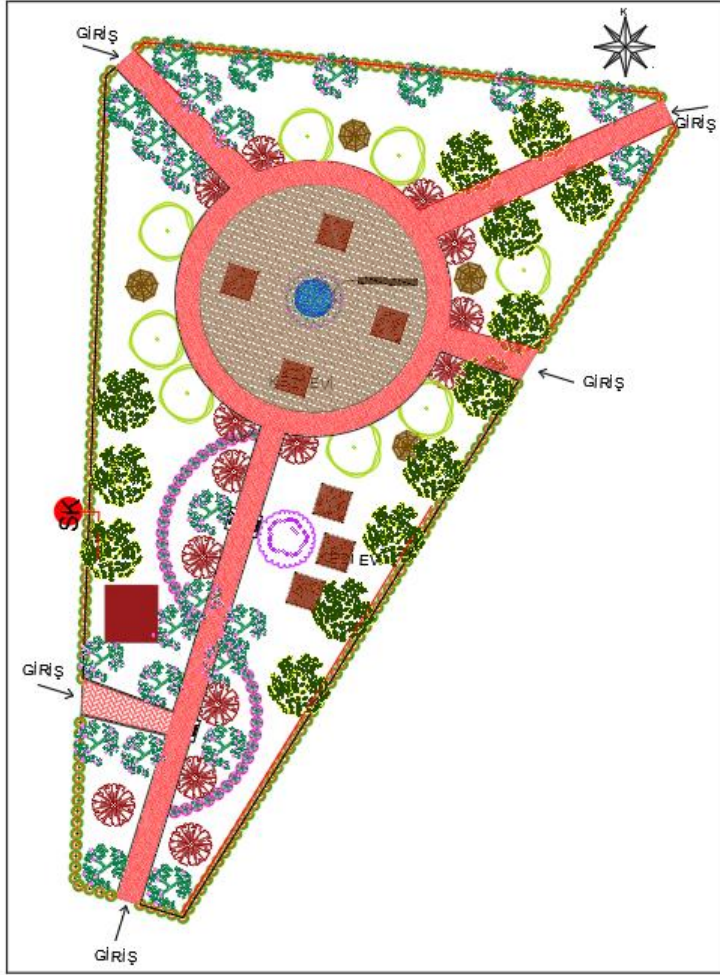
4.6.9. Maliyet

Yapılan çalışmalar sonucunda alana uygulanması düşünülen sulama sisteminin toplam maliyeti: 6706 \$'dır. Bu projede 1 dekar alanın maliyeti yaklaşık 1117 \$ olmaktadır.

4.7. Barış Kedi Parkı Sulama Sistem Tasarımı

Barış Kedi Parkı Esenler Mahallesinde 60 metrelik yol kenarında kalan henüz herhangi bir uygulama yapılmamış, kullanım dışı olan bir alandır. Belediye tarafından uygulanması düşünülen peyzaj projesi Şekil 4.46'da gösterilmiştir. Uygulanması düşünülen projede ortada daire şeklinde bir sert zemin ve üzerinde kedi evleri vardır. 4 adet girişi bulunan parkın çalı yoğunluğu fazla olmadığından sadece yağmurlama sulama sistemi projesi uygun görülmüş, detaylar aşağıda belirtilmiştir. Şekil 4.47'de görüldüğü üzere henüz

herhangibir peyzaj çalışması bulunmamaktadır. Çanakale'nin başka alanlarından getirilen ağaçlar, alana dikilmiş olup mevcut durum Şekil 4.48'de gösterilmiştir.



Şekil 4.46. Barış Kedi Parkı peyzaj projesi (Anonim, 2018)

Parkın projelendirilmesinde mevcut alanda su kaynağı olarak şebeke suyu kullanılmıştır. Kullanılan başlık ve özellikleri izelge 4.44'te verilmiştir.

Çizelge 4.44. Barış Kedi Parkı başlık verileri

Başlık zellikleri	Hunter PGP Ultra Siyah
Kullanılan Nozul	0,50
Çalışma basıncı (bar)	3,5
Atış mesafesi (m)	5
Başlık Debisi (L/dak)	1,90



Şekil 4.47. Barış Kedi Parkı mevcut durum

4.7.1. Yağmurlama Sulama Ön Projeleme Faktörleri

Projemeye başlanmadan önce materyal ve yöntemde belirtilen ön projeleme faktörleri hesaplanarak Çizelge 4.45'te verilmiştir.

Çizelge 4.45. Barış Kedi Parkı ön projeleme faktörleri

Iy (mm/saat)	dn _{max} (mm)	SA (gün)	dn (mm)	dt (mm)	Ta (dak)	N _{max} (adet)	N _{min} (adet)
9,6	9	1	7	8,75	55	8	1



Şekil 4.48. Barış Kedi Parkı mevcut yeşil alan

4.7.2. Debi, Alan ve Sulama Süreleri

Yapılan hesaplamalar sonucunda işletme birimlerine ayrılan Barış Kedi Parkı'nın debisi, alanı ve sulama süreleri Çizelge 4.46'da verilmiştir. Buna göre işletme birimlerine bölünen çalışma alanının debileri 3,30 – 4,98 m³/saat arasında değişirken, alanları 495 – 796 m² arasında değişmektedir.

Çizelge 4.46. Barış Kedi Parkı debi, alan ve sulama süresi

Parsel Numarası	Debi (m ³ /saat)	Alan (m ²)	Sulama Süresi (dak)
1	3,30	495	55
2	4,20	715	55
3	3,30	420	55
4	4,98	796	55
5	4,74	716	55
6	4,80	758	55

İşletme birimleri aynı anda çalıştırılmayacak, otomasyon sisteminde birim sırasına göre ve günde iki sefer (sabah ve akşam) 28'er dakika olmak üzere sulanacaktır. Çizelge 4.47'ye göre ilk sulama 21:00 – 23:53 saatleri arası yapılırken, ikinci sulama 04:00 – 06:53 saatleri arası yapılacaktır.

Çizelge 4.47. Barış Kedi Parkı sulama sistem programlanması

Parsel No	1.sulama		2.sulama	
	Başlangıç	Bitiş	Başlangıç	Bitiş
1	21:00	21:28	04:00	04:28
2	21:29	21:57	04:29	04:57
3	21:58	22:26	04:58	05:26
4	22:27	22:55	05:27	05:55
5	22:56	23:24	05:56	06:24
6	23:25	23:53	06:25	06:53

4.7.3. Lateral Boru Hesaplamaları

Lateral boru hesaplamalarıyla ilgili tüm bulgular Çizelge 4.48’de verilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre lateral uzunlukları 59 – 113 m, lateral üzerindeki başlık sayıları 24 – 35 adet, lateral debileri 0,91 – 1,37 L/sn, lateral eğimleri 0 – 1,13 m (eğim aşağı yönde ise (-), yukarı yönde ise (+) olarak alınmıştır), laterallerde sürtünmeden kaynaklanan yük kaybının izin verilen değerleri 6,51 – 8,23 m, lateral boru çapları 40 mm, lateral içerisindeki suyun hızı 1,09 – 1,64 m/s, lateral içerisinde hızdan kaynaklanan yük kayıpları 2,7 – 6,1 m, lateral giriş basınçları 3,8 – 4,1 bar ve selenoid vana çapları 1^{1/2}" olarak bulunmuştur.

Çizelge 4.48. Barış Kedi Parkı lateral boru hesaplamaları

Lateral Verileri	İşletme Birimi					
	L1	L2	L3	L4	L5	L6
Uzunluk (m)	59	69	113	94	80	90
Başlık Sayısı (adet)	24	32	26	34	34	35
Debi (L/sn)	0,96	1,16	0,91	1,37	1,31	1,33
Eğim (m)	0,59(+)	0,69(-)	1,13(-)	0	0,80(-)	0,90(+)
İzin Verilen Yük Kaybı (m)	6,51	7,79	8,23	7,10	7,90	8
Boru Çapı (mm)	40	40	40	40	40	40
Hız (m/s)	1,15	1,39	1,09	1,64	1,57	1,59
Yük Kaybı (m)	2,7	3,8	4,8	6,1	4,9	5,6
Giriş Basıncı (bar)	3,8	3,8	3,9	4,1	3,9	4,1
Vana Anma Çapı (Ø)	1 ^{1/2} "	1 ^{1/2} "	1 ^{1/2} "	1 ^{1/2} "	1 ^{1/2} "	1 ^{1/2} "

4.7.4. Ana Boru Hesaplamaları

Laterallere hizmet eden ana boru ile ilgili hesaplamalar sonucunda elde edilen bulgular Çizelge 4.49’da verilmiştir.

Çizelge 4.49. Barış Kedi Parkı ana boru hesaplamaları

Uzunluk (m)	Debi (L/sn)	Çap (mm)	Yük Kaybı(m)
49-74,7	1,16-1,37	40-50	2,27-3

4.7.5. Selenoid Vana Hesaplamaları

Selenoid vana ile ilgili bulgular Çizelge 4.50’de verilmiştir. İşletme birimlerindeki selenoid vanaların giriş basınçları 41,5 – 45,7 m arası değişirken, ana boru üzerindeki vananın basıncı 48,0 m’dir.

Çizelge 4.50. Barış Kedi Parkı selenoid vana giriş basınç hesaplamaları

Basınç	H _{a1}	H _{a2}	H _{a3}	H _{a4}	H _{a5}	H _{a6}	H
(m)	41,5	41,9	42,1	45,5	43,2	45,7	48,0

4.7.6. Filtre Seçimi

Sistemde şebeke suyu kullanılacağından giriş-çıkış çapı 1^{1/2}" olan 120 meshlik bir elek filtre seçilmesi yeterli görülmüştür. Elek filtredeki yük kaybı değeri $h_f = 0,10$ bar (1,02 m)

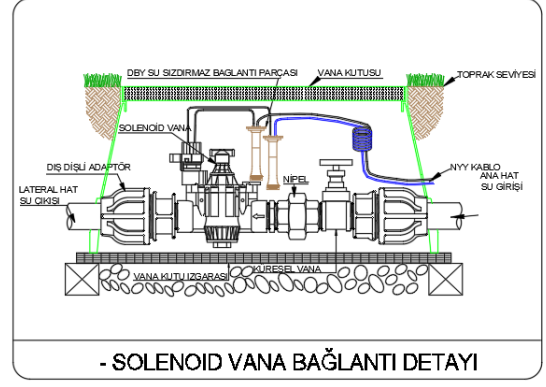
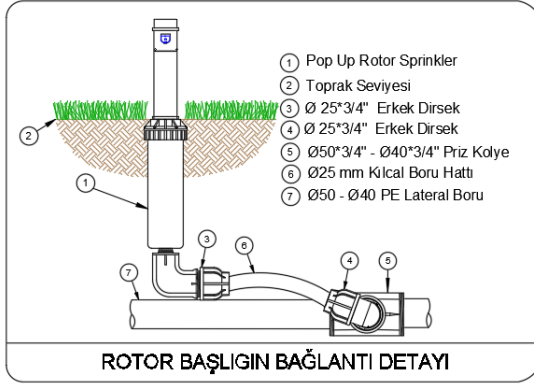
4.7.7. Kontrol Ünitesi Seçimi

Uygulama ve kullanım kolaylığı açısından tek ve çift istasyonlu pilli kontrol üniteleri birimlerin kontrolü için uygun görülmüştür. İşletme birim sayısı 1’den fazla olduğu için de her kontrol ünitesinin kendi vana kutusunun içerisine konulması, kullanım açısından daha kolay olacaktır.

4.7.8. Sistem Kapasitesi Hesaplamaları

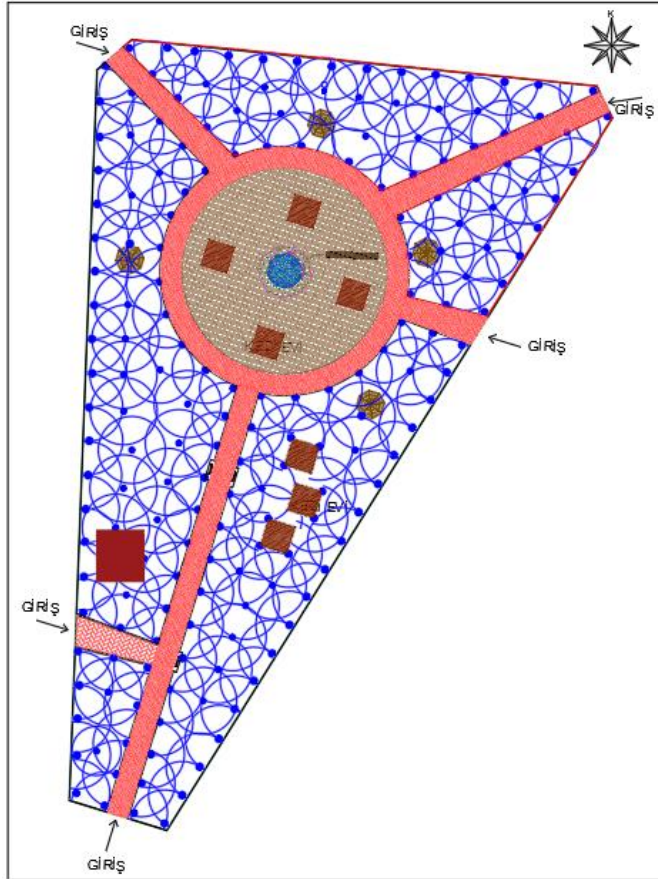
En fazla debi taşıyacak olan lateral ve ana borunun debisinin 1,37 L/sn ve $H_m=50$ m olmasından dolayı sisteme elektrikli pompa eklenmiştir.

Şekil 4.49’da sistemin rotor balık detayı ve selenoid vana detayı verilmiştir. Şekil 4.50’de görüldüğü üzere ise tek tip başlık kullanıldığından atış mesafelerinin işaretleri lacivert (5 m) olarak gösterilmiştir. Şekil 4.51’de görüldüğü üzere sistemdeki ana boru 50mm çapında iken, lateraller ise 50 mm ve 40 mm çapında PE borulardan oluşurken, kılcal hatlar ise 25 mm çaplı hatlardan oluşmaktadır.

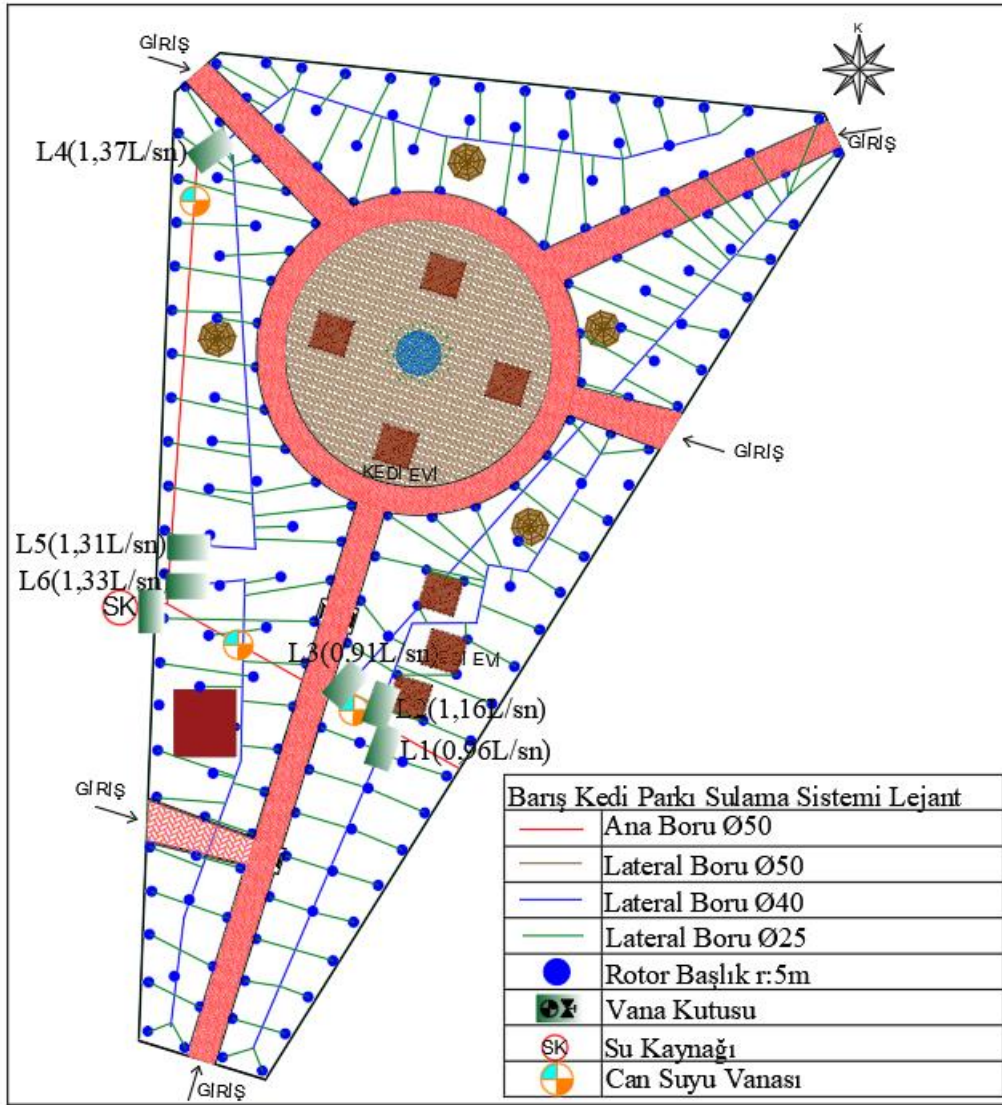


Şekil 4.49. Barış Kedi Parkı rotor başlık ve selenoid vana bağlantı detayı

Alanda ana boru üzerine konumlandırılan 3 adet can suyu vanasının da yeri gösterilmektedir. Atış mesafesi 5 m olan başlıklar lacivert renk ile gösterilmiştir. Bu projede tüm laterallere ait vana ve kontrol üniteleri ayrı vana kutularına konulmuştur.



Şekil 4.50. Barış Kedi Parkı sulama deseni



Şekil 4.51. Barış Kedi Parkı sulama sistemi ve lejant

4.7.9. Maliyet

Yapılan çalışmalar sonucunda alana uygulanması düşünülen sulama sisteminin toplam maliyeti: 7881 \$'dır. Bu projede 1 dekar alanın maliyeti yaklaşık 1751 \$ olmaktadır.

4.8. Bölge Trafik Parkı Sulama Sistem Tasarımı

Bölge Trafik Parkı Barbaros Mahallesi'nde, İzmir yolundan il merkezine girişte sağ tarafta kalan, oldukça büyük bir alan kaplayan ve şu anda peyzaj projesi uygulanmamış olan bir alandır. Alanın konumu açısından ana yol kenarında olsa da çevresinde bulunan lojmanlar ve Güzel Sanatlar Lisesi sayesinde kullanım potansiyeli çok olan bir alandır. Alanın bir bölümünde 2017 yılında çim uygulaması (Şekil 4.52), diğer bölümünde ise çeşitli fidanların dikimi yapılmıştır. Şekil 4.53'te görüldüğü üzere başka alanlardan getirilip buraya

dikilen ağaçlar herhangi bir sulama sistemi olmaksızın kendi hallerine bırakılmıştır. Ara ara el ile yapılan sulama ağaçlara fayda sağlamış gibi görünürken, ağaçların altlarındaki kötü görüntü il merkezine girişte göze çarpmaktadır. Alanda uygulanması düşünülen peyzaj projesi ise Şekil 4.54'te verilmiştir. Alana yapılan sulama sistemi yeterli gelmediği için taşınabilir başlıklar ile sorun çözülmeye çalışılmaktadır. Etrafı açık olan alanda çimler kurumaya yüz tutmuştur. Diğer çalışma alanlarının bir kısmında olduğu üzere burada da parametrelerin tamamı göz önüne alınarak hesaplanmadığından, uygulanan otomatik sulama sistemi projesi eksik kalmaktadır. Yapılan çalışma kapsamında alanda hem yağmurlama hemde damla sulama sistemi tasarlanmıştır.



Şekil 4.52. Bölge Trafik Parkı mevcut sulama yöntemi



Şekil 4.53. Bölge Trafik Parkı mevcut durum

Parkın projelendirilmesinde mevcut alanda su kaynağı olarak şebeke suyu kullanılmıştır. Kullanılan başlıklar ve özellikleri Çizelge 4.51’de verilmiştir.

Çizelge 4.51. Bölge Trafik Parkı başlık verileri

Başlık Özellikleri	Hunter MP 800	Hunter PGP Ultra	Hunter PGP Mavi
Kullanılan Nozul	-	0,5	1,5
Çalışma basıncı (bar)	3,1	3,1	3,5
Atış mesafesi (m)	3,1	5,5	9,8
Başlık Debisi (L/dak)	1,59	1,91	6,81



Şekil 4.54. Bölge Trafik Parkı peyzaj projesi (Anonim, 2018)

4.8.1. Yağmurlama Sulama Ön Projelene Faktörleri

Projelene başlanmadan önce materyal ve yöntemde belirtilen ön projelene faktörleri hesaplanarak Çizelge 4.52’de verilmiştir. Alan1 kuzey yönünde olup, alan2 güneyde kalan kısım olarak adlandırılmıştır.

Çizelge 4.52. Bölge Trafik Parkı ön projelene faktörleri

Alanlar	Iy (mm/saat)	dn _{max} (mm)	SA (gün)	dn (mm)	dt (mm)	Ta (dak)	N _{max} (adet)	N _{min} (adet)
Alan1	8	9,45	1	6,5	8,125	61	7	1
Alan2	7,6	9,45	1	6,5	8,125	63,6	7	1

4.8.2. Debi, Alan ve Sulama Süreleri

Yapılan hesaplamalar sonucunda işletme birimlerine ayrılan Bölge Trafik Parkı’nın debisi, alanı ve sulama süreleri Çizelge 4.53’te verilmiştir. Buna göre işletme birimlerine bölünen çalışma alanının debileri 1,68 – 8,16 m³/saat arasında değişirken, alanları 102 – 1270 m² arasında değişmektedir.

İşletme birimleri aynı anda çalıştırılmayacak, otomasyon sisteminde birim sırasına göre ve günde iki sefer (sabah ve akşam) alan1 de 31’er dakika, alan2 de 32’şer dakika olmak üzere sulanacaktır. İki alanın su kaynağı farklı olduğu için alanlar aynı zamanlar içerisinde sulanmaya başlanacaktır. Çizelge 4.54’e göre ilk sulama 7 işletme biriminden oluşan alan1’de 21:00 – 00:43, 4 işletme biriminden oluşan alan2’de 21:00 – 23:11 saatleri arası yapılırken, ikinci sulama alan1’de 04:00 – 07:43, alan2’de 04:00 – 06:11 saatleri arası yapılacaktır.

Çizelge 4.53. Bölge Trafik Parkı debi, alan ve sulama süresi

Parsel Numarası	Debi (m ³ /saat)	Alan (m ²)	Sulama Süresi (dak)
1	3,59	511	61
2	1,68	102	61
3	3,24	435	61
4	3,59	480	61
5	7,08	965	61
6	3,30	408	61
7	2,26	155	61
8	8,16	1240	64
9	7,34	1140	64
10	7,34	1270	64
11	7,96	1103	64

Çizelge 4.54. Bölge Trafik Parkı sulama sistem programlanması

Parsel No	1.sulama		2.sulama	
	Başlangıç	Bitiş	Başlangıç	Bitiş
1	21:00	21:31	04:00	04:31
2	21:32	22:03	04:32	05:03
3	22:04	22:35	05:04	05:35
4	22:36	23:07	05:36	06:07
5	23:08	23:39	06:08	06:39
6	23:40	00:11	06:40	07:11
7	00:12	00:43	07:12	07:43
8	21:00	21:32	04:00	04:32
9	21:33	22:05	04:33	05:05
10	22:06	22:38	05:06	05:38
11	22:39	23:11	05:39	06:11

4.8.3. Lateral Boru Hesaplamaları

Lateral boru hesaplamalarıyla ilgili tüm bulgular Çizelge 4.55'te verilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre alan1 için lateral uzunlukları 23 – 87 m, lateral üzerindeki başlık sayıları 14 – 29 adet, lateral debileri 0,62 – 1,90 L/sn, lateral eğimleri 0 – 1,86 m (eğim aşağı yönde ise(-) yönde alınmıştır), laterallerde sürtünmeden kaynaklanan yük kaybının izin verilen değerleri 5,68 – 8,96 m, lateral boru çapları 50 – 40 – 32 ve 25 mm, lateral içerisindeki suyun hızı 1,16 – 1,71 m/s, lateral içerisinde hızdan kaynaklanan yük kayıpları 2,62 – 8,90 m, lateral giriş basınçları 3 – 4,2 bar ve selenoid vana çapları 1^{1/2}" ve 1" olarak hesaplanırken, alan2 için lateral uzunlukları 82 – 90 m, lateral üzerindeki başlık sayıları 11 – 15 adet, lateral debileri 2,04 – 2,26 L/sn, lateral eğimleri 3,28 – 3,60 m, laterallerde sürtünmeden kaynaklanan yük kaybının izin verilen değerleri 10,34 – 10,70 m, lateral boru çapları 50 mm, lateral içerisindeki suyun hızı 1,56 – 1,72 m/s, lateral içerisinde hızdan kaynaklanan yük kayıpları 4,83 – 5,76 m, lateral giriş basınçları 3,6 – 3,7 bar ve selenoid vana çapları 1^{1/2}" olarak bulunmuştur.

Çizelge 4.55. Bölge Trafik Parkı lateral boru hesaplamaları

Lateral Verileri	İşletme Birimi						
	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7
Alan1							
Uzunluk (m)	81	23	52	87	64	68	82
Başlık Sayısı (adet)	29	18	25	32	14	28	26
Debi (L/sn)	0,99	0,47	0,90	0,99	1,90	0,91	0,62
Eğim (m)	1,86(-)	0	1,30(-)	1,82(-)	1,60(-)	1,83(-)	0
İzin Verilen Yük Kaybı (m)	8,96	5,68	8,40	8,92	8,70	8,93	5,68
Boru Çapı (mm)	40	25	32	40	50	32	32
Hız (m/s)	1,18	1,44	1,69	1,18	1,45	1,71	1,16
Yük Kaybı (m)	3,80	2,62	5,66	4,08	3,52	8,90	4,67
Giriş Basıncı (bar)	3,7	3	3,9	3,7	3,7	4,2	3,2
Vana Anma Çapı (Ø)	1 ^{1/2} "	1"	1"	1 ^{1/2} "	1 ^{1/2} "	1"	1"

Çizelge 4.55'in devamı

Alan2	L8	L9	L10	L11
Uzunluk (m)	86	82	89	90
Başlık Sayısı (adet)	15	11	12	14
Debi (L/sn)	2,26	2,04	2,04	2,21
Eğim (m)	3,44(-)	3,28(-)	3,56(-)	3,60(-)
İzin Verilen Yük Kaybı (m)	10,54	10,34	10,66	10,70
Boru Çapı (mm)	50	50	50	50
Hız (m/s)	1,72	1,56	1,56	1,69
Yük Kaybı (m)	5,59	4,83	5,25	5,76
Giriş Basıncı (bar)	3,7	3,6	3,7	3,7
Vana Anma Çapı (Ø)	1 ^{1/2} "	1 ^{1/2} "	1 ^{1/2} "	1 ^{1/2} "

4.8.4. Ana Boru Hesaplamaları

Laterallere hizmet eden ana boru ile ilgili hesaplamalar sonucunda elde edilen bulgular Çizelge 4.56'da verilmiştir.

Çizelge 4.56. Bölge Trafik Parkı ana boru hesaplamaları

Alanlar	Uzunluk (m)	Debi (L/sn)	Çap (mm)	Yük Kaybı(m)
Alan1	128	1,90	50	7,04
Alan2	125	2,26	50	8,12

4.8.5. Selenoid Vana Hesaplamaları

Selenoid vana ile ilgili bulgular Çizelge 4.57'de verilmiştir. İşletme birimlerindeki selenoid vanaların giriş basınçları, ana boru üzerindeki vananın basıncı aşağıdadır.

Çizelge 4.57. Bölge Trafik Parkı alan1 selenoid vana giriş basınç hesaplamaları

Alan1	H _{a1}	H _{a2}	H _{a3}	H _{a4}	H _{a5}	H _{a6} (m)	H _{a7}	H (m)
Basınç(m)	40,3	33,9	42,8	40,8	40,5	45,9	35,5	51,1

Çizelge 4.57'nin devamı

Alan2	H _{a8}	H _{a9}	H _{a10}	H _{a11}	H
Basınç (m)	41,3	40,1	40,6	41,2	49,4

4.8.6. Filtre Seçimi

Sistemde şebeke suyu kullanılacağından giriş-çıkış çapı 1^{1/2}" olan 120 meshlik bir elek filter seçilmesi yeterli görülmüştür. Elek filtredeki yük kaybı değeri $h_f = 0,10$ bar (1,02 m)

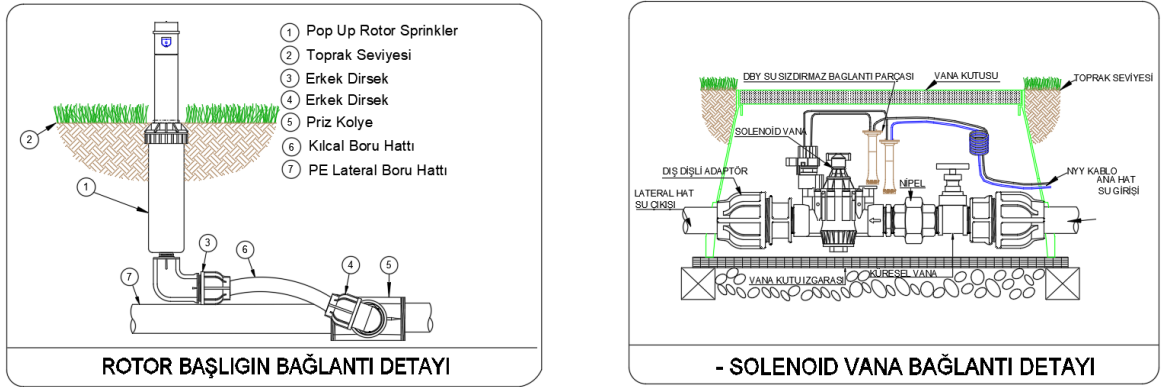
4.8.7. Kontrol Ünitesi Seçimi

Uygulama ve kullanım kolaylığı açısından tek ve çift istasyonlu pilli kontrol üniteleri birimlerin kontrolü için uygun görülmüştür. İşletme birim sayısı 1'den fazla olduğu için de her kontrol ünitesinin kendi vana kutusunun içerisine konulması, kullanım açısından daha kolay olacaktır.

4.8.8. Sistem Kapasitesi Hesaplamaları

En fazla debi taşıyacak olan lateral ve ana borunun debisinin 1,90 L/sn ve 2,26 L/sn, $H_m=50$ m olmasından dolayı iki sisteme de elektrikli pompa eklenmiştir.

Şekil 4.55'te verilen rotor başlık ve selenoid vana bağlantı şemasına, bağlantı detayları eklenmemiştir.



4.8.9. Damla Sulama Sistemi Tasarımı

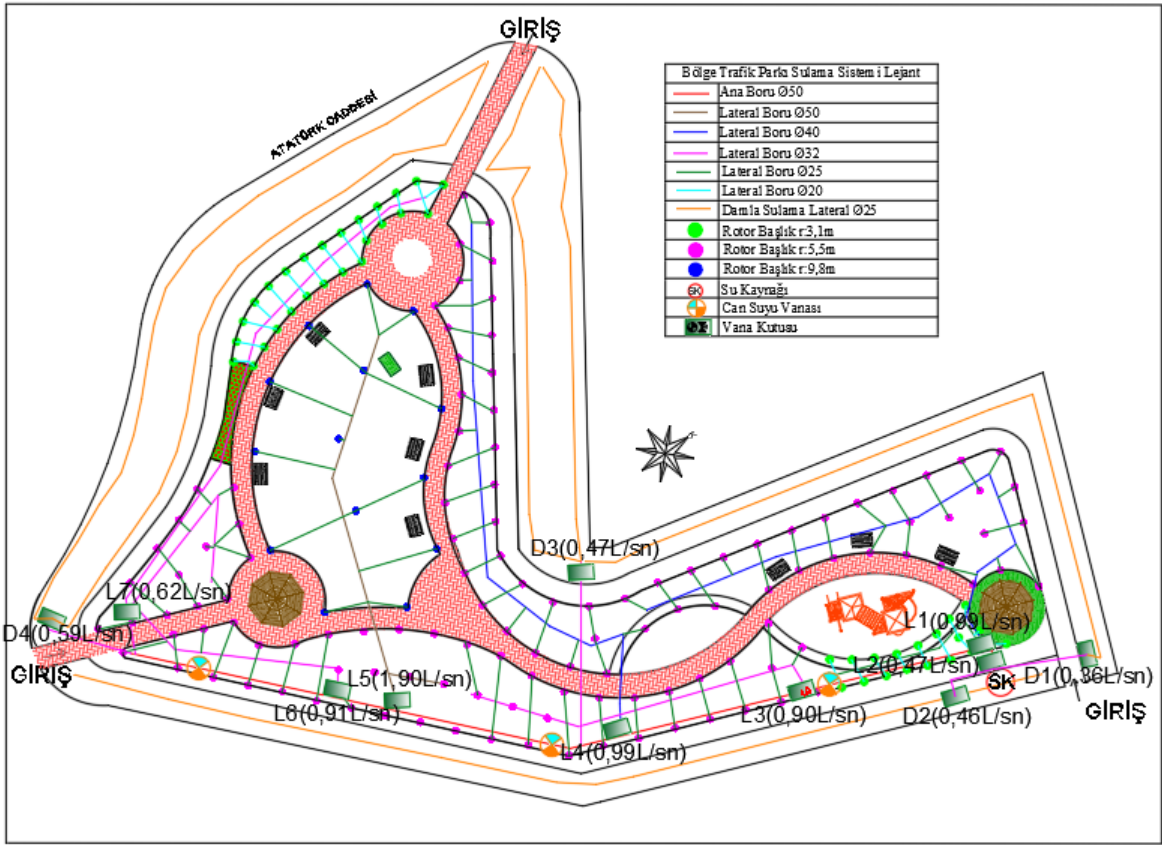
Damla sulama hesaplamaları ve tasarımı yapıldıktan sonra elde edilen sonuçlar (damlatıcı aralığı S_d , bitki su tüketimi T, sulama aralığı SA, damlatıcı sayısı N, lateral uzunlukları L1, L2, L3 ve L4, lateral ve manifold çapları, lateral debileri Q1, Q2, Q3, Q4, vana çapı, sulama süresi) Çizelge 4.58'de verilmiştir.

Çizelge 4.58. Bölge Trafik Parkı damla sulama hesaplamaları

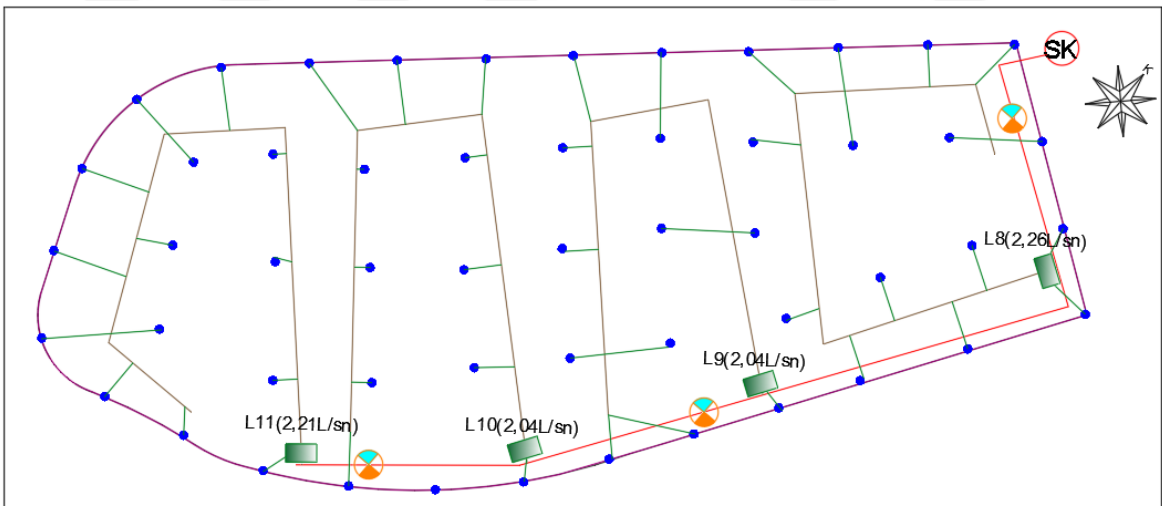
S_d (m)	0,33	L1(m)	108	Manifold çap(mm)	32
P	33	L2(m)	140	Q1 (L/sn)	0,36
d_{nmax} (mm)	8,3	L3(m)	84+71	Q2 (L/sn)	0,46
T (mm/gün)	5,35	L4(m)	105+107	Q3 (L/sn)	0,47
SA(gün)	1	n_d (adet)	421	Q4 (L/sn)	0,59
d_n (mm)	5,35	h(m)	1,5	Vana çap	1"
d_t (mm)	6,29	h_L (m)	0,84	Sulama süresi(dak)	32
N(adet)		3030	F		0,356
Lateral çap (mm)		25	H1(m)		10,65

Şekil 4.56'da görüldüğü üzere sistemdeki ana borular iki alanda da 50 mm çapında iken, lateraller ise 50 – 40 ve 32 mm çapında PE borulardan oluşurken, kılcal hatlar ise 25 mm ve 20 mm çaplı hatlardan oluşmaktadır. Alanlarda ana boru üzerine konumlandırılan 3'er adet, toplam 6 adet can suyu vanasının da yeri gösterilmektedir. Atış mesafesi 3,1 m olan başlıklar ise yeşil, 5,5 m olan başlıklar pembe, 9,8 m olan başlıklar ise lacivert renk ve 25 mmlik damla sulama hattı ise turuncu renk ile gösterilmiştir. Bu projede tüm laterallere ait vana ve kontrol üniteleri ayrı vana kutularına konulmuştur.

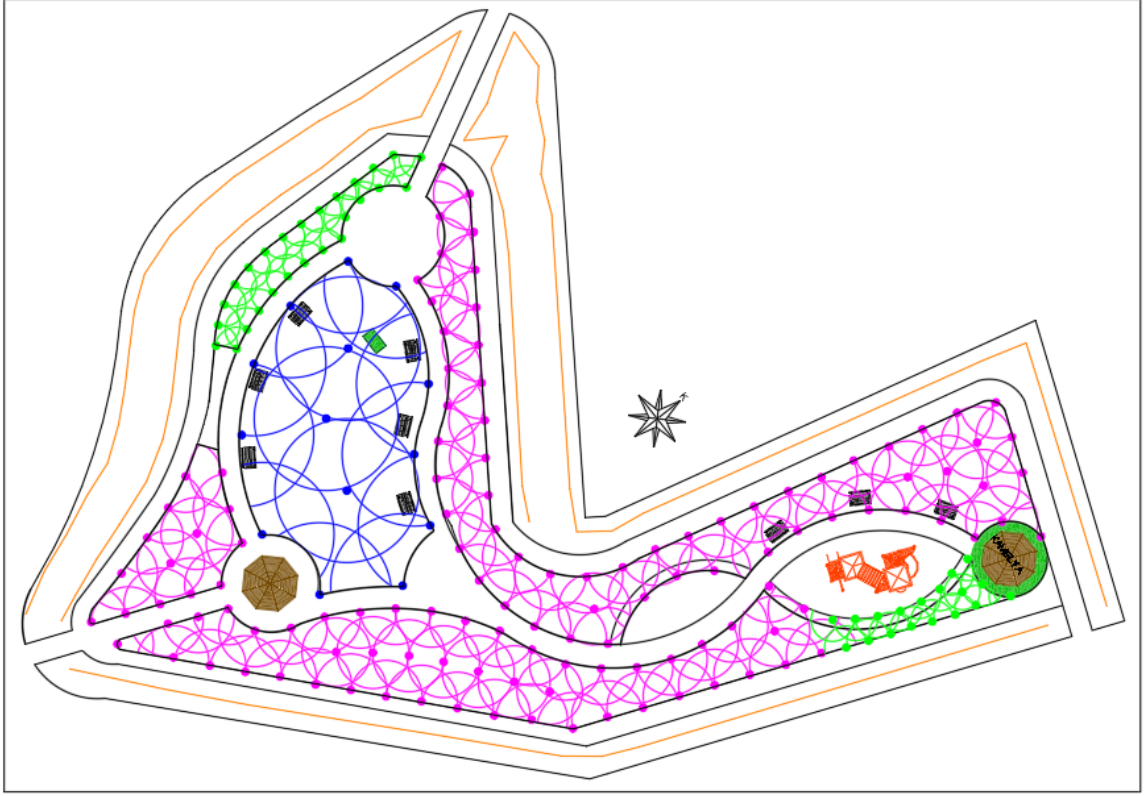
Şekil 4.57'de görüldüğü üzere ise üç tip başlık kullanıldığından atış mesafelerinin işaretleri yeşil (3,1 m), pembe(5,5 m) ve lacivert (9,8 m) olarak gösterilmiştir. Damla sulama hattı alanın etrafında 2 sıra bitkiye tek sıra düşecek şekilde yerleştirilip, turuncu renk ile gösterilmiştir.



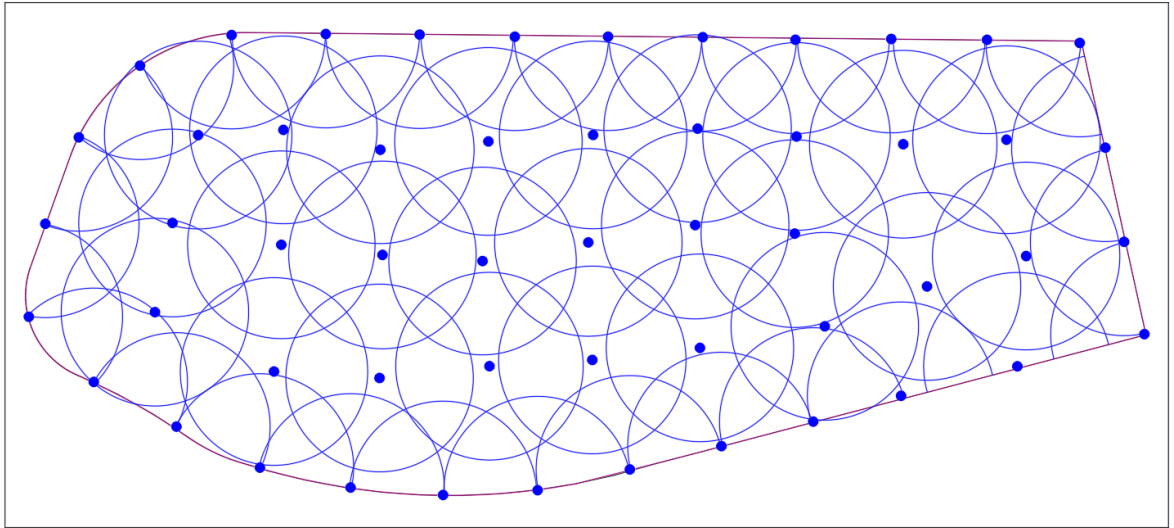
Şekil 4.56. Bölge Trafik Parkı sulama sistemi ve lejant



Şekil 4.56'nın devamı



Şekil 4.57. Bölge Trafik Parkı sulama deseni



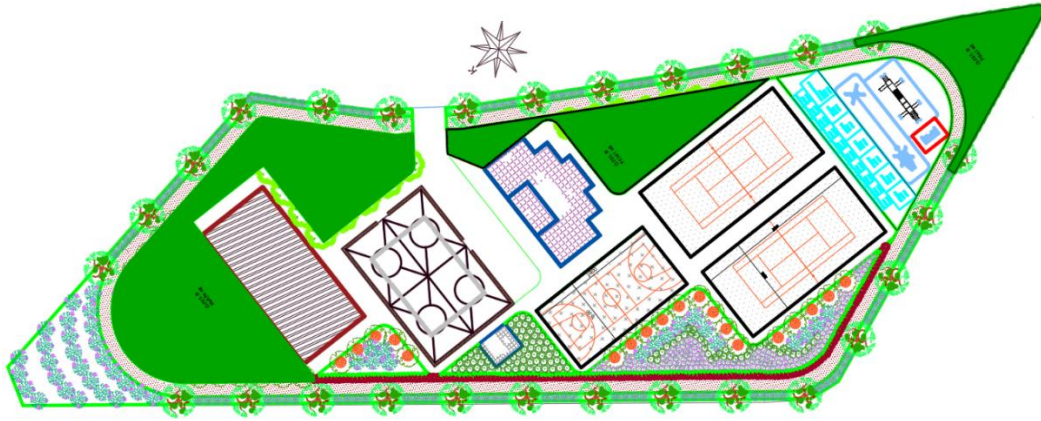
Şekil 4.57'nin devamı

4.8.10. Maliyet

Yapılan çalışmalar sonucunda alana uygulanması düşünülen sulama sisteminin toplam maliyeti: 7847 \$'dır. Bu projede 1 dekar alanın maliyeti yaklaşık 784 \$ olmaktadır.

4.9. Şehit Kıvanç Kaşıkçı Parkı Sulama Sistem Tasarımı

Uygulanmış peyzaj projesi Şekil 4.58’de, park girişinin görüntüsünün ise Şekil 4.59’da verildiği Şehit Kıvanç Kaşıkçı Parkı, diğer adıyla Sağlıklı Yaşam Parkı Esenler Mahallesi’nin en büyük parkı olan Özgürlük Parkı’nın hemen yan tarafındadır. Peyzaj ve otomatik sulama tasarımları 2016 – 2017 yılları arasında uygulanan park, kullanım alanları çeşitliliği açısından Çanakkale’de tek olma özelliğini korumaktadır. İçerisinde Basketbol, voleybol, futbol ve tenis gibi spor alanlarının yanı sıra, açık ve kapalı fitness bölümleri ve kayak pistleri ile de kullanım potansiyeli oldukça yükündür.



Şekil 4.58. Şehit Kıvanç Kaşıkçı Parkı peyzaj projesi (Anonim, 2018)



Şekil 4.59. Şehit Kıvanç Kaşıkçı Parkı görünümü

Parkın projelendirilmesinde mevcut alanda su kaynağı olarak şebeke suyu kullanılmıştır. Kullanılan başlık ve özellikleri Çizelge 4.59’da verilmiştir.

Çizelge 4.59. Şehit Kıvanç Kaşıkçı Parkı başlık verileri

Başlık Özellikleri	Hunter Kenar Şerit	Hunter MP 1000	Hunter MP 3000
Çalışma basıncı (bar)	2,8	2,8	2,8
Atış mesafesi (m)	1,5×9,1	6,1	9,1
Başlık Debisi (L/dak)	1,66	1,59	6,90

4.9.1. Yağmurlama Sulama Ön Projelene Faktörleri

Projelene başlanmadan önce materyal ve yöntemde belirtilen ön projelene faktörleri hesaplanarak Çizelge 4.60'ta verilmiştir.

Çizelge 4.60. Şehit Kıvanç Kaşıkçı Parkı ön projelene faktörleri

Iy	dn _{max}	SA	dn	dt	Ta	N _{max}	N _{min}
(mm/saat)	(mm)	(gün)	(mm)	(mm)	(dak)	(adet)	(adet)
9,9	9,45	1	6,5	8,125	50	9	3

Damla sulama hatları (Şekil 4.60) ve yağmurlama sulama sistemi projeye göre uygulanmış ve aktif olarak kullanılmakta olmasına rağmen, sistem zamanla çevresel faktörlerin etkileriyle deformasyona uğramıştır (Şekil 4.61).



Şekil 4.60. Şehit Kıvanç Kaşıkçı Parkı damla sulama hattı



Şekil 4.61. Şehit Kıvanç Kaşıkçı Parkı pop-up yağmurlama başlığı

Şekil 4.61'deki problemlerin benzeri alandaki diğer pop-up yağmurlama başlıklarının bir kısmında da gözlenmiştir. Başlıklardaki sorunların giderilmesi yerine, diğer parklarda olduğu gibi taşınabilir yağmurlama başlıkları ile çözülmeye çalışılmıştır (Şekil 4.62). Damla sulama hatlarındaki deformasyonlar ise kısa yoldan çözülmeye çalışılarak, kopan hatlar yaya yolları üzerinden geçirilerek bağlanmıştır (Şekil 4.63).



Şekil 4.62. Şehit Kıvanç Kaşıkçı Parkı taşınabilir başlık



Şekil 4.63. Şehit Kıvanç Kaşıkçı Parkı sulama sistemi geçişi

4.9.2. Debi, Alan ve Sulama Süreleri

Yapılan hesaplamalar sonucunda işletme birimlerine ayrılan Şehit Kıvanç Kaşıkçı Parkı'nın debisi, alanı ve sulama süreleri Çizelge 4.61'de verilmiştir. Buna göre işletme birimlerine bölünen çalışma alanının debileri 3,00 – 8,29 m³ /saat arasında değişirken, alanları 332 – 892 m² arasında değişmektedir.

Çizelge 4.61. Şehit Kıvanç Kaşıkçı Parkı debi, alan ve sulama süresi

Parsel Numarası	Debi (m ³ /saat)	Alan (m ²)	Sulama Süresi (dak)
1	3,25	437	50
2	8,06	740	50
3	8,29	892	50
4	7,66	685	50
5	4,96	470	50
6	4,39	416	50
7	4,16	413	50
8	3,00	332	50

İşletme birimleri aynı anda çalıştırılmayacak, otomasyon sisteminde birim sırasına göre ve günde iki sefer (sabah ve akşam) 25'er dakika olmak üzere sulanacaktır. Çizelge 4.62'ye göre ilk sulama 21:00 – 00:27 saatleri arası yapılırken, ikinci sulama 04:00 – 07:27 saatleri arası yapılacaktır.

Çizelge 4.62. Şehit Kıvanç Kaşıkçı Parkı sulama sistem programlanması

Parsel No	1.sulama		2.sulama	
	Başlangıç	Bitiş	Başlangıç	Bitiş
1	21:00	21:25	04:00	04:25
2	21:26	21:51	04:26	04:51
3	21:52	22:17	04:52	05:17
4	22:18	22:43	05:18	05:43
5	22:44	23:09	05:44	06:09
6	23:10	23:35	06:10	06:35
7	23:36	00:01	06:36	07:01
8	00:02	00:27	07:02	07:27

4.9.3. Lateral Boru Hesaplamaları

Lateral boru hesaplamalarıyla ilgili tüm bulgular Çizelge 4.63'te verilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre lateral uzunlukları 58 – 191 m, lateral üzerindeki başlık sayıları 11 – 50 adet, lateral debileri 0,83 – 2,30 L/sn, lateral eğimleri 0 – 7,64 m (eğim aşağı yönde ise (-), yukarı yönde ise (+) olarak alınmıştır) , laterallerde sürtünmeden kaynaklanan yük kaybının izin verilen değerleri 7,81 – 13,32 m, lateral boru çapları 50 – 40 – 32 ve 25 mm, lateral içerisindeki suyun hızı 1,16 – 1,73 m/s, lateral içerisinde hızdan kaynaklanan yük kayıpları 2,36 – 11,09 m, lateral giriş basınçları 2,8 – 3,4 bar ve selenoid vana çapları 1^{1/2}" ve 1" olarak bulunmuştur.

Çizelge 4.63. Şehit Kıvanç Kaşıkçı Parkı lateral boru hesaplamaları

Lateral Verileri	İşletme Birimi							
	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8
Uzunluk (m)	58	69	172	168	117	191	58	97
Başlık Sayısı (adet)	11	15	42	50	26	40	12	32
Debi (L/sn)	0,90	2,23	2,30	2,12	1,38	1,21	1,15	0,83
Eğim (m)	3,82	2,13	3,09	6,04	3,62	7,64	2,32	4,07
	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)
İzin Verilen Yük Kaybı (m)	9,5	7,81	8,77	11,72	9,3	13,32	8	9,75

Çizelge 4.63'ün devamı

Boru Çapı (mm)	32	50	50	50 - 25	50 - 25	40	40	32
Hız (m/s)	1,44	1,26	1,16	1,73	1,28	1,45	1,38	1,30
Yük Kaybı (m)	3,81	2,36	2,45	10,99	6,60	11,09	3,20	9,70
Giriş Basıncı (bar)	2,8	2,8	2,7	3,3	3,1	3,2	2,9	3,4
Vana Anma Çapı (Ø)	1''	1 ^{1/2} ''	1 ^{1/2} ''	1 ^{1/2} ''	1 ^{1/2} ''	1 ^{1/2} ''	1 ^{1/2} ''	1''

4.9.4. Ana Boru Hesaplamaları

Laterallere hizmet eden ana boru ile ilgili hesaplamalar sonucunda elde edilen bulgular Çizelge 4.64'te verilmiştir.

Çizelge 4.64. Şehit Kıvanç Kaşıkçı Parkı ana boru hesaplamaları

Uzunluk (m)	Debi (L/sn)	Çap (mm)	Yük Kaybı(m)
247	2,30	50	5,16

4.9.5. Selenoid Vana Hesaplamaları

Selenoid vana ile ilgili bulgular Çizelge 4.65'te verilmiştir. İşletme birimlerindeki selenoid vanaların giriş basınçları 30,9 – 37,3 m arası değişirken, ana boru üzerindeki vananın basıncı 45,3 m'dir.

Çizelge 4.65. Şehit Kıvanç Kaşıkçı Parkı selenoid vana giriş basınç hesaplamaları

Basınç (m)	H _{a1}	H _{a2}	H _{a3}	H _{a4}	H _{a5}	H _{a6}	H _{a7}	H _{a8}	H
	31,0	31,7	30,9	37,1	35,1	35,7	36,3	37,3	45,3

4.9.6. Filtre Seçimi

Sistemde şebeke suyu kullanılacağından giriş-çıkış çapı 1^{1/2}'' olan 120 meshlik bir elek filtre seçilmesi yeterli görülmüştür. Elek filtredeki yük kaybı değeri $h_f = 0,10$ bar (1,02 m)

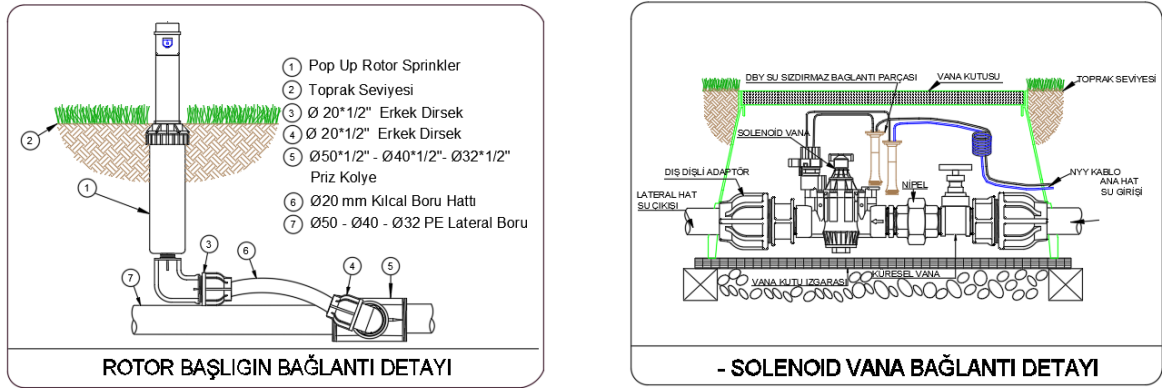
4.9.7. Kontrol Ünitesi Seçimi

Uygulama ve kullanım kolaylığı açısından tek ve çift istasyonlu pilli kontrol üniteleri birimlerin kontrolü için uygun görülmüştür. İşletme birim sayısı 1’den fazla olduğu için de her kontrol ünitesinin kendi vana kutusunun içerisine konulması, kullanım açısından daha kolay olacaktır.

4.9.8. Sistem Kapasitesi Hesaplamaları

En fazla debi taşıyacak olan lateral ve ana borunun debisinin 2,30 L/sn ve $H_m = 50$ m olmasından dolayı sisteme elektrikli pompa eklenmiştir.

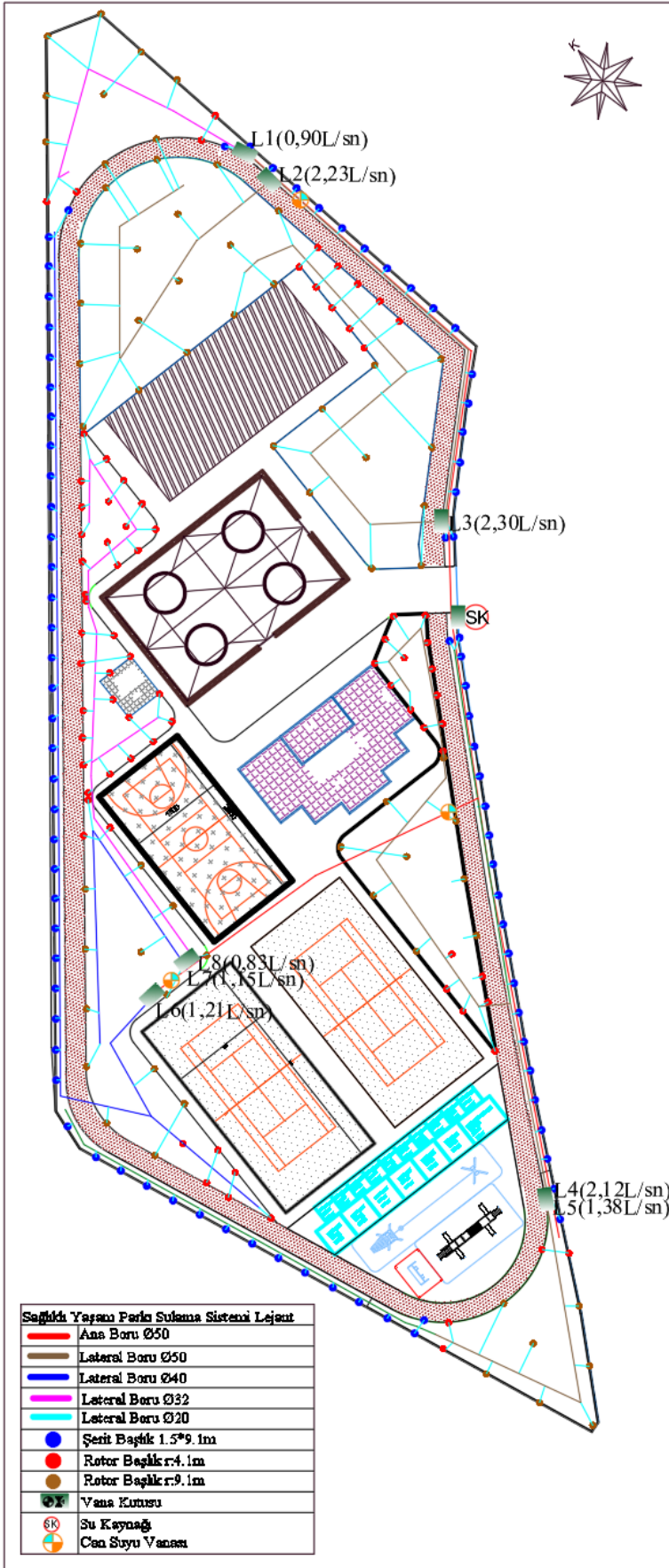
Şekil 4.64’te sistemin rotor balık detayı ve selenoid vana detayı verilmiştir.



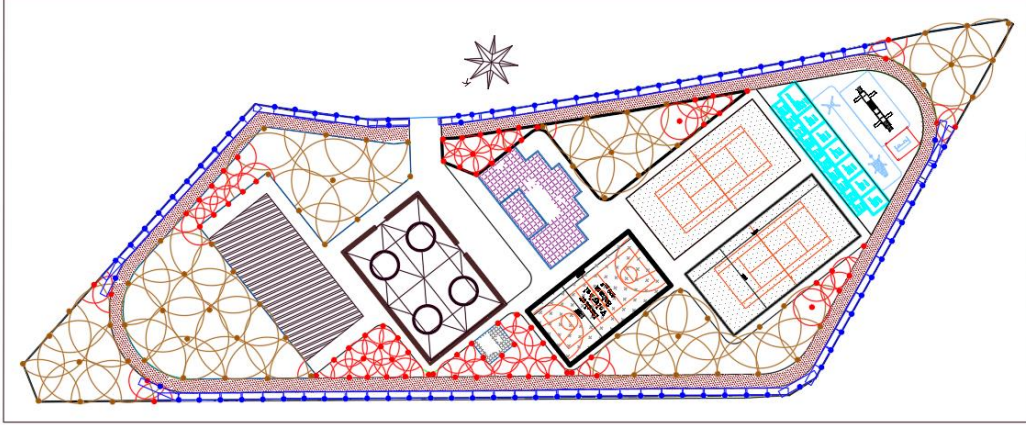
Şekil 4.64. Şehit Kıvanç Kaşıkçı Parkı rotor başlık ve selenoid vana bağlantı detayı

Sistemdeki ana boru 50mm çapında iken, lateraller ise 50 – 40 ve 32 mm çapında PE borulardan oluşurken, kılcal hatlar ise 20 mm çaplı hatlardan oluşmaktadır (Şekil 4.65). Alanda ana boru üzerine konumlandırılan 3 adet can suyu vanasının da yeri gösterilmektedir. Atış mesafesi 1,5 x 9,1 m olan dikdörtgen atımlı başlıklar lacivert, 4,1 m olan başlıklar kırmızı, 9,1 m olan başlıklar ise kahverengi ile gösterilmiştir. Bu projede 1, 2, 3 ve 6 nolu laterallere ait vana ve kontrol üniteleri ayrı vana kutularına konulurken, 4 ve 5 ile 7 ve 8 nolu lateraller aynı vana kutusu ve kontrol panelini kullanmaktadır.

Şekil 4.66’da görüldüğü üzere ise üç tip başlık kullanıldığından atış mesafelerinin işaretleri lacivert (1,5 x 9,1 m), kırmızı (4,1 m) ve kahverengi (9,1 m) olarak gösterilmiştir.



Şekil 4.65. Şehit Kıvanç Kaşıkçı Parkı sulama sistemi ve lejant



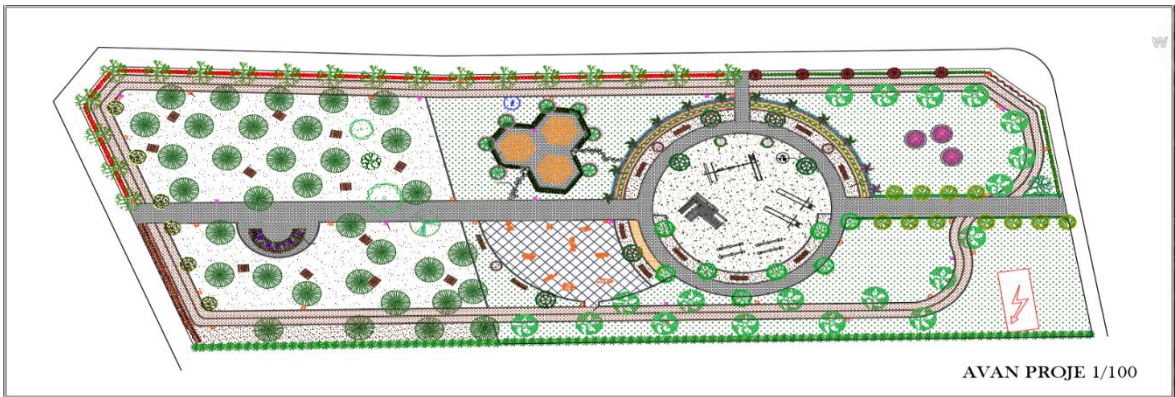
Şekil 4.66. Şehit Kıvanç Kaşıkçı Parkı sulama deseni

4.9.9. Maliyet

Yapılan çalışmalar sonucunda alana uygulanması düşünülen sulama sisteminin toplam maliyeti: 6703 \$'dır. Bu projede 1 dekar alanın maliyeti yaklaşık 1666 \$ olmaktadır.

4.10. Şehit Emre Bağcı Parkı Sulama Sistem Tasarımı

Şehit Emre Bağcı Parkı, Barbaros Mahallesinde havaalanının arka tarafında ve Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi İlahiyat Fakültesi'nin yakınında bulunmaktadır. Yapımı 2018 yılında tamamlanan parkın kullanımı, etrafındaki siteler ve üniversite öğrencileri sayesinde oldukça fazladır. 2018 yılında uygulanmış olan peyzaj projesi aşağıda verilen parkın içerisinde çocuk oyun alanı, fitness alanı, oturma birimleri ve yürüyüş parkuru bulunmaktadır (Şekil 4.67).



Şekil 4.67. Şehit Emre Bağcı Parkı peyzaj projesi (Anonim, 2018)

Parkın projelendirilmesinde mevcut alanda su kaynağı olarak şebeke suyu kullanılmıştır. Kullanılan başlık ve özellikleri Çizelge 4.66'da verilmiştir.

Çizelge 4.66. Şehit Emre Bağcı Parkı başlık verileri

Başlık Özellikleri	Hunter MP 800	Hunter MP 1000	Hunter MP 3000
Çalışma basıncı (bar)	2,8	2,8	2,8
Atış mesafesi (m)	3,1	4,1	6,1
Başlık Debisi (L/dak)	1,59	1,59	2,92

Alanın otomatik sulama sistemi uygulama projesi aşağıda verilmiştir. Şekil 4.68’de görüldüğü üzere alan 8 işletme birimine ayrılarak sulanmaktadır. Turkuaz başlıklar 3 m atışlı sprej başlıklar, kavuniçi başlıklar ise 5 m atışlı rotor başlıklardır. Ana boru kırmızı ve 63 mm çapında, tüm lateraller ise kahverengi ve 50 mm çapındadır. Şekil 4.69 ve 4.70’de ise projelerin alana uygulanmış halinin görüntüsü verilmiştir.

4.10.1. Yağmurlama Sulama Ön Projelme Faktörleri

Projelene başlanmadan önce materyal ve yöntemde belirtilen ön projelme faktörleri hesaplanarak Çizelge 4.67’de verilmiştir.

Çizelge 4.67. Şehit Emre Bağcı Parkı ön projelme faktörleri

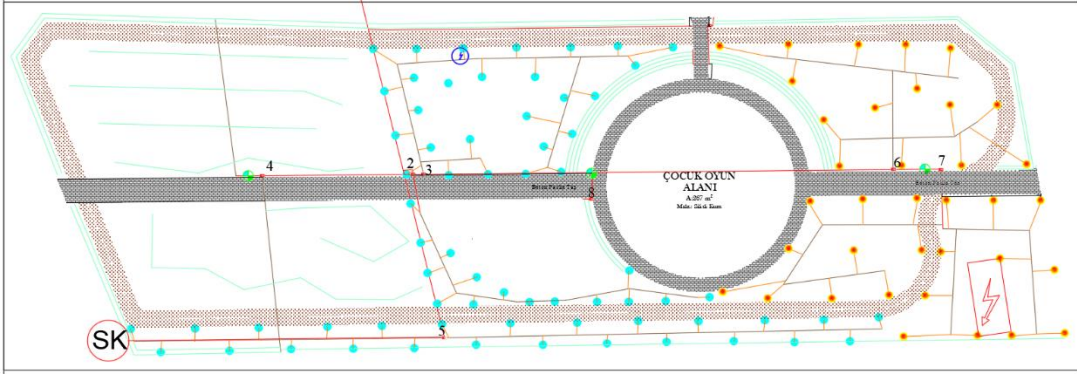
Iy	dn _{max}	SA	dn	dt	Ta	N _{max}	N _{min}
(mm/saat)	(mm)	(gün)	(mm)	(mm)	(dak)	(adet)	(adet)
11,3	11,7	1	6,5	8,125	44	11	1

4.10.2. Debi, Alan ve Sulama Süreleri

Yapılan hesaplamalar sonucunda işletme birimlerine ayrılan Şehit Emre Bağcı Parkı’nın debisi, alanı ve sulama süreleri Çizelge 4.68’de verilmiştir. Buna göre işletme birimlerine bölünen çalışma alanının debileri 3,35 – 4,25 m³ /saat arasında değişirken, alanları 211 – 490 m² arasında değişmektedir.

Çizelge 4.68. Şehit Emre Bağcı Parkı debi, alan ve sulama süresi

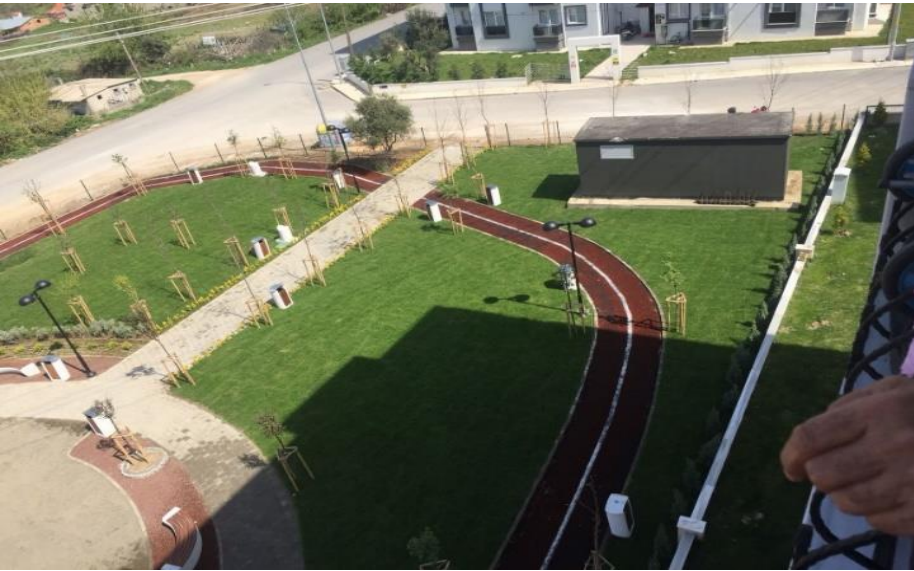
Parsel Numarası	Debi (m ³ /saat)	Alan (m ²)	Sulama Süresi (dak)
1	3,35	306	44
2	3,80	211	44
3	4,25	490	44



Şekil 4.68. Şehit Emre Bağcı Parkı uygulanan sulama sistemi projesi (Anonim, 2018)



Şekil 4.69. Şehit Emre Bağcı Parkı uygulanan peyzaj projesi I



Şekil 4.70. Şehit Emre Bağcı Parkı uygulanan peyzaj projesi II

İşletme birimleri aynı anda çalıştırılmayacak, otomasyon sisteminde birim sırasına göre ve günde iki sefer (sabah ve akşam) 22'er dakika olmak üzere sulanacaktır. Çizelge 4.69'a göre ilk sulama 00:00 – 01:08 saatleri arası yapılırken, ikinci sulama 06:00 – 07:08 saatleri arası yapılacaktır.

Çizelge 4.69. Şehit Emre Bağcı Parkı sulama sistem programlanması

Parsel No	1.sulama		2.sulama	
	Başlangıç	Bitiş	Başlangıç	Bitiş
1	00:00	00:22	06:00	06:22
2	00:23	00:45	06:23	06:45
3	00:46	01:08	06:46	07:08

4.10.3. Lateral Boru Hesaplamaları

Lateral boru hesaplamalarıyla ilgili tüm bulgular Çizelge 4.70'te verilmiştir.

Çizelge 4.70. Şehit Emre Bağcı Parkı lateral boru hesaplamaları

Lateral Verileri	İşletme Birimi		
	L1	L2	L3
Uzunluk (m)	90	71	82
Başlık Sayısı (adet)	39	42	25
Debi (L/sn)	0,93	1,06	1,18
Eğim (m)	5,31 (-)	0	2,95 (-)
İzin Verilen Yük Kaybı (m)	10,99	5,68	8,63
Boru Çapı (mm)	40-32	40-32	40-32
Hız (m/s)	1,59	1,30	1,32
Yük Kaybı (m)	7,28	5,68	4,78
Giriş Basıncı (bar)	3,5	3,3	3,2
Vana Anma Çapı (Ø)	1 ^{1/2} "	1 ^{1/2} "	1 ^{1/2} "

Elde edilen sonuçlara göre lateral uzunlukları 71 – 90 m, lateral üzerindeki başlık sayıları 25 – 42 adet, lateral debileri 0,93 – 1,18 L/sn, lateral eğimleri 0 – 5,31 m (eğim aşağı yönde ise (-), yukarı yönde ise (+) olarak alınmıştır), laterallerde sürtünmeden kaynaklanan yük kaybının izin verilen değerleri 5,68 – 10,99 m, lateral boru çapları 40 ve

32 mm, lateral içerisindeki suyun hızı 1,30 – 1,59 m/s, lateral içerisinde hızdan kaynaklanan yük kayıpları 4,78 – 7,28 m, lateral giriş basınçları 3,2 – 3,5 bar ve selenoid vana çapları 1^{1/2}" olarak hesaplanmıştır.

4.10.4. Ana Boru Hesaplamaları

Laterallere hizmet eden ana boru ile ilgili hesaplamalar sonucunda elde edilen bulgular Çizelge 4.71’de verilmiştir.

Çizelge 4.71. Şehit Emre Bağcı Parkı ana boru hesaplamaları

Uzunluk (m)	Debi (L/sn)	Çap (mm)	Yük Kaybı(m)
75,11	1,18	40	4,20

4.10.5. Selenoid Vana Hesaplamaları

Selenoid vana ile ilgili bulgular Çizelge 4.72’de verilmiştir. İşletme birimlerindeki selenoid vanaların giriş basınçları 34,8 – 38,6 m arası değişirken, ana boru üzerindeki vananın basıncı 42,8 m’dir.

Çizelge 4.72. Şehit Emre Bağcı Parkı selenoid vana giriş basınç hesaplamaları

Basınç (m)	H _{a1}	H _{a2}	H _{a3}	H
	38,6	34,8	36,1	42,8

4.10.6. Filtre Seçimi

Sistemde şebeke suyu kullanılacağından giriş-çıkış çapı 1^{1/4}" olan 120 meshlik bir elek filtre seçilmesi yeterli görülmüştür. Elek filtredeki yük kaybı değeri $h_f = 0,10$ bar (1,02 m)

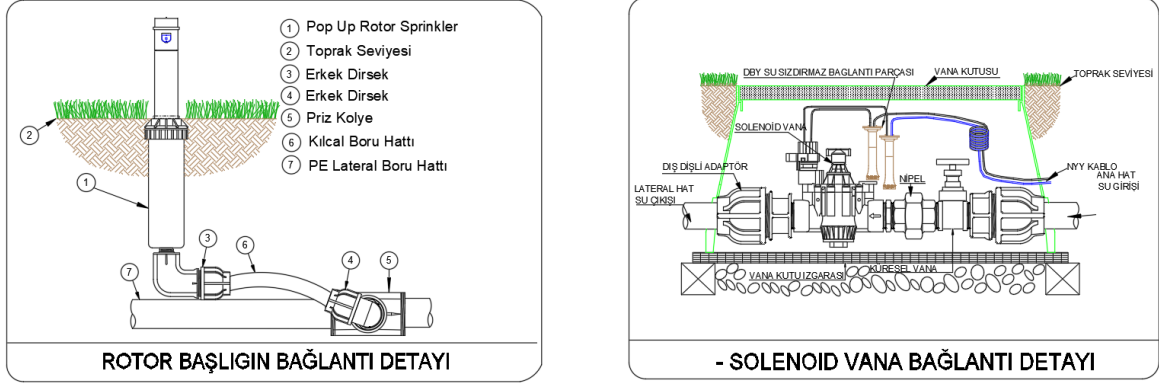
4.10.7. Kontrol Ünitesi Seçimi

Uygulama ve kullanım kolaylığı açısından tek ve çift istasyonlu pilli kontrol üniteleri birimlerin kontrolü için uygun görülmüştür. İşletme birim sayısı 1’den fazla olduğu için de her kontrol ünitesinin kendi vana kutusunun içerisinde konulması, kullanım açısından daha kolay olacaktır.

4.10.8. Sistem Kapasitesi Hesaplamaları

En fazla debi taşıyacak olan lateral ve ana borunun debisinin 1,28 L/sn ve $H_m = 45$ m olmasından dolayı sisteme elektrikli pompa eklenmiştir.

Şekil 4.71’de parkın rotor başlık ve selenoid vana detayının çizimi verilmiştir.



Şekil 4.71. Şehit Emre Bağcı Parkı rotor başlık ve selenoid vana bağlantı detayı

Parkın uygulamasında basınçlı sulama yöntemlerinden yağmurlama ve damla sulama yöntemi kullanılmıştır. Yağmurlama sulama yönteminin elemanlarından olan rotor başlık görseli (Şekil 4.72) ve sprej başlık görseli (Şekil 4.73) aşağıda verilmiştir. Yapılan çalışma kapsamında da hem yağmurlama hemde damla sulama yöntemi, parkın yeniden tasarlanan otomatik sulama sisteminde kullanılmıştır.



Şekil 4.72. Şehit Emre Bağcı Parkı rotor yağmurlama başlıkları



Şekil 4.73. Şehit Emre Bağcı Parkı sprey yağmurlama başlıkları

4.10.9. Damla Sulama Sistemi Tasarımı

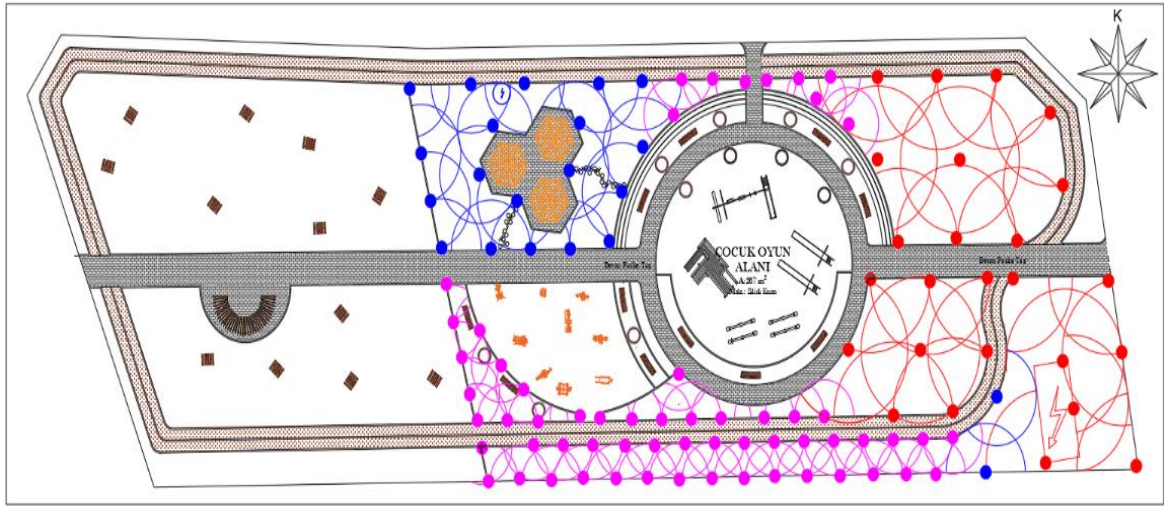
Damla sulama hesaplamaları ve tasarımı yapıldıktan sonra elde edilen sonuçlar Çizelge 4.73'te verilmiştir.

Çizelge 4.73. Şehit Emre Bağcı Parkı damla sulama hesaplamaları

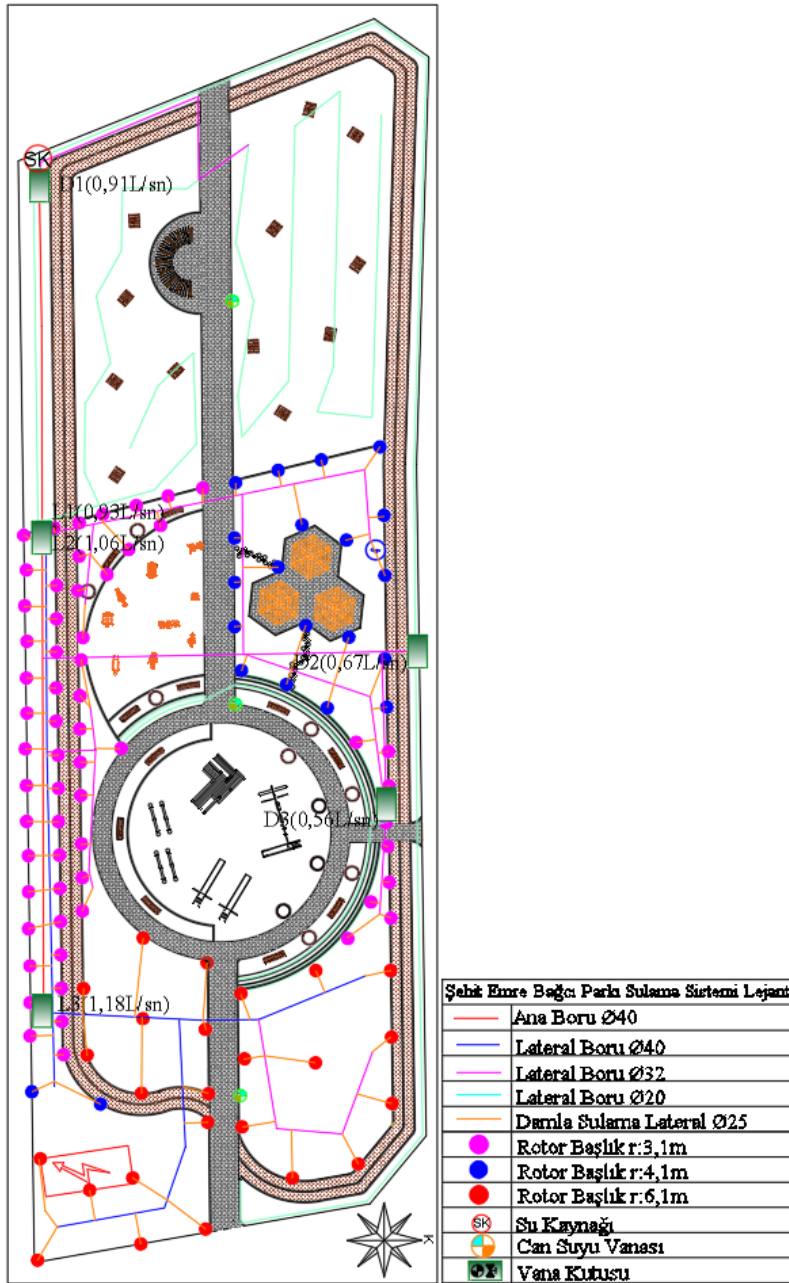
S_d (m)	0,33	L1 (m)	147+124	Manifold çap(mm)	32
P	33	L2 (m)	110+80	Q1 (L/sn)	0,91
d_{nmax} (mm)	10,3	L3 (m)	73+96	Q2 (L/sn)	0,67
T (mm/gün)	5,35	Lateral çap (mm)	25	Q3 (L/sn)	0,56
SA(gün)	1	n_d (adet)	445	H1(m)	10,63
d_n (mm)	5,35	h(m)	1,5	Vana çap	1''
d_i (mm)	6,29	h_L (m)	0,82	Sulama süresi(dak)	32
N(adet)		3030	F		0,356

Şekil 4.74'te görüldüğü üzere ise üç tip başlık kullanıldığından atış mesafelerinin işaretleri pembe (3,1 m), lacivert (4,1 m) ve kırmızı (9,1 m) olarak gösterilmiştir.

Şekil 4.75'te görüldüğü üzere sistemdeki ana boru 40 mm çapında iken, lateraller 40 ve 32 mm çapında PE borulardan oluşurken, kılcal hatlar ise 20 mm çaplı hatlardan oluşmaktadır. Alanda ana boru üzerine konumlandırılan 3 adet can suyu vanasının da yeri gösterilmektedir. Atış mesafesi 3,1 m olan başlıklar pembe, 4,1 m olan başlıklar lacivert ve 6,1 m olan başlıklar ise kırmızı renk ile gösterilmiştir. Bu projede tüm laterallere ait vana ve kontrol üniteleri ayrı vana kutularına konulmuştur.



Şekil 4.74. Şehit Emre Bağcı Parkı sulama deseni



Şekil 4.75. Şehit Emre Bağcı Parkı sulama sistemi ve lejant

4.10.10. Maliyet

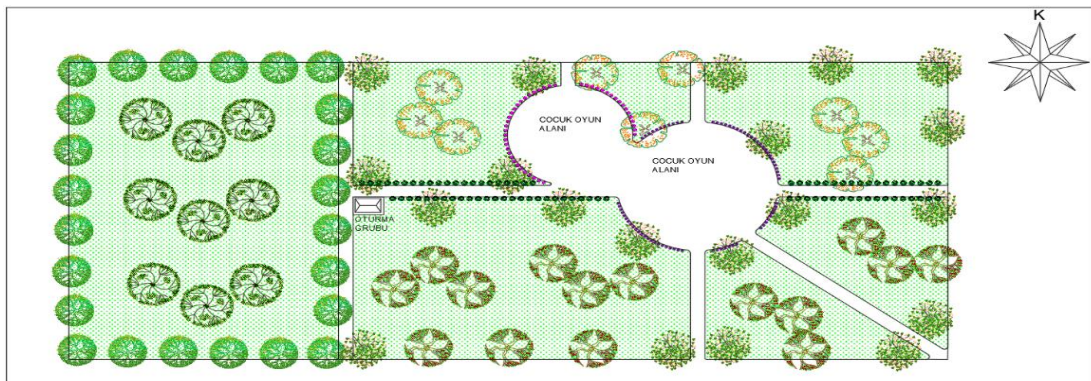
Yapılan çalışmalar sonucunda alana uygulanması düşünülen sulama sisteminin toplam maliyeti: 3425 \$'dır. Bu projede 1 dekar alanın maliyeti yaklaşık 1712 \$ olmaktadır. 2018 yılında belediyenin taşeronla yaptırdığı otomatik sulama sisteminin toplam maliyeti ise yaklaşık 5357 \$ olmuştur. Farktan anlaşılacağı üzere %36 civarı bir kar söz konusudur. İşletme birim sayısı 8'den 4'e düşürülmüş, başlıklar değiştirilmiş, ana boru hattı 63 mm'den 40 mm'e düşürülmüş ve 50 mm olan tüm lateraller 40 ve 32 mm'e düşürülerek bu tasarruf elde edilmiştir.

4.11. Başkan Fip Parkı Sulama Sistem Tasarımı

Başkan Fip Parkı Esenler Mahallesinde birçok sitesinin tam ortasında bulunmaktadır (Şekil 4.76). Özlem Kayalı İlkokulu'na ve otobüs duraklarına olan yakınlığı sayesinde, mahallelinin çokça ziyaret edip kullandığı bir parktır. Şu anda içerisinde sadece bir çocuk oyun alanı ve birkaç oturma birimi bulunan parkın projesi henüz çizilmemiş olduğundan hayata geçirilmemiştir. Alanın büyük bölümünde çim ve önceden dikilmiş ağaçlar bulunmaktadır. İlerleyen yıllarda burada da bir çalışma yapılması beklenmektedir. Parka çizilen peyzaj projesi ve peyzaj projesine uygun otomatik sulama sistemi çalışmasının detayları aşağıda verilmiştir (Şekil 4.77). Alanın bir kısmı diğer parklarda olduğu gibi taşınabilir başlıklarla sulanırken (Şekil 4.78), bir kısmında herhangi bir sulama yapılmamaktadır (Şekil 4.79).



Şekil 4.76. Başkan Fip Parkı görünümü



Şekil 4.77. Başkan Fip Parkı peyzaj projesi

Parkın projelendirilmesinde mevcut alanda su kaynağı olarak şebeke suyu kullanılmıştır. Kullanılan başlık ve özellikleri Çizelge 4.74’te verilmiştir.

Çizelge 4.74. Başkan Fip Parkı başlık verileri

Başlık Özellikleri	Hunter MP 800	Hunter SRM	Hunter PGP Gri
Çalışma basıncı (bar)	2,8	3,5	3,5
Atış mesafesi (m)	3,1	4,6	8,5
Başlık Debisi (L/dak)	1,59	2,2	8



Şekil 4.78. Başkan Fip Parkı mevcut sulama yöntemi

4.11.1. Yağmurlama Sulama Ön Projelendirme Faktörleri

Projelendirmeye başlanmadan önce materyal ve yöntemde belirtilen ön projelendirme faktörleri hesaplanarak Çizelge 4.75’te verilmiştir.

Çizelge 4.75. Başkan Fip Parkı ön projelendirme faktörleri

Iy	dn _{max}	SA	dn	dt	Ta	N _{max}	N _{min}
(mm/saat)	(mm)	(gün)	(mm)	(mm)	(dak)	(adet)	(adet)
13	9,45	1	6,5	8,125	38	12	2



Şekil 4.79. Başkan Fip Parkı yeşil alan görünümü

4.11.2. Debi, Alan ve Sulama Süreleri

Yapılan hesaplamalar sonucunda işletme birimlerine ayrılan Başkan Fip Parkı'nın debisi, alanı ve sulama süreleri Çizelge 4.76'da verilmiştir. Buna göre işletme birimlerine bölünen çalışma alanının debileri 1,59 – 7,68 m³/saat arasında değişirken, alanları 101 – 500 m² arasında değişmektedir.

Çizelge 4.76. Başkan Fip Parkı debi, alan ve sulama süresi

Parsel Numarası	Debi (m ³ /saat)	Alan (m ²)	Sulama Süresi (dak)
1	5,52	450	38
2	1,59	101	38
3	4,44	368	38
4	5,76	456	38
5	7,68	456	38
6	5,76	456	38
7	6,48	500	38
8	5,52	388	38
9	3,01	269	38
10	3,40	307	38

İşletme birimleri aynı anda çalıştırılmayacak, otomasyon sisteminde birim sırasına göre ve günde iki sefer (sabah ve akşam) 19'er dakika olmak üzere sulanacaktır. Çizelge 4.77'ye göre ilk sulama 21:00-00:19 saatleri arası yapılırken, ikinci sulama 04:00-07:19 saatleri arası yapılacaktır.

Çizelge 4.77. Başkan Fip Parkı sulama sistem programlanması

Parsel no	1.sulama		2.sulama	
	Başlangıç	Bitiş	Başlangıç	Bitiş
1	21:00	21:19	04:00	04:19
2	21:20	21:39	04:20	04:39
3	21:40	21:59	04:40	04:59
4	22:00	22:19	05:00	05:19
5	22:20	22:39	05:20	05:39
6	22:40	22:59	05:40	05:59
7	23:00	23:19	06:00	06:19
8	23:20	23:39	06:20	06:39
9	23:40	23:59	06:40	06:59
10	00:00	00:19	07:00	07:19

4.11.3. Lateral Boru Hesaplamaları

Lateral boru hesaplamalarıyla ilgili tüm bulgular Çizelge 4.78'de verilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre lateral uzunlukları 53 – 121 m, lateral üzerindeki başlık sayıları 17 – 48 adet, lateral debileri 0,92 – 2,41 L/sn, lateral eğimleri 0 – 4,35 m (eğim aşağı yönde ise (-), yukarı yönde ise (+) olarak alınmıştır) , laterallerde sürtünmeden kaynaklanan yük kaybının izin verilen değerleri 5,68 – 10,03 m, lateral boru çapları 50 – 40 ve 32 mm, lateral içerisindeki suyun hızı 1,05 – 1,84 m/s, lateral içerisinde hızdan kaynaklanan yük kayıpları 3,43 – 9,69 m, lateral giriş basınçları 3 – 3,4 bar ve selenoid vana çapları 1^{1/2}" ve 1" olarak bulunmuştur.

Çizelge 4.78. Başkan Fip Parkı lateral boru hesaplamaları

Lateral Verileri	İşletme Birimi									
	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10
Uzunluk (m)	48	23	60	31	46	65	65	62	74	72
Başlık Sayısı (adet)	12	17	27	10	10	10	11	10	20	22
Debi (L/sn)	1,53	0,46	1,25	1,60	2,13	1,60	1,80	1,53	0,84	0,95
Eğim (m)	1,92 (+)	0,91 (+)	2,40 (+)	0,87 (-)	4,14 (-)	2,60 (-)	0	2,05 (-)	2,96 (-)	2,88 (-)
İzin Verilen Yük Kaybı (m)	5,18	4,76	4,70	7,97	11,2	9,70	7,1	9,15	10,1	9,98
Boru Çapı (mm)	50-32	25	40	50	50	50-40	50-32	50-40	32	32-25
Hız (m/s)	1,17	1,41	1,50	1,22	1,63	1,22	1,37	1,17	1,56	1,79
Yük Kaybı (m)	2,79	1,79	3,60	1,12	2,84	2,54	4,26	2,57	7,53	9,84
Giriş Basıncı (bar)	3,9	3,0	4,1	3,5	3,4	3,5	3,9	3,5	4,0	4,3
Vana Anma Çapı (Ø)	1 ^{1/2} "	3/4"	1 ^{1/2} "	1 ^{1/2} "	1 ^{1/2} "	1 ^{1/2} "	1 ^{1/2} "	1 ^{1/2} "	1"	1"

4.11.4. Ana Boru Hesaplamaları

Laterallere hizmet eden ana boru ile ilgili hesaplamalar sonucunda elde edilen bulgular Çizelge 4.79'da verilmiştir.

Çizelge 4.79. Başkan Fip Parkı ana boru hesaplamaları

Uzunluk (m)	Debi (L/sn)	Çap (mm)	Yük Kaybı(m)
65	2,13	50	3,96

4.11.5. Selenoid Vana Hesaplamaları

Selenoid vana ile ilgili bulgular Çizelge 4.80’de verilmiştir. İşletme birimlerindeki selenoid vanaların giriş basınçları 33,9 – 44,8 m arası değişirken, ana boru üzerindeki vananın basıncı 50,1 m’dir.

Çizelge 4.80. Başkan Fip Parkı selenoid vana giriş basınç hesaplamaları

Basınç (m)	H_{a1}	43,5	H_{a6}	38,8
	H_{a2}	33,9	H_{a7}	43,2
	H_{a3}	44,8	H_{a8}	39,2
	H_{a4}	38,9	H_{a9}	43,2
	H_{a5}	37,5	H_{a10}	47,1
			H	50,1

4.11.6. Filtre Seçimi

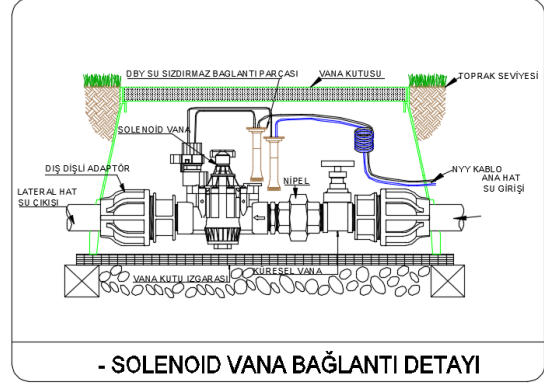
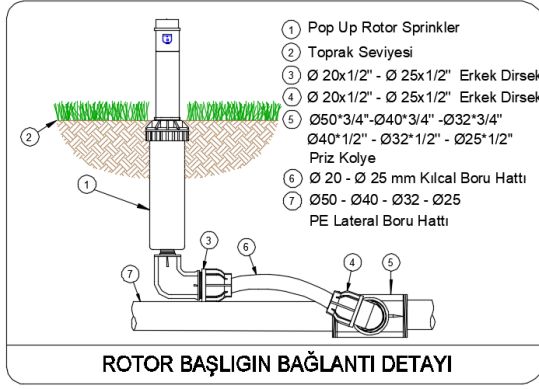
Sistemde şebeke suyu kullanılacağından giriş-çıkış çapı 1^{1/2}" olan 120 meshlik bir elek filtre seçilmesi yeterli görülmüştür. Elek filtredeki yük kaybı değeri $h_f = 0,10$ bar (1,02 m)

4.11.7. Kontrol Ünitesi Seçimi

Uygulama ve kullanım kolaylığı açısından tek ve çift istasyonlu pilli kontrol üniteleri birimlerin kontrolü için uygun görülmüştür. İşletme birim sayısı 1’den fazla olduğu için de her kontrol ünitesinin kendi vana kutusunun içerisine konulması, kullanım açısından daha kolay olacaktır.

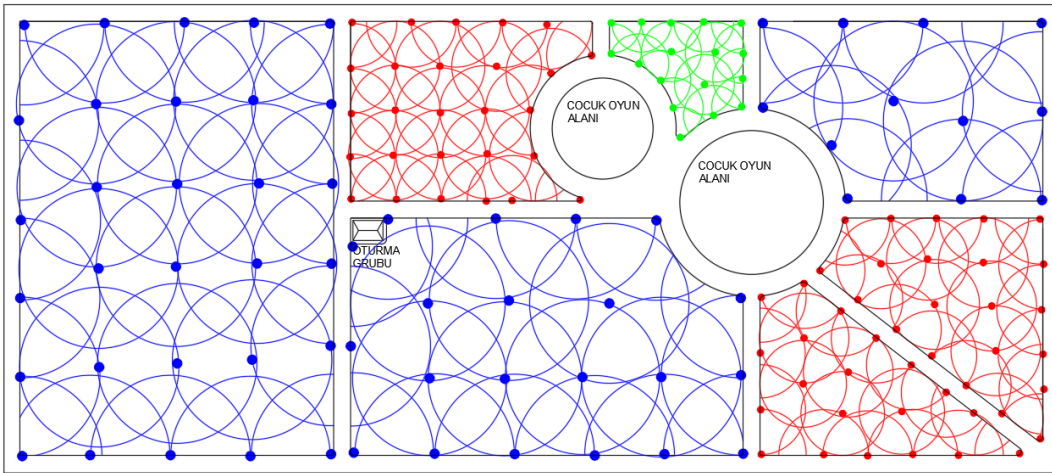
4.11.8. Sistem Kapasitesi Hesaplamaları

En fazla debi taşıyacak olan lateral ve ana borunun debisinin 2,13 L/sn ve $H_m = 45$ m olmasından dolayı sisteme elektrikli pompa eklenmiştir. Şekil 4.80’de parkın rotor başlık ve selenoid vana detayının çizimi verilmiştir.

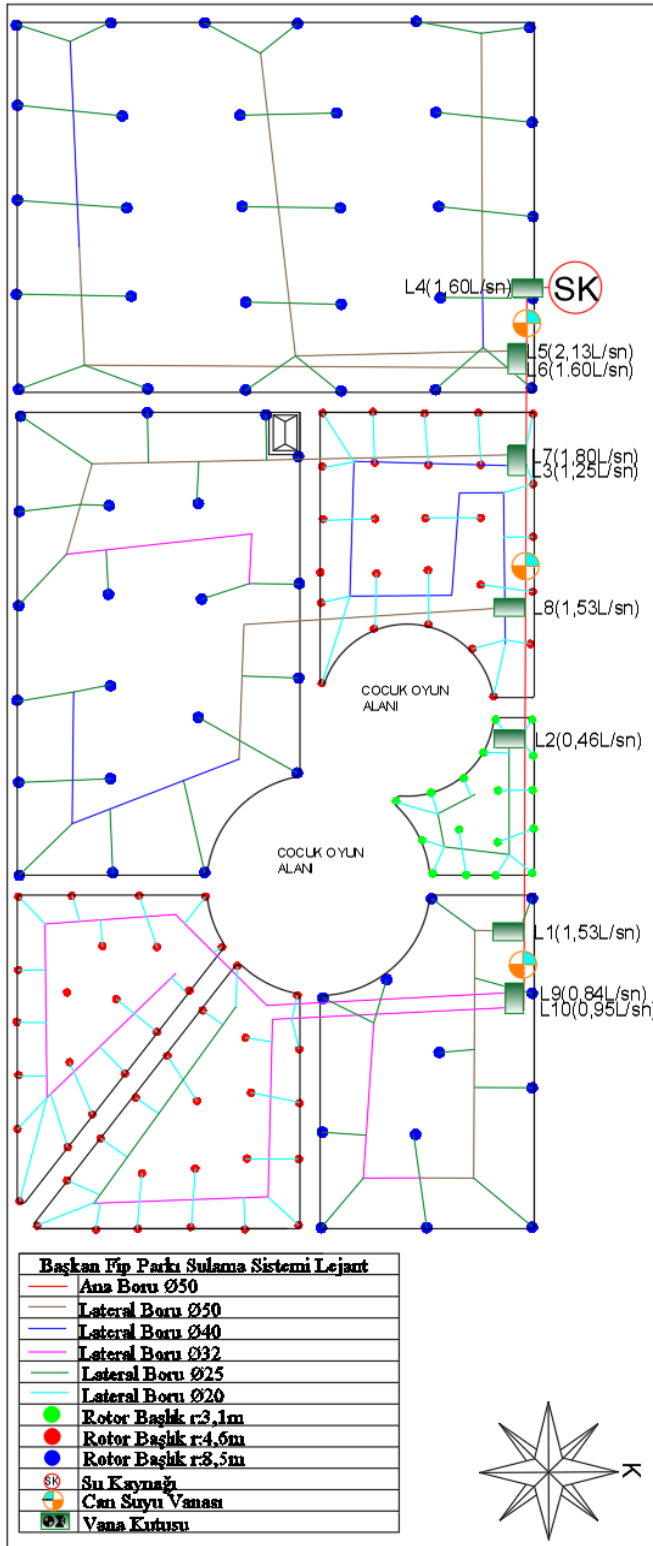


Şekil 4.80. Başkan Fip Parkı rotor başlık ve selenoid vana bağlantı detayı

Alanda üç tip başlık kullanıldığından atış mesafelerinin işaretleri yeşil (3,1 m), kırmızı (4,6 m) ve lacivert (8,5 m) olarak gösterilmiştir (Şekil 4.81). Şekil 4.82’de görüldüğü üzere ise sistemdeki ana boru 50 mm çapında iken, lateraller ise 50 – 40 ve 32 mm çapında PE borulardan oluşurken, kılcal hatlar ise 25 mm ve 20 mm çaplı hatlardan oluşmaktadır. Alanda ana boru üzerine konumlandırılan 3 adet can suyu vanasının da yeri gösterilmektedir. Atış mesafesi 3,1 m olan başlıklar ise yeşil, 4,6 m olan başlıklar kırmızı, 8,5 m olan başlıklar ise lacivert renk ile gösterilmiştir. Bu projede 1, 2, 4 ve 8 nolu laterallere ait vana ve kontrol üniteleri ayrı vana kutularına konulurken, 5 ve 6, 7 ve 3, 9 ve 10 nolu lateraller aynı vana kutusu ve kontrol panelini kullanmaktadırlar.



Şekil 4.81. Başkan Fip Parkı sulama deseni



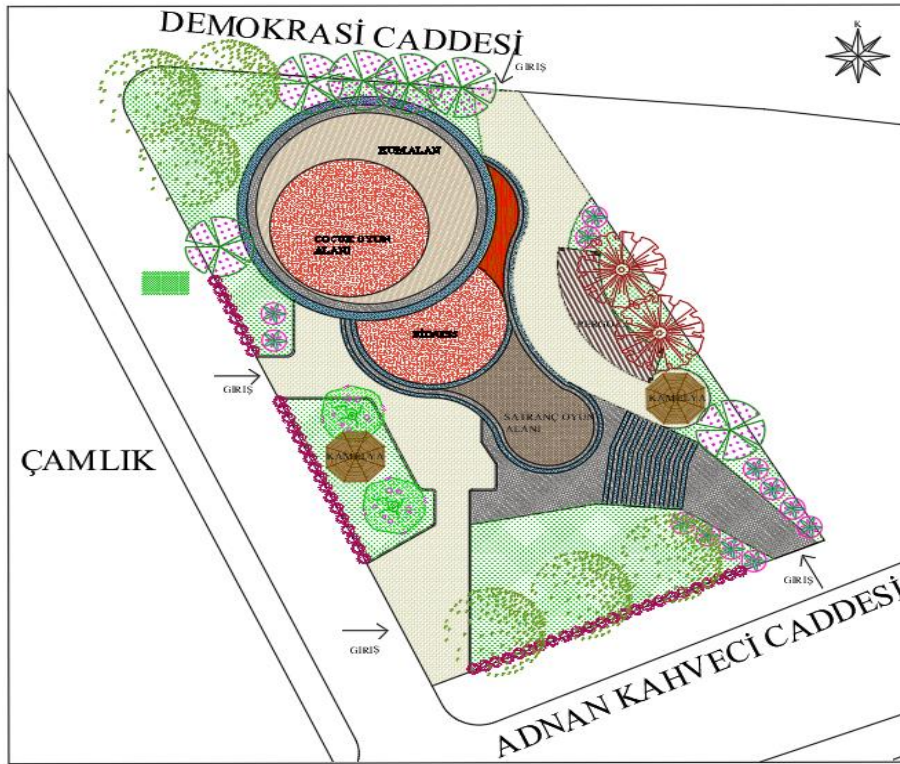
Şekil 4.82. Başkan Fırt Parkı sulama sistemi ve lejant

4.11.9. Maliyet

Yapılan çalışmalar sonucunda alana uygulanması düşünülen sulama sisteminin toplam maliyeti: 5961 \$'dır. Bu projede 1 dekar alanın maliyeti yaklaşık 1621 \$ olmaktadır.

4.12. Adnan Kahveci Parkları Sulama Sistem Tasarımı

Belediye tarafından uygulanması düşünülen peyzaj projesi Şekil 4.83'te verilen Adnan Kahveci Parkı, Esenler Mahallesi'nin en eski parklarından birisidir. Etrafında sitelerin bulunduğu park şu anda çamlık ve piknik alanı olarak kullanılmaktadır (Şekil 4.84). Çok yıllık çam ağaçlarının kapladığı alanda zeminde çim yetişmesi çok zor olduğu için, hiçbir sulama sistemi bulunmamaktadır (Şekil 4.85). Alan içerisinde oturma birimleri ve 1 adet çocuk oyun alanı bulunmaktadır (Şekil 4.86). Uygulanması düşünülen projeye uygun otomatik sulama sistemi projesinin detayları aşağıda verilmiştir.



Şekil 4.83. Adnan Kahveci Parkı peyzaj projesi

Projelendirme alanında mevcut alanda su kaynağı olarak şebeke suyu kullanılmıştır. Kullanılan başlık ve özellikleri Çizelge 4.81'de verilmiştir.



Şekil 4.84. Adnan Kahveci Parkı görünümü

Çizelge 4.81. Adnan Kahveci Parkı başlık verileri

Başlık Özellikleri	Hunter Eco MP 1000	Rain Bird 3504	Rain Bird 3504	Hunter MP Rotator Kenar Şerit	Hunter MP Rotator Sağ -Sol Şerit
Kullanılan Nozul	-	1,5	0,75	-	-
Çalışma basıncı (bar)	2,8	3	3	2,8	2,8
Atış mesafesi (m)	4,1	7,3	5,2	1,5×9,1	1,5×4,6
Başlık Debisi (L/dak)	1,40	5,49	2,86	1,66	0,84

4.12.1. Yağmurlama Sulama Ön Projeleme Faktörleri

Projelemeye başlanmadan önce materyal ve yöntemde belirtilen ön projeleme faktörleri hesaplanarak Çizelge 4.82’de verilmiştir.

Çizelge 4.82. Adnan Kahveci Parkı ön projelendirme faktörleri

Iy (mm/saat)	dn _{max} (mm)	SA (gün)	dn (mm)	dt (mm)	Ta (dak)	N _{max} (adet)	N _{min} (adet)
9,8	11,7	1	6,5	8,125	50	9	1



Şekil 4.85. Adnan Kahveci Parkı mevcut durum I

4.12.2. Debi, Alan ve Sulama Süreleri

Yapılan hesaplamalar sonucunda işletme birimlerine ayrılan Adnan Kahveci Parkı'nın debisi, alanı ve sulama süreleri Çizelge 4.83'te verilmiştir. Buna göre işletme birimlerine bölünen çalışma alanının debileri 0,55 – 2,53 m³/saat arasında değişirken, alanları 40 – 295 m² arasında değişmektedir.

Çizelge 4.83. Adnan Kahveci Parkı debi, alan ve sulama süresi

Parsel Numarası	Debi (m ³ /saat)	Alan (m ²)	Sulama Süresi (dak)
1	0,55	40	50
2	2,24	295	50
3	2,53	203	50

İşletme birimleri aynı anda çalıştırılmayacak, otomasyon sisteminde birim sırasına göre ve günde iki sefer (sabah ve akşam) 25'er dakika olmak üzere sulanacaktır. Çizelge 4.84'e göre ilk sulama 00:00-01:17 saatleri arası yapılırken, ikinci sulama 06:00-07:17 saatleri arası yapılacaktır.

Çizelge 4.84. Adnan Kahveci Parkı sulama sistem programlanması

Parsel No	1.sulama		2.sulama	
	Başlangıç	Bitiş	Başlangıç	Bitiş
1	00:00	00:25	06:00	06:25
2	00:26	00:51	06:26	06:51
3	00:52	01:17	06:52	07:17



Şekil 4.86. Adnan Kahveci Parkı mevcut durum II

4.12.3. Lateral Boru Hesaplamaları

Lateral boru hesaplamalarıyla ilgili tüm bulgular Çizelge 4.85'te verilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre lateral uzunlukları 38,5 – 69 m, lateral üzerindeki başlık sayıları 7 – 28 adet, lateral debileri 0,15 – 0,69 L/sn, lateral eğimleri 0, laterallerde sürtünmeden kaynaklanan yük kaybının izin verilen değerleri 6,49 – 7,03 m, lateral boru çapları 32 mm ve 25 mm, lateral içerisindeki suyun hızı 0,74 – 1,64 m/s, lateral içerisinde hızdan kaynaklanan yük kayıpları 2,8 – 4,81 m, lateral giriş basınçları 3,1 – 3,2 bar ve selenoid vana çapları 1" olarak bulunmuştur.

Çizelge 4.85. Adnan Kahveci Parkı lateral boru hesaplamaları

Lateral Verileri	İşletme Birimi		
	L1	L2	L3
Uzunluk (m)	46,5	69	38,5
Başlık Sayısı (adet)	7	28	13
Debi (L/sn)	0,15	0,65	0,69
Eğim (m)	0,81 (-)	0,81 (-)	0,99 (-)
İzin Verilen Yük Kaybı (m)	6,49	6,49	7,03
Boru Çapı (mm)	20	32 - 25	32 - 25
Hız (m/s)	0,74	1,20	1,64
Yük Kaybı (m)	3,86	4,81	2,8
Giriş Basıncı (bar)	3,1	3,2	3,2
Vana Anma Çapı (Ø)	1"	1"	1"

4.12.4. Ana Boru Hesaplamaları

Laterallere hizmet eden ana boru ile ilgili hesaplamalar sonucunda elde edilen bulgular Çizelge 4.86'da verilmiştir.

Çizelge 4.86. Adnan Kahveci Parkı ana boru hesaplamaları

Uzunluk (m)	Debi (L/sn)	Çap (mm)	Yük Kaybı(m)
10	0,69	32	0,83

4.12.5. Selenoid Vana Hesaplamaları

Selenoid vana ile ilgili bulgular Çizelge 4.87'de verilmiştir. İşletme birimlerindeki selenoid vanaların giriş basınçları 34,1 – 35,1 m arası değişirken, ana boru üzerindeki vananın basıncı 34,9 m'dir.

Çizelge 4.87. Adnan Kahveci Parkı selenoid vana giriş basınç hesaplamaları

Basınç	H _{a1}	H _{a2}	H _{a3}	H
(m)	34,1	34,8	35,1	34,9

4.12.6. Filtre Seçimi

Sistemde şebeke suyu kullanılacağından giriş-çıkış çapı 1" olan 120 meshlik bir elek filtre seçilmesi yeterli görülmüştür. Elek filtredeki yük kaybı değeri $h_f = 0,10$ bar (1,02 m)

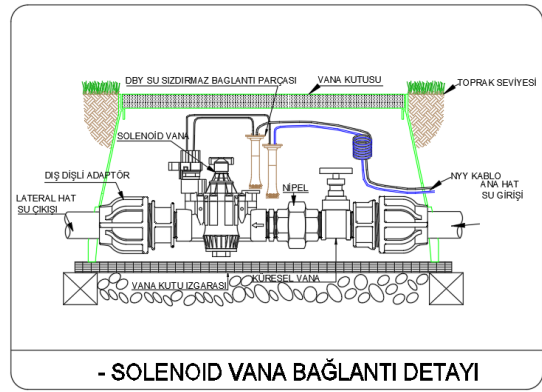
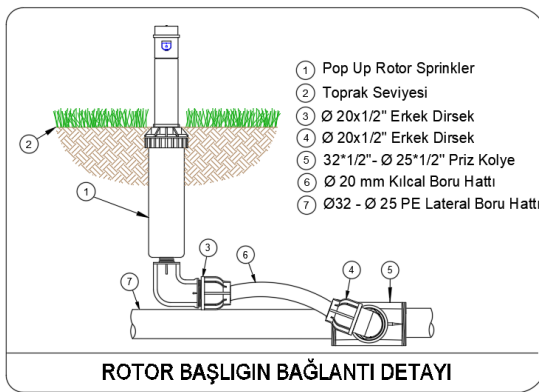
4.12.7. Kontrol Ünitesi Seçimi

Uygulama ve kullanım kolaylığı açısından tek ve çift istasyonlu pilli kontrol üniteleri birimlerin kontrolü için uygun görülmüştür. İşletme birim sayısı 1'den fazla olduğu için de her kontrol ünitesinin kendi vana kutusunun içerisine konulması, kullanım açısından daha kolay olacaktır.

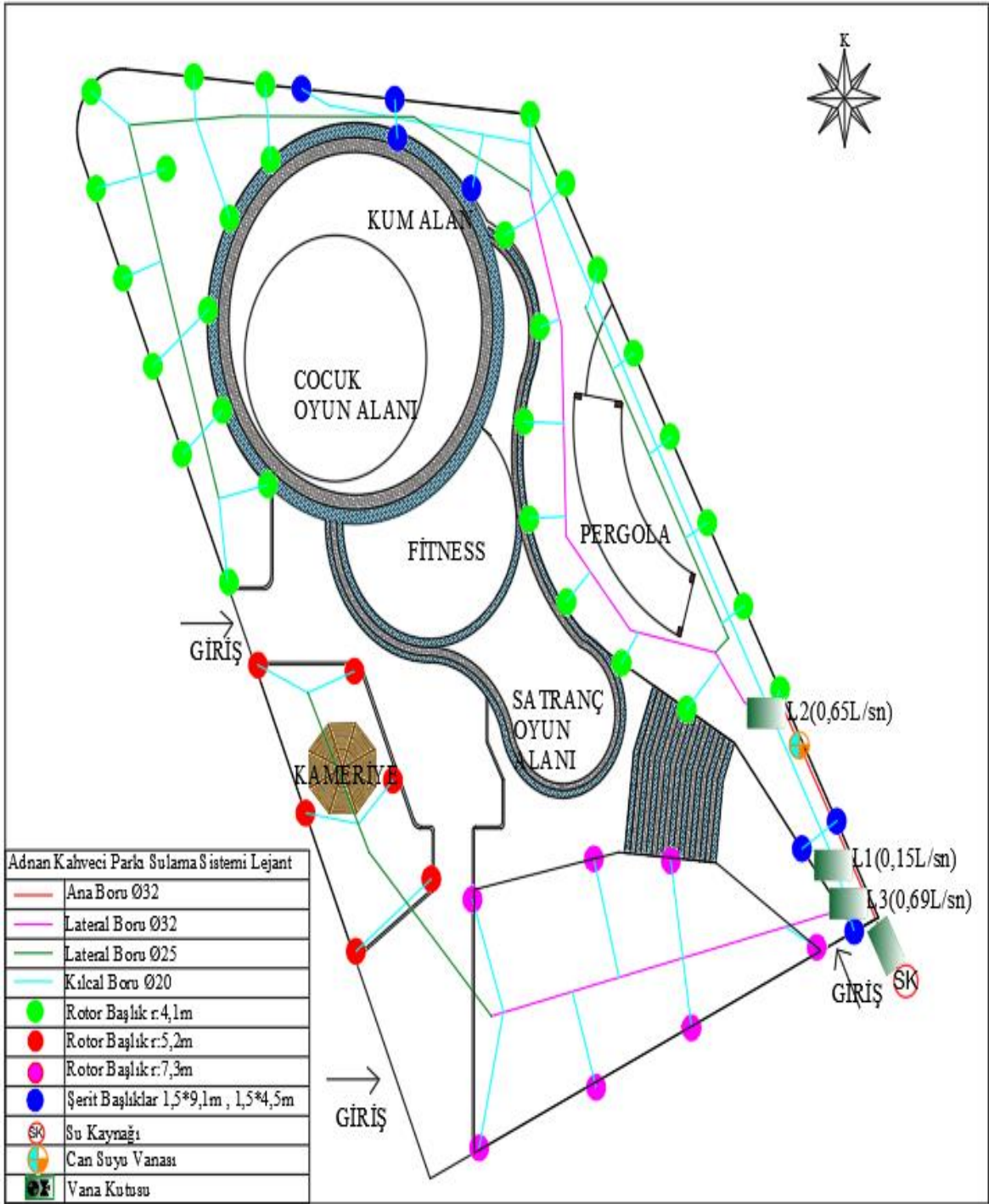
4.12.8. Sistem Kapasitesi Hesaplamaları

En fazla debi taşıyacak olan lateral ve ana borunun debisinin 0,69 L/sn ve $H_m = 40$ m olmasından dolayı sisteme elektrikli pompa eklenmiştir.

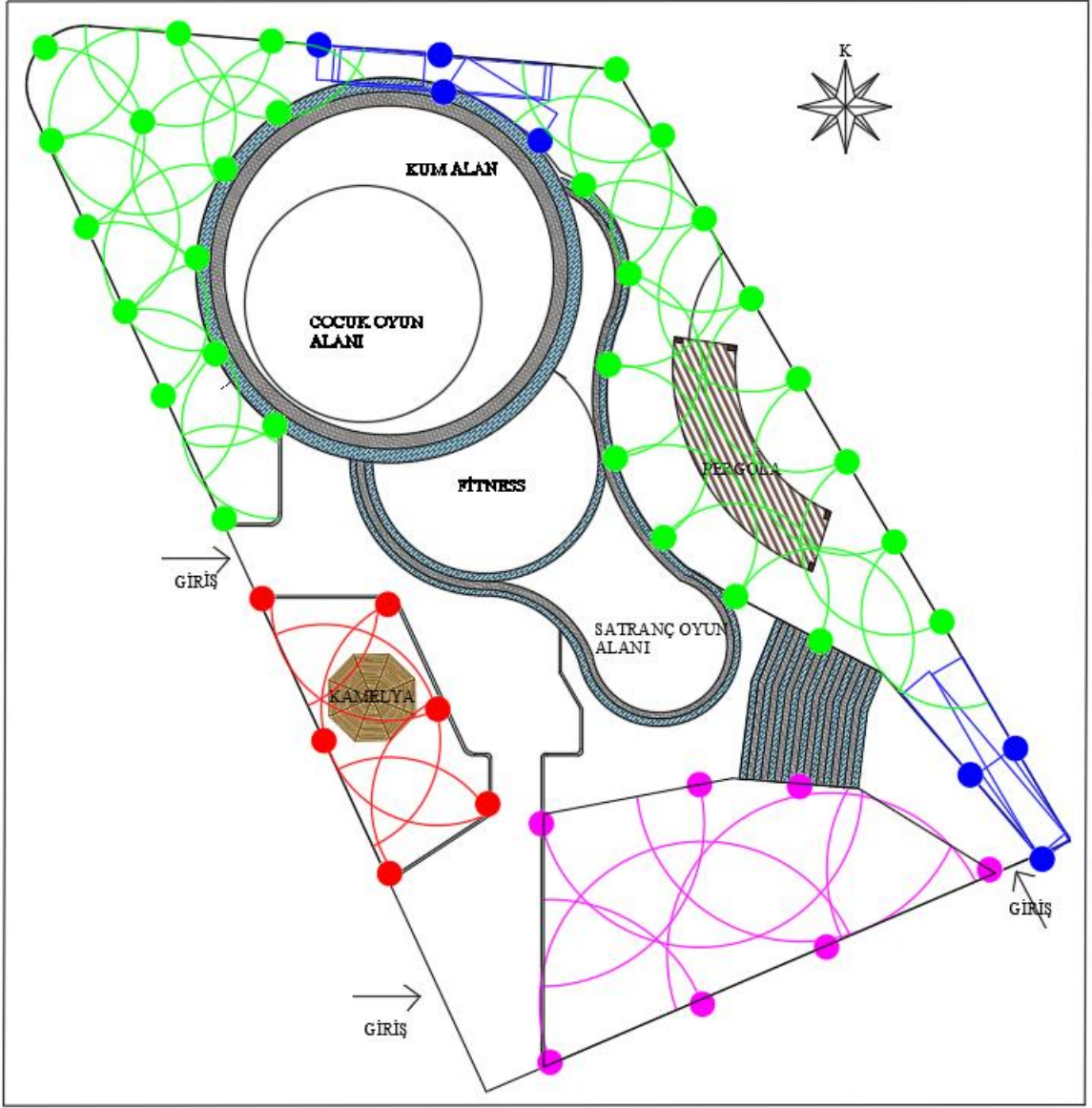
Şekil 4.87'de parkın rotor başlık ve selenoid vana detayının çizimi verilmiştir. Şekil 4.88'de görüldüğü üzere sistemdeki ana boru 32 mm çapında iken, lateraller ise 32 – 25 mm ve 20 mm çapında PE borulardan oluşurken, kılcal hatlar ise 20 mm çaplı hatlardan oluşmaktadır. Alanda ana boru üzerine konumlandırılan 1 adet can suyu vanasının da yeri gösterilmektedir. Atış mesafesi 4,1 m olan başlıklar ise yeşil, 5,2 m olan başlıklar kırmızı, 7,3 m olan başlıklar pembe, dikdörtgen atımlı başlıklar ise lacivert renk ile gösterilmiştir. Bu projede tüm laterallere ait vana ve kontrol üniteleri ayrı vana kutularına konulmuştur. Şekil 4.89'da görüldüğü üzere ise 4 tip başlık kullanıldığından atış mesafelerinin işaretleri yeşil (4,1 m), kırmızı (5,2 m), pembe (7,3 m) ve şerit başlıklar lacivert (1,5 * 9,1 m) olarak gösterilmiştir.



Şekil 4.87. Adnan Kahveci Parkı rotor başlık ve selenoid vana bağlantı detayı



Şekil 4.88. Adnan Kahveci Parkı sulama sistemi ve lejant



Şekil 4. 89. Adnan Kahveci Parkı sulama deseni

4.12.9. Maliyet

Yapılan çalışmalar sonucunda alana uygulanması düşünülen sulama sisteminin toplam maliyeti: 1463 \$'dır.

BÖLÜM 5

SONUÇ VE ÖNERİLER

Çalışma kapsamında, Çanakkale İli'ndeki 12 adet büyük ölçekli peyzaj alanlarının sulama sistemleri incelenmiş ve var olan eksikliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışma alanlarındaki durum ve eksiklikler belirlendikten sonra, peyzaj alanlarına uygun sulama sistem projelendirmeleri tasarlanmış ve mevcut sulama sistemleri ile karşılaştırılmıştır. Ayrıca, tasarlanan sulama sistemi projeleri maliyetlendirilmiştir.

Çalışma alanlarının çoğunda otomatik sulama sisteminin bulunmadığı saptanırken, sistemin bulunduğu alanlarda ise tasarımsal ve onarımsal sorunlar tespit edilmiştir. Yapılan uygulamalardaki sorunların bazıları; başlık seçiminin yanlışlığı ve düzensiz yerleştirilmesi, sistem ve başlık bakımlarının rutin olarak yapılmaması, atış mesafesinin rüzgâr şiddeti göz önüne alınmadan hesaplanması ve sert zeminlerin ıslatılması olarak gözlenmiştir. Bu eksiklikler alanda suyun homojen dağılımını engellemekte, su israfına sebep olmakta, aynı zamanda da yaya ve araçlar için kazalara neden olmaktadır.

Sulama sistemleri tasarlanırken dikkat edilecek hususlar ihmal edildiği için alana uygulanan sulama sistemleri her ne kadar yeni teknolojiler kullanılsa da uygulamaların hedeflediği başarıya ulaşamadığı tespit edilmiştir. Örneğin, rüzgâr hızı ve şiddeti hesaba katılmadan otomatik sulama sistemi yapılan Bölge Trafik Parkı'na atış mesafesi çok uzun olan başlıklar konulmuştur. Etrafı tamamen açık olan park rüzgâra maruz kaldığından bu başlıklardan yeterli verim alınamamış ve taşınabilir yağmurlama başlıkları ile destekleme yapıldığı görülmüştür. Bunun gibi sorunların üstesinden gelmek için doğru hesaplama ve tasarımların yapılması, bitkilerin ihtiyaç duyduğu suyun karşılanmasını sağlayacaktır. Böylece hem maliyet azalacak hem de su israflarının önüne geçilmiş olacaktır. Tüm resmi ve özel kurumların aynı bilinçle, konusunda uzman kişilere yaptıracığı projeler, benzer sorunları saf dışı bırakarak, sürdürülebilirliği sağlanmış peyzaj alanları oluşturmaya yetecektir.

Çalışma alanları olarak seçilen 12 adet parkta genel olarak sulamanın profesyonel yapılmadığı ortaya çıkmıştır. İncelenen parklara ait alanlara ilişkin elde edilen sonuçlar aşağıda sunulmuştur.

Hasret Parkı'nda mevcuttaki planlamaya göre taşınabilir sulama başlıkları kullanılmaktadır. Yapılması düşünülen planlamaya göre projelendirmeler yeniden yapılmış ve toplam alanı 3523m² olan parkın sistem maliyeti yaklaşık 5267 \$ olarak belirlenmiştir.

Kesk Parkında da aynı durum söz konusu olup, tasarlanan yeni peyzaj projesine göre sulama sistemi projesi çizilmiş ve toplam alanı 3412 m² olan parkın maliyeti yaklaşık 4148 \$ olarak belirlenmiştir.

Muammer Aksoy Parkı'nda peyzaj düzenlemesi yıllar önce yapılmış olmasına rağmen, yeni bir düzenleme yapılması gündemde bulunmamaktadır. Parktaki bitkiler taşınabilir başlıklar ve salma sulama ile sulanmaktadır. Toplam alanı 5002 m² olan parkta, sulama sistem maliyeti yaklaşık 6347 \$ olarak belirlenmiştir.

Esen Park'ın peyzaj düzenlemesi ve sulama sistemi yapımı son 5 yıl yapılmış olmasına rağmen, sistem yetersiz gelmiş ve bitkilerin sulanması taşınabilir başlıklar yardımıyla desteklenmektedir. Toplam alanı 6158 m² olan parkta sulama sisteminin tamamen yenilenmesinin maliyeti yaklaşık 5630 \$ olarak belirlenmiştir.

Adnan Menderes Parkının peyzaj düzenlemesi son 5 yılda yapılmış olmasına rağmen, sadece damla sulama hattı kullanılmakta ve geniş yeşil alanlar taşınabilir başlıklar yardımı ile sulanmaktadır. Toplam alan olarak 14065 m² yle çalışma alanlarının en büyüğü olan parkın sulama sistem maliyeti yaklaşık 8108 \$ olarak belirlenmiştir.

İmece Parkı'nın peyzaj düzenlemesi son yıllarda yapılmış olmasına rağmen herhangi bir otomatik sulama sistemi bulunmamakta, alan taşınabilir başlıklar ile sulanmaktadır. Toplam alanı 6000 m² olan parka uygun tasarlanan sulama sistem maliyeti yaklaşık 6706 \$ olarak belirlenmiştir.

Henüz herhangi bir peyzaj düzenlemesi bulunmayan ve toplam alanı 5467 m² olan Barış Kedi Parkı'na, uygulanması düşünülen peyzaj projesine göre tasarlanan sulama sistemi maliyeti yaklaşık 7881 \$'dır.

Toplam alanı 10000 m² olan Bölge Trafik Parkı'nın bir bölümüne geçen sene çim uygulamasıyla beraber otomatik sulama sistemi döşenmiştir. Fakat rüzgârdan dolayı yeterli verim alınamadığı için alanın geri kalanında olduğu gibi taşınabilir başlıklar yardımıyla sulama yapılmaktadır. Tasarlanan sulama sistemi maliyeti yaklaşık 7847 \$'dır.

Şehit Kıvanç Kaşıkçı Parkının toplam alanı 12800 m² olup, peyzaj ve sulama sistemi düzenlemesi son 3 yıl içerisinde yapılmış olmasına rağmen, sistem yetersiz kalmakta ve alan taşınabilir başlıklar ile desteklenerek sulanmaktadır. Alana yeniden yapılması gereken sulama sisteminin maliyeti yaklaşık 6703 \$'dır.

Toplam alanı 3500 m² olan Şehit Emre Bağcı parkının peyzaj ve sulama sistemi uygulaması 2018 yılında yapılmıştır. Mevcuttaki sulama sisteminde herhangi bir problem

bulunmamasına rağmen, bu çalışma kapsamında sulama sistemi yeniden projelendirmiş ve sistem maliyetinde %36 kâr sağlanarak, maliyet 5357 \$'dan 3425 \$'a düşürülmüştür.

Toplam alanı 4377 m² olan Fip Parkı'nda, alanın büyük bir kısmında peyzaj düzenlemesi yapılmış olmasına rağmen, sulama sistemi uygulaması bulunmamakta, alandaki bitkiler taşınabilir başlıklar ile sulanmaktadır. Alan için tasarlanan otomatik sulama sisteminin maliyeti yaklaşık 5931 \$'dır.

Adnan Kahveci Parkı'nda toplam alanı 4705 m² olan ve piknik alanı olarak kullanılan alanda herhangi bir sulama yöntemi kullanılmamaktadır. Yapılması düşünülen peyzaj düzenlemesine uygun olarak tasarlanan sulama sisteminin maliyeti yaklaşık 1463 \$ olarak belirlenmiştir.

Sonuç olarak, çalışma kapsamında incelenen Çanakkale İli'ndeki büyük ölçekli parklarda, sulama sistemi tasarımı yapılırken bilinmesi gereken; toprak özellikleri, bitki istekleri, iklim koşulları, su kaynağı, maliyet, alanın büyüklüğü ve şekli dikkate alınmadan sulama sistemi projesi yapıldığı sonucuna varılmıştır. Söz konusu hataların yapılmaması için; toprak-bitki-su ilişkisini iyi bilen, sulama konusunda profesyonel eğitim almış peyzaj mimarı veya sulama mühendisleri tarafından hazırlanan sulama sistem projelerinin peyzaj alanlarına uygulanması gerekliliği ortaya çıkmıştır. Bununla birlikte, peyzaj alanlarındaki sulama sistemlerinde gerçek zamanlı olarak su ihtiyacını tam olarak belirleyebilen teknolojilerin de kullanılması önerilmektedir.

KAYNAKLAR

- Anonim (2018a). Çanakkale Belediyesi Park ve Bahçeler Müdürlüğü, Peyzaj ve Sulama Birimi. Çanakkale, Türkiye.
- Anonim (2018b). Çevre Dostu Bir Kent Yaratmaya Devam Ediyoruz. Erişim tarihi: 07 Temmuz 2018, <http://www.canakkale.bel.tr/icerik/13163/cevre-dostu-bir-kent-yaratmaya-devam-ediyoruz>
- Demirel K., 2005. Peyzaj Projelerinde Kullanılan Farklı Yağmurlama Sulama Başlıklarının Performanslarının Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma. Yüksek Lisans Tezi. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Türkiye.
- Demirel K., Yıldırım M., Camoğlu G., 2006. Çanakkale İli Belediye Sınırları İçerisindeki Peyzaj Alanlarında Sulama Sistemlerinin Projelenmesi ve İşletilmesindeki Hatalar. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 37 (1): 81-90.
- Demirel K., 2012. Toprak Altına Serilen Su Tutma Bariyerlerinin (STB) Toprak Su İçeriği ve Çim Bitkisi Üzerine Etkileri. Doktora Tezi. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Türkiye.
- Demirel K., 2017. Kentsel Yeşil Alanlarda Su Tasarrufu Sağlamaya Yönelik Çözüm Arayışları. Plant Peyzaj ve Süs Bitkiciliği Dergisi, 22: 84-88.
- Demirel K., Çamoğlu G., Akçal A., 2018a. Effect of Water Stress on Four Varieties of Gladiolus. Fresenius Environmental Bulletin, 27 (12A): 9300-9307.
- Demirel K., Çamoğlu G., Sağlık A., 2018b. Çanakkale İli Peyzaj Alanlarındaki Sulama Sistemlerinin İncelenmesi: Özgürlük Parkı ve Halk Bahçesi. Uludağ Uni. Ziraat Fak.Dergisi, 32 (1): 127-139.
- Erakın A., 2000. Peyzaj Planlama Çalışmalarında Kullanılan Sulama Sistemleri. Yüksek Lisans Tezi. Ege Üniversitesi, Türkiye.
- Fu J., Fry J., Huang B., 2004. Minimum Water Requirements of Four Turfgrasses in the Transition Zone. HortScience, 39 (7): 1740-1744.
- Güngör Y., Erözel A.Z., Yıldırım O., 2004. Sulama (3.Baskı). Ankara, Türkiye. 290 s.

- Haroğlu R., 2000. Peyzaj Uygulamalarında Sulama Sisteminin Seçimi Üzerine Bir Araştırma. Yüksek Lisans Tezi. Ankara Üniversitesi, Türkiye.
- İşbilir H., Erdem T., 2012. Rekreatyon Alanı Sulama Projelerinin Tasarım ve Uygulama Aşamalarında Ortaya Çıkan Sorunlar ve Çözüm Önerileri. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi, 9 (2): 57-66.
- Küçüksayan C., Gülez S., Cengiz B., 2011. Peyzaj Alanlarında Otomatik Sulama Sistemi Uygulamasının İrdelenmesi: Ankara Kenti Örneği. Bartın Orman Fakültesi Dergisi, 13 (19): 52-62.
- Korukçu A., Yıldırım O., 1981. Yağmurlama Sistemlerinin Projelenmesi. Ankara, Türkiye. 220 s.
- Manav S., 2009. Peyzaj Mimarlığında Kullanılan Sulama Sistemleri, Teknolojileri ve Rekreatyon Alanlarının Projelendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi. Namık Kemal Üniversitesi, Türkiye.
- Onur B.E., 2002. Kocaeli İli Sahil Düzenlemesinin Sulama Sistemi Projelendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Üniversitesi, Türkiye.
- Orta H.A., 2009. Rekreatyon Alanlarında Sulama. Tekirdağ, Türkiye. 150 s.
- Sarıkoç E., 2007. Peyzaj Alanlarında Kullanılan Sulama Yöntemleri ve Bitki Su Tüketim Modellerinin Türkiye'nin Üç Farklı İklim Bölgesinde Uygulanması. Yüksek Lisans Tezi. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Türkiye.
- Sass J.F., Horgan B.P., 2006. Irrigation Scheduling on Sand Based Creeping Bentgrass: Evaluating Evapotranspiration Estimation, Capacitance Sensors, and Deficit Irrigation in the Upper Midwest. Applied Turfgrass Science, 3 (1): 491-508.
- Seçkin Ö.B., 2003. Peyzaj Uygulama Tekniği. İstanbul, Türkiye. 174–176, 186–188.
- Smith S.W., 1997. Landscape Irrigation Design and Management. Fort Collins, Colorado. 9-11.
- Şahinler Ç., 1997. Peyzaj Sulama Tasarımı ve Bursa Büyükşehir Belediyesi Soğanlı Kent Parkı Uygulaması. Yüksek Lisans Tezi. Uludağ Üniversitesi, Türkiye.

- URL 1. (b.t.). Erişim Tarihi: 22 Ağustos 2019.
<http://peyzaj3m.com/faaliyetlerimiz/sulama-sistemleri/>
- URL 2. (b.t.). Erişim Tarihi: 22 Ağustos 2019.
<http://www.sulamania.com/?newUrun=1&Id=341304&CatId=bs243352&Fstate=&/PSU-415-SPREY-T%C4%B0P-POP-UP-SPR%C4%B0NKLER>
- URL 3. (b.t.). Erişim Tarihi: 22 Ağustos 2019.
<https://www.acsulama.com/urunlerimiz/bahce-sulama-sistemi-komponentleri/sulama-basliklari/rotor-sulama-basliklari.html>
- URL 4. (b.t.). Erişim Tarihi: 22 Ağustos 2019. <https://www.hunterindustries.com/product-line/MP%20Rotator>
- URL 5. (b.t.). Erişim Tarihi: 22 Ağustos 2019. <https://www.pro-sprinkler.com/2011/02/rainbird-water-efficient-rotary-nozzles.html>
- URL 6. (b.t.). Erişim Tarihi: 22 Ağustos 2019.
<http://yonsulama.com.tr/portfolio/marinturk/>
- URL 7. (b.t.). Erişim Tarihi: 22 Ağustos 2019. <http://peyzaj.ayaflowerdesign.com/peyzaj-sulama-sistemleri/>
- URL 8. (b.t.). Erişim Tarihi: 22 Ağustos 2019. <https://maveracim.com/sulama/>
- URL 9. (b.t.). Erişim Tarihi: 10 Temmuz 2019. <https://www.google.com.tr/intl/tr/earth/>
- Yazar K., 2013. Fethiye İlçe Merkezindeki Peyzaj Alanlarının Sulanmasında Karşılaşılan Sorunlar ve Alternatif Çözüm Önerileri. Yüksek Lisans Tezi. Adnan Menderes Üniversitesi, Türkiye.
- Yeşil D., 2001. Yeşil Alanlarda Sulama Sorunları ve Karşıyaka Muammer Aksoy Parkı Örneğinde Sulama Projesi Oluşturulması. Yüksek Lisans Tezi. Ege Üniversitesi, Türkiye.
- Yıldırım O., Korukçu, A., 1999. Damla Sulama Sistemlerinin Projelenmesi (Ders Notları). Ankara, Türkiye. 272 s.
- Yıldırım M., 2003. Rekreasyon Alanı Sulama Sistemlerinde Uyulması Gerekli Kurallar. 2. Ulusal Sulama Kongresi, Bildiriler Kitabı. Aydın, Türkiye. 134-142.

Yıldırım O., 2008. Sulama Sistemlerinin Tasarımı (3. Baskı). Ankara, Türkiye. 366 s.

Yüksel A.N., Erdem Y., 2002. Sulama ve Gübreleme. İstanbul, Türkiye. 19-23.

Zhang X., Hu L.Q., Bian X., Zhao B., Chai F.H., Sun X., 2007. The Most Economical Irrigation Amount and Evapotranspiration of the Turfgrasses in Beijing City, China. Agricultural Water Management, 89 (1-2): 98-104.



ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı: Özlem GÖNÜL ALTAY

Doğum Yeri: Çanakkale

Doğum Tarihi: 27.09.1986

EĞİTİM DURUMU

Lisans Öğrenimi: Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Peyzaj Mimarlığı 2013 - 2017

Yüksek Lisans Öğrenimi: Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı 2017 - 2019

Bildiği Yabancı Diller: İngilizce

BİLİMSEL FAALİYETLERİ

a) Yayınlar

b) Bildiriler -Uluslararası -Ulusal

Gönül Altay Ö., Demirel K., "Çanakkale İli Esenler Barış Kedi Parkının Sulama Sisteminin Tasarımı", II. Uluslararası Mimarlık ve Tasarım Kongresi, ÇANAKKALE, TÜRKİYE, 11-12 Ekim 2018, pp.356-365

c) Katıldığı Projeler

İŞ DENEYİMİ

Çalıştığı Kurumlar ve Yıl: Kale Uzman Peyzaj/Çanakkale

Temmuz, 2017 – Temmuz, 2019

İLETİŞİM

E-posta Adresi: ozzlemgonul@gmail.com