



Namık Kemal Üniversitesi
Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi
Journal of Tekirdag Agricultural Faculty

An International Journal of all Subjects of Agriculture

Sahibi / Owner

Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Adına
On Behalf of Namık Kemal University Agricultural Faculty

Prof.Dr. Ahmet İSTANBULLUOĞLU
Dekan / Dean

Editörler Kurulu / Editorial Board

Başkan / Editor in Chief

Prof.Dr. Selçuk ALBUT
Ziraat Fakültesi Biyosistem Mühendisliği Bölümü
Department Biosystem Engineering, Agricultural Faculty
salbut@nku.edu.tr

Üyeler / Members

Prof.Dr. M. İhsan SOYSAL	Zootekni / Animal Science
Prof.Dr. Bülent EKER	Biyosistem Mühendisliği / Biosystem Engineering
Prof.Dr. Servet VARIŞ	Bahçe Bitkileri / Horticulture
Prof.Dr. Aslı KORKUT	Peyzaj Mimarılığı / Landscape Architecture
Prof.Dr. Temel GENÇTAN	Tarla Bitkileri / Field Crops
Prof.Dr. Müjgan KIVAN	Bitki Koruma / Plant Protection
Prof.Dr. Şefik KURULTAY	Gıda Mühendisliği / Food Engineering
Prof.Dr. Aydın ADİLOĞLU	Toprak Bilimi ve Bitki Besleme / Soil Science and Plant Nutrition
Doç.Dr. Fatih KONUKÇU	Biyosistem Mühendisliği / Biosystem Engineering
Doç.Dr. Ömer AZABAĞAOĞLU	Tarım Ekonomisi / Agricultural Economics
Yrd.Doç.Dr. Devrim OSKAY	Tarımsal Biyoteknoloji / Agricultural Biotechnology
Yrd.Doç.Dr. Harun HURMA	Tarım Ekonomisi / Agricultural Economics
Yrd.Doç.Dr. M. Recai DURGUT	Biyosistem Mühendisliği / Biosystem Engineering

İndeksler / Indexing and abstracting



CABI tarafından full-text olarak indekslenmektedir / Included in **CABI**



DOAJ tarafından full-text olarak indekslenmektedir / Included in **DOAJ**



EBSCO tarafından full-text olarak indekslenmektedir / Included in **EBSCO**



FAO AGRIS Veri Tabanında İndekslenmektedir / Indexed by **FAO AGRIS Database**



INDEX COPERNICUS tarafından full-text olarak indekslenmektedir / Included in **INDEX COPERNICUS**



TUBİTAK-ULAKBİM Tarım, Veteriner ve Biyoloji Bilimleri Veri Tabanı (TVBBVT) Tarafından taranmaktadır / Indexed by **TUBİTAK-ULAKBİM** Agriculture, Veterinary and Biological Sciences Database

Yazışma Adresi / Corresponding Address

Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi NKÜ Ziraat Fakültesi 59030 TEKİRDAĞ

E-mail: ziraatdergi@nku.edu.tr

Web adresi: <http://jotaf.nku.edu.tr>

Tel: +90 282 250 20 07

ISSN: 1302-7050

Danışmanlar Kurulu /Advisory Board

Bahçe Bitkileri / Horticulture

Prof.Dr. Kazım ABAK	Çukurova Üniv. Ziraat Fak. Adana
Prof.Dr. Y.Sabit AĞAOĞLU	Ankara Üniv. Ziraat Fak. Ankara
Prof.Dr. Jim HANCOCK	Michigan State Univ. USA
Prof.Dr. Mustafa PEKMEZCİ	Akdeniz Üniv. Ziraat Fak. Antalya

Bitki Koruma / Plant Protection

Prof.Dr. Mithat DOĞANLAR	Mustafa Kemal Üniv. Ziraat Fak. Hatay
Prof.Dr. Timur DÖKEN	Adnan Menderes Üniv. Ziraat Fak. Aydın
Prof.Dr. Ivanka LECHAVA	Agricultural Univ. Plovdiv-Bulgaria
Dr. Emil POCSAI	Plant Protection Soil Cons. Service Velençe-Hungary

Gıda Mühendisliği / Food Engineering

Prof.Dr. Yaşar HIŞIL	Ege Üniv. Mühendislik Fak. İzmir
Prof.Dr. Fevzi KELEŞ	Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Erzurum
Prof.Dr. Atilla YETİŞEMİYEN	Ankara Üniv. Ziraat Fak. Ankara
Prof.Dr. Zhelyazko SIMOV	University of Food Technologies Bulgaria

Peyzaj Mimarlığı / Landscape Architecture

Prof.Dr. Mükerrerem ARSLAN	Ankara Üniv. Ziraat Fak. Ankara
Prof.Dr. Bülent ÖZKAN	Ege Üniv. Ziraat Fak. İzmir
Prof.Dr. Güniz A. KESİM	Düzce Üniv. Orman Fak.Düzce
Prof.Dr. Genoveva TZOLOVA	University of Forestry Bulgaria

Tarla Bitkileri / Field Crops

Prof.Dr. Esvet AÇIKGÖZ	Uludağ Üniv.Ziraat Fak. Bursa
Prof.Dr. Özer KOLSARICI	Ankara Üniv. Ziraat Fak. Ankara
Dr. Nurettin TAHSİN	Agric. Univ. Plovdiv Bulgaria
Prof.Dr. Murat ÖZGEN	Ege Üniv. Ziraat Fak. İzmir
Doç. Dr. Christina YANCHEVA	Agric. Univ. Plovdiv Bulgaria

Tarım Ekonomisi / Agricultural Economics

Prof.Dr. Faruk EMEKSİZ	Çukurova Üniv. Ziraat Fak. Adana
Prof.Dr. Hasan VURAL	Uludağ Üniv. Ziraat Fak. Bursa
Prof.Dr. Gamze SANER	Ege Üniv. Ziraat Fak. İzmir
Dr. Alberto POMBO	El Colegio de la Frontera Norte, Meksika

Tarım Makineleri / Agricultural Machinery

Prof.Dr. Thefanis GEMTOS	Aristotle Univ. Greece
Prof.Dr. Simon BLACKMORE	The Royal Vet.&Agr. Univ. Denmark
Prof.Dr. Hamdi BİLGİN	Ege Üniv. Ziraat Fak. İzmir
Prof.Dr. Ali İhsan ACAR	Ankara Üniv. Ziraat Fak. Ankara

Tarımsal Yapılar ve Sulama / Farm Structures and Irrigation

Prof.Dr. Ömer ANAPALI	Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Erzurum
Prof.Dr. Christos BABAJIMOPOULOS	Aristotle Univ. Greece
Dr. Arie NADLER	Ministry Agr. ARO Israel

Toprak / Soil Science

Prof.Dr. Sait GEZGİN	Selçuk Üniv. Ziraat Fak. Konya
Prof.Dr. Selim KAPUR	Çukurova Üniv. Ziraat Fak. Adana
Prof.Dr. Metin TURAN	Atatürk Üniv.Ziraat Fak. Erzurum
Doç. Dr. Pasquale STEDUTO	FAO Water Division Italy

Zootekni / Animal Science

Prof.Dr. Andreas GEORGIDUS	Aristotle Univ. Greece
Prof.Dr. Ignacy MISZTAL	Breeding and Genetics University of Georgia USA
Prof.Dr. Kristaq KUME	Center for Agricultural Technology Transfer Albania
Dr. Brian KINGHORN	The Ins. of Genetics and Bioinformatics Univ. of New England Australia
Prof.Dr. Ivan STANKOV	Trakia Univ. Dept. Of Animal Sci. Bulgaria
Prof.Dr. Nihat ÖZEN	Akdeniz Üniv. Ziraat Fak. Antalya
Prof.Dr. Jozsef RATKY	Res. Ins. Animal Breed. and Nut. Hungary
Prof.Dr. Naci TÜZEMEN	Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Erzurum

İÇİNDEKİLER / CONTENTS

F. Öner, İ. Sezer, A. Gülümser Farklı Lokasyonlarda Yetiştirilen Atdışı Mısır (Zea mays L. indendata) Çeşit ve Hatlarının Agronomik Özellikler Yönünden Karşılaştırılması Comparison of Dent Corn (Zea Mays L. Indendata) Varieties and Lines Growth in Different Locations in Terms Of Agronomic Traits	1-6
K. Demirel, L. Genç, M. Saçan Yarı Kurak Koşullarda Farklı Sulama Düzeylerinin Salçalık Biberde (Capsicum Annum Cv. Kapija) Verim ve Kalite Parametreleri Üzerine Etkisi Effects of Different Irrigation Levels On Pepper (Capsicum Annum Cv. Kapija) Yield And Quality Parameters in Semi-Arid Conditions	7-15
S. Kayışoğlu, A. İçöz Eğitim Düzeyinin Fast- Food Tüketim Alışkanlığına Etkisi The Effect of Education Level on Fast-Food Consumption	16-19
P.A. Khabbazi, E. Erdoğan İslam Bahçeleri Islamic Gardens	20-31
D. Kök Farklı Salisilik Asit Dozlarının Asma Anaçlarının Tuzluluğa Dayanımı Üzerine Etkileri Impacts of Different Salicylic Acid Doses on Salinity Tolerance of Grapevine Rootstocks	32-40
T. Erdem, Y. Erdem, H. Okursoy, E. Göçmen Variations of Non-Water Stressed Baselines for Dwarf Cherry Trees Under Different Irrigation Regimes Farklı Sulama Programları Altında Bodur Kiraz Ağaçlarının Stresiz Temel Grafiklerinin Değişimleri	41-49
E. Yılmaz, G. Özdemir Türkiye'de Kadın Akademisyen ve Araştırmacıların Karşılaştıkları Sorunlar ve Tarıma Bakış Açıkları The Problems Female Academics and Researchers in Turkey Encounter With and Their Viewpoints of Agriculture ..	50-56
H. İşbilir, T. Erdem Rekreasyon Alanı Sulama Projelerinin Tasarım ve Uygulama Aşamalarında Ortaya Çıkan Sorunlar ve Çözüm Önerileri The Design and Application Problems and Solution Suggestions of Recreational Area Irrigation Projects	57-66
S. Genç, M. Mendeşi, Z. Kocabaş, M.İ. Soysal Varyans Analizi Tekniğinin Ön Şartları Yerine Gelmediğinde Varyans Unsurları Tahmininde I. Tip Hata Comparison Of Some Variance Component Estimation Methods With Respect to Type I Error Rate	67-74
G.Ö. Ergüven, M. Şener Coğrafi Bilgi Sistemlerinden Faydalanarak Hayrabolu Sulama Şebekesi Bilgi Sistemi Hayrabolu Irrigation Scheme Information System	75-81
M. Şener, H.C. Kurç Küçük Sulama Şebekelerinde Performans Değerlendirmesi: Trakya Bölgesi Örneği Performance Assessment of Small Irrigation Scheme: A Case Study of Trakya Region	82-91
O. Yüksel Çöp Kompostunun Xerofluent Topraklarda Fiziksel Özelliklere Etkisi Effect of Waste Compost on Physical Properties in Xerofluent Soils	92-97
B.C. Bilgili, Ö.L. Çorbacı, E. Gökçer Çankırı Kent İçi Yol Ağaçlarının Değerlendirilmesi Üzerine Bir Araştırma A Research On Evaluation Of Urban Street Trees in Cankırı	98-107

Rekreasyon Alanı Sulama Projelerinin Tasarım ve Uygulama Aşamalarında Ortaya Çıkan Sorunlar ve Çözüm Önerileri*

H. İşbilir¹

T. Erdem²

¹ Rain Bird Sulama Sistemleri Ltd Şti-İstanbul

² Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü-Tekirdağ

Bu çalışmada, İstanbul bölgesinde 3 farklı büyüklükteki rekreasyon alanı için yapılmış sulama projeleri ele alınarak, mevcut projeler ile yeniden tasarlanan projeler arasındaki farklar ortaya konulmuş, tasarım ve uygulama aşamalarında ortaya çıkan sorunlar ve çözüm önerileri belirlenmiştir. Araştırma sonucunda, rekreasyon alanlarında istenilen üniform yeşil alan ve su kaynaklarının optimum kullanımına açısından, Peyzaj Mimari ile Sulama Mühendisinin koordineli olarak çalışması gerektiği vurgulanmıştır. Bitkinin tükettiği su miktarı, uygulanacak sulama suyu miktarı, sulama süresi, sulama zamanı gibi ön projelendirme faktörlerinin doğru olarak elde edilmesinin, sistemin başarısı için kaçınılmaz olduğu belirlenmiştir. Bunun yanı sıra, üniform bir su uygulaması için uygun yağmurlama başlığının doğru olarak seçilmesi, bunun için de toprağın infiltrasyon hızının ölçülmesi gerektiği üzerinde durulmuştur. Ayrıca, sulama alanında oluşturulacak işletme birimleri, kılcal, lateral ve ana boru çapları, kullanılacak otomatik kontrol ünitesi, solenoid valf, su deposu kapasitesi ve pompa özelliklerinin doğru olarak belirlenmesinin sistemin ilk yatırım masrafları açısından önemli olduğu vurgulanmıştır.

Anahtar kelimeler: Rekreasyon alanı, sulama sistemi, pop-up sulama, infiltrasyon hızı

The Design and Application Problems and Solution Suggestions of Recreational Area Irrigation Projects

This study has been carried out to investigate the irrigation systems in 3 recreational areas with different sizes in Istanbul, differences between the applied projects and redesigned projects analyzed, problems arising during design and application and solution suggestions indicated. As a result of this study, in order to provide the required uniform green landscape and optimum usage of the water resources, landscape architect and irrigation engineer should work in coordination. Acquisition of preliminary project design factors such as amount of irrigation water to be applied, irrigation duration and timing is important for the success of the project. In addition to that, for the irrigation uniformity, appropriate sprinkler should be selected and the infiltration rate of soil must be measured. Besides, proper determination of operation units as capillar, lateral and main pipe diameter, automatic control units, solenoid valves, water reservoir capacity and water pump capacity that are going to be constructed in the irrigation area is important for the first investment costs

Key words: Recreational areas, irrigation systems, pop-up irrigation, infiltration rate,

* Yüksek Lisans Tezinden özetlenmiştir.

Giriş

Sulama uygulamaları, yeşil alanlarda temel alt yapı sistemleri olarak büyük önem taşımaktadır. Büyük veya küçük ölçekli tüm peyzaj alanlarında ana materyalin bitki olduğu ve bu bitkilerin yaşamsal faaliyetlerine devam edebilmeleri için de sulama uygulamalarının kaçınılmaz olduğu bilinmektedir. Bu nedenle, bitkinin ihtiyaç duyduğu suyun uygun sulama sistemi ile istenilen miktarda ve aralıkta verilmesi gerekmektedir (Altunkasa 2002).

Rekreasyon sulama projeleri; genellikle küçük villa ve ev bahçeleri, geniş site yeşil alanları, futbol ile golf sahaları, park ve bahçeler gibi şehir içi

yaşamda ön plana çıkan birçok yeşil alan için kaçınılmaz hale gelmektedir. Rekreasyon alanlarına kurulacak sulama sistemleri ile doğal peyzaj örtüsünü bozmayacak kullanılabilir ve estetik çözümler sağlanabilecektir.

Günümüze kadar sulama tasarımcılarının amacı, peyzaj alanlarının yeşil kalmasını sağlamak ve daha düşük maliyetlerle sistemleri üretmektir. Bu nedenle, rekreasyon alanlarını kullanan kişilerin temel hedefi, yeşil dokunun ve estetiğin korunması olmuştur. Fakat günümüzde, su kullanımındaki artış ve enerji tüketim

harcamalarının toplam bakım masrafları içerisindeki yoğunluğunun artması, birçok sulama suyu kullanıcılarını su yönetimi konusunda çok daha fazla düşünmeye yöneltmiştir. Rekreasyon alanlarında su yönetiminin yeni hedefi, yeşil dokunun estetik yapısını korurken, yıllık sulama suyu kullanımını ve enerji tüketimini minimize etmektir (Smith 1997).

Rekreasyon alanlarının sulanmasında basınçlı sulama yöntemleri kullanılmaktadır. Çim bitkisi için ideal sulama yöntemi yağmurlama sulama yöntemidir. Yağmurlama sulama sisteminde gerekli olan sulama suyu, yüksek basınçlı borular ile iletiildiğinden su kayıpları en az düzeyde ve suyun alan içerisinde üniform dağılımı en üst düzeydedir. Rekreasyon alanlarında kullanılan yağmurlama başlıkları sulama sırasında basınç ile yükselecek ve toprağın üst yüzeyi ile aynı seviyede olacak şekilde yerleştirilirler. Ayrıca, rekreasyon alanlarında kullanılan yağmurlama sulama sistemleri pop-up sulama sistemleri, kullanılan yağmurlama başlıkları ise pop-up sulama başlıkları adı ile anılmaktadırlar. Pop-up sulama başlıkları; rotor adı verilen 360° ye kadar dönebilen tipte olabileceği gibi, değişik yatay açılarda suyu püskürten sprej adı verilen başlıklar şeklinde olabilir. Sprej başlıkları; rotor başlıklara göre, daha küçük ıslatma yarıçapına sahip ve daha düşük işletme basınçlarında çalışmaktadırlar. Bu başlıklarının hangisinin kullanılacağına seçimi bitki özelliklerinin yanı sıra toprak özelliklerine bağlıdır. Bu başlıkların kullanılan tertip aralığı ve tertip biçimine göre saatte verdikleri su miktarına yağmurlama hızı denir. Yağmurlama hızının toprağın su alma hızından büyük olmaması gerekmektedir. Bunun yanı sıra, sprej başlıklarının ıslatma çapından daha küçük çim alanları ile ağaç, çiçek ve diğer bitkilerin yoğun olarak yer aldığı rekreasyon alanlarında ise sulama sistemi olarak damla sulama tercih edilmektedir (Seçkin 2003, Orta 2009).

Yukarıda açıklanan bilgiler ışığında, günümüzde büyük masraflar harcanarak oluşturulan rekreasyon alanlarında sulama çalışmalarının kaçınılmaz olduğu görülmektedir. Öte yandan, küresel ısınma süreci ile birlikte su kaynaklarının azalması, su kullanıcıları arasında bir rekabet ortamı yaratmaya başlamıştır. Bu süreç, kentsel yerleşim yerlerindeki peyzaj alanlarına olan talebin artması ve belediyelerin bu hizmetlere yönelmesi ile "rekreasyon sulaması" adı altında yeni bir iş sektörünün doğmasına ve sınırlı su kaynaklarının ekonomik kullanımı anlayışının

ortaya çıkmasına neden olmuştur. Bu sektörün son yıllardaki hızlı gelişimi, birçok alanda faaliyet gösteren firmaların ve kişilerin ilgisini çekmeye başlamıştır. Bu hızlı gelişim ile konunun uzmanı olmayan kişilerin rekreasyon alanı sulama projelerini hazırlamaları ve uygulamaları sonucu, rekreasyon alanı sulama sistemlerinde başarısızlıklar ortaya çıkmaya başlamıştır. Bu başarısızlık, hem ekonomik yönden kayıpları hem de mevcut su kaynaklarının optimum kullanımına yönelik bir takım sorunları beraberinde getirmiştir. Oysaki bir sulama uygulamasının başarısı; işletmeyi içerisine alan mühendislik çalışmaları ile toprak-bitki-atmosfer ve su ilişkilerinin analizini takiben, iyi bir planlama, projelendirme ve uygulamaya bağlıdır.

Bu çalışmada, ülkemizin en büyük yerleşim yeri olan İstanbul bölgesinde 3 farklı büyüklükteki rekreasyon alanı için yapılmış sulama projeleri ele alınarak, mevcut projeler ile yeniden tasarlanan projeler arasındaki farklar ortaya konulmuş, tasarım ve uygulama aşamalarında ortaya çıkan sorunlar ve çözüm önerileri belirlenmiştir.

Materyal ve Yöntem

Araştırmada İstanbul – Anadolu yakasında bulunan farklı büyüklüklerdeki 3 adet rekreasyon alanı örnek olarak alınmıştır. A, B ve C simgeleri ile adlandırılan alanlardan A alanı bir rekreasyon parkı, B ve C ise yerleşim yeri (site) rekreasyon alanı şeklindedir. Bu alanların toplam büyüklükleri sırasıyla 2162, 23148 ve 41550 m² dir. Bu alanların sulama projesi yapılan toplam yeşil alan büyüklükleri ise 1230, 8146 ve 16494 m² dir.

Marmara Bölgesinde bulunan İstanbul ili –Anadolu Yakası 40° 54' kuzey enlemi ve 29° 11' doğu boylamı üzerindedir. Ortalama denizden yükseklik 28 m' dir. Yıllık ortalama sıcaklık 14,9°C, ortalama güneşlenme süresi 6,0 h, ortalama bağıl nem %74, ortalama rüzgar hızı 1,4 m/s ve ortalama toplam yağış miktarı 638,4 mm' dir. Ortalama ilk don tarihi 30 Kasım ve son don tarih ise 23 Mart' dir.

Topografik yapı alanlarda farklılıklar göstermesine karşın sulama projelerinin hazırlandığı yeşil alanlarda eğimler oldukça düşüktür. Eğim değerleri ortalama % 1-2 kadardır. Gözönüne alınan alanlarda toprak özellikleri önemli düzeyde farklılıklar göstermektedir. Yeşil alanların düzenlenmesi sırasında yapılan kazılar ve taşıma toprak serilmesi nedeniyle topraklar yer yer sığ, yer yer oldukça derindir. Ele alınan üç farklı

rekreasyon projesinde de sulama suyu şehir içme ve kullanma suyu şebekesinden sağlanmıştır.

Araştırma alanları için mevcut sulama projeleri incelendiğinde; toplam 2162 m² olan A rekreasyon alanında sulama projesinin 1230 m² olduğu görülmektedir. Alanda sulama sistemi olarak, 50 m² alan için damla sulama sistemi projelenmesi gerekirken alan boş bırakılmıştır, geriye kalan alan için ise 233 adet sprej tipi yağmurlama sulama başlıkları kullanılmıştır. Alana, sulama suyu şehir şebekesinden alınmış olup, su kaynağının debisi 5 m³/h olacak şekilde planlanma yapılmış ve toplam 8 adet işletme birimi oluşturulmuştur. Ana ve lateral boru hatlarında 63 mm dış çaplı, 6 atmosfere dayanıklı sert PE borulardan, kılcal boru hatlarında ise 16 mm dış çaplı, 4 atmosfere dayanıklı yumuşak PE borular kullanılmıştır. Projeye göre, toplam 206 m ana boru hattı, 269 m lateral boru hattı ve 461 m kılcal boru hattına ihtiyaç duyulmuştur. Ayrıca, sulama sisteminin elle işletileceği ve pompa biriminde 50 m³ kapasiteli su deposundan 16 m³/h debiye ve 6,5 atm basınç sağlayabilecek hidroforlu sistem kullanılacağı planlanmıştır.

B rekreasyon alanında ise toplam sulama projesinin gerçekleştirildiği alanın büyüklüğü 8146 m² dir. Alanda sulama sistemi olarak 925 adet sprej tipi yağmurlama sulama başlıkları kullanılmıştır. Alan büyük olduğundan iki alt alana bölünmüş ve ayrı ayrı olarak projelendirilmiştir. Her iki alanda da sulama suyu şehir şebekesinden alınmış olup, su kaynağının debisi 5 m³/h olacak şekilde planlanma yapılmış ve toplam 27 adet işletme birimi oluşturulmuştur. Ana boru hatlarında 63 mm dış çaplı, 10 atmosfere dayanıklı sert PE borular, lateral boru hatlarında ise 40 ile 50 mm dış çaplı 10 atmosfere dayanıklı sert PE borular kullanılmıştır. Projeye göre, toplam 329 m ana boru hattı ve 1586 m lateral boru hattına ihtiyaç duyulmuştur. Ayrıca, her iki alan için 200 m³ kapasitesinde iki depo planlanmış ve sisteme sulama suyu 15 m³/h debi ve 7 atm basınç sağlayabilecek hidrofor ile 12 ve 16 istasyon sayıları olan kontrol üniteleriyle verilmesi düşünülmüştür.

C rekreasyon alanında toplam alan büyüklüğü 41500 m² olmasına karşın sulama projesinin gerçekleştirildiği alanın büyüklüğü 25056 m² dir. Alanda sulama sistemi olarak 1264 adet sprej ve 270 rotor tipi yağmurlama sulama başlıkları kullanılmıştır. Alana, sulama suyu şehir şebekesinden alınmış olup, su kaynağının debisi 10 m³/h olacak şekilde planlanma yapılmış ve

toplam 30 adet işletme birimi oluşturulmuştur. Ana ve lateral boru hatlarında 110 ve 63 mm dış çaplı, 10 atmosfere dayanıklı sert PE borulardan, kılcal boru hatlarında ise 20 mm dış çaplı, 4 atmosfere dayanıklı yumuşak PE borular kullanılmıştır. Projeye göre, toplam 808 m ana boru hattı, 6415 m lateral boru hattı ve 16467 m kılcal boru hattına ihtiyaç duyulmuştur. Ayrıca, sulama sisteminin elle işletilmesi ve pompa biriminde 350 m³ kapasiteli su deposundan 60 m³/h debi ve 8 atm basınç sağlayabilecek hidroforlu sistem planlanmıştır.

Araştırma alanlarında sulama sistemi projeye aşamasında gerekli, toprak bünyesi, tarla kapasitesi, solma noktası, kullanılabilir su tutma kapasitesi ve hacim ağırlığı gibi toprak özelliklerinin saptanması amacıyla 0-30, 30-60 cm derinlikteki toprak katmanlarından bozulmuş ve bozulmamış toprak örnekleri alınmıştır. Bozulmamış toprak örneklerinden hacim ağırlığı ve tarla kapasitesi, bozulmuş toprak örneklerinden ise solma noktası ve bünye sınıfı değerleri belirlenmiştir (Blake 1965, Benami ve Diskin 1965). Ayrıca, rekreasyon alanlarında kullanılacak sulama suyunun özelliklerini belirlemek amacıyla su örnekleri alınmıştır (Ayyıldız 1990).

Rekreasyon alanları sulama sistemlerinin tasarımında kullanılacak yağmurlama sulama yönteminde başlık debisi ve tertip aralığını, damla sulama yönteminde ise damlatıcı aralığı ve tertip aralığının belirlenmesinde önemli bir kriter olan toprağın su alma hızı (infiltrasyon hızı) ölçümleri Güngör ve Yıldırım (1989) ile Orta (2009)' da verilen esaslara göre çift silindir infiltrometre yöntemine göre yapılmıştır.

Sulama sistemlerinin projelenmesi amacıyla peyzaj alanlarında yer alan bitkilerden çim bitkisi kritik bitki olarak alınmış ve çim bitkisi su ihtiyacının diğer bitkilerin su ihtiyacı için yeterli olacağı yaklaşımı yapılmıştır. Çim bitkisi aylık bitki su tüketimi değerleri, çok sayıda iklim elemanını kapsaması nedeniyle diğer bitki su tüketimi tahmin yöntemlerine göre daha güvenilir olan Penman FAO modifikasyonu dikkate alınarak geliştirilen Penman-Monteith yöntemi ile tahmin edilmiştir. Eşitlik ile elde edilen referans bitki su tüketimi değerleri bitki katsayısı değerleri ile düzeltilerek bitki su tüketimi değerleri elde edilmiştir. Bitki katsayısı (k_c) değeri; bölge koşulları ve daha önce yürütülen araştırmalar dikkate alınarak 1,20 olarak alınmıştır (Doorenbos ve Pruitt 1977, Yıldırım 1994, Şahinler 1997, Barrett ve ark., 2003, Orta 2009).

Araştırmada, sulama alanları için her sulama uygulanacak net sulama suyu miktarı, maksimum sulama aralığı, her sulamada uygulanacak toplam sulama suyu miktarı, sulama süresi, yağmurlama hızı ve maksimum ile minimum işletme birim sayısı gibi ön projelendirme faktörleri Yıldırım (2005)' de verilen esaslara göre hesaplanmıştır.

Proje alanlarında kullanılacak yağmurlama başlıkları, Melby (1995), Smith (1997), Barrett ve ark. (2003) ve Yıldırım (2005)' de belirtilen esaslara göre belirlenmiştir. Bu esaslardan en önemlileri olarak; seçilecek başlığın atış mesafesinin sulama alanına uygun olması, seçilecek başlığın yağmurlama hızının toprağın su alma hızından daha düşük olması ve yeterli eş su dağılımı elde edilebilmesi için seçilen tertip aralığında ve işletme basıncı koşullarında Christiansen eş su dağılımı katsayısının (CU) % 84'den daha yüksek olması sayılabilir.

Lateral ve ana boru hatlarının olanaklar ölçüsünde eğimsiz ya da bayır aşağı eğimde döşenmesine özen gösterilmiştir. Lateral ve ana boru büyüklüğünün seçiminde Christiansen Yöntemi kullanılmıştır. Yöntemde, en yüksek ve en düşük basınçların uç başlıklarda oluşturduğu varsayıldığından, uç başlıkları arasında oluşan yük kayıplarının, seçilen yağmurlama başlıklarının ortalama basıncının % 20'sini aşmamasına özen gösterilmektedir. Bununla birlikte, Christiansen eş su dağılımı katsayısının (CU) %97'den daha düşük olması istenmemektedir. Ayrıca, boru hatlarında gerek sediment gibi materyal birikimini engellemek gerekse, boru hattında oluşabilecek su darbesini azaltmak ve kavıtasyonu engellemek için boru hattı su akış hızının 0,5–2 m/s arasında olması tercih edilmiştir (Yıldırım 2005). Boru

hatları, proje alanının don derinliğine kadar toprak altına gömülü olacak şekilde, en az 10 atm işletme basıncılı sert PE borulardan oluşturulması planlanmıştır. Ana boru hattı çapının seçilmesinde, en kritik işletme birimindeki lateral giriş basıncına solenoid vana girişinde oluşacak yük kayıpları da eklenerek solenoid vana girişinde istenen basınç hesaplanmış ve lateral boru çapının seçimindeki aşamalar izlenmiştir. Lateral giriş basıncı ve solenoid vana girişinde istenen basınç Yıldırım (2005)' de belirtilen esaslara göre hesaplanmıştır. Pompa biriminde ise hesaplanan manometrik yükseklik değeri ve istenilen debiye göre, işletme ve bakım kolaylığı açısından elektrik enerjisi ile çalışan hidroforlu sistemler tercih edilmiştir.

Ayrıca, araştırmada göz önüne alınan rekreasyon alanlarında işletme kolaylığı ve üniform su dağılımı gibi nedenlerden dolayı sistemin otomatik olarak işletilmesi planlanmıştır.

Araştırmada, 3 farklı büyüklükteki rekreasyon alanındaki mevcut sulama sistemleri detaylı bir şekilde incelenmiş ve yukarıda açıklanan tasarım aşamaları uygulanarak yeniden projelendirme yapılmıştır. Böylece, mevcut sulama projesi ile tasarlanan sulama projesi arasındaki farklar ortaya konulmaya çalışılmıştır. Ayrıca, mevcut ve tasarlanan sulama projeleri ilk yatırım masrafları açısından da karşılaştırılmıştır. İlk yatırım masrafları değerlendirilirken, 2008 yılı piyasa fiyatları göz önüne alınmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Araştırma alanı topraklarının fiziksel analizlerine göre, toprakların birbirinden farklılık gösterdiği belirlenmiştir.

Çizelge 1. Araştırma alanı topraklarının bazı fiziksel özellikleri

Table 1. Some physical properties of research area soils

Proje alanı	Profil derinliği	Bünye sınıfı	Hacim ağırlığı g/cm ³	Tarla kapasitesi		Solma noktası		Kullanılabilir su tutma kapasitesi	
				%	mm	%	mm	%	mm
A	0-30	Killi-tın	1,56	19,07	89,25	12,31	57,61	6,76	31,64
	30-60		1,45	20,88	90,83	12,75	55,46	8,13	35,36
B	0-30	Kumlu-kil	1,69	19,22	97,45	12,06	61,14	7,16	36,30
	30-60		1,42	19,31	82,26	12,07	51,41	7,24	30,84
C	0-30	Kumlu-killi-tın	1,42	20,97	89,33	9,44	40,21	11,53	49,12
	30-60		1,42	19,87	84,64	10,98	46,77	8,89	37,87

Çizelge 2. Çim bitkisinin Penman-Monteith yöntemine göre hesaplanan bitki su tüketimi ve sulama suyu ihtiyacı değerleri

Table 2. The reference evapotranspiration calculated from Penman –Monteith equations and irrigation water requirement values for grass

Aylar	Referens	Bitki katsayısı	Bitki su tüketimi		Yağış miktarı	Net sulama
	bitki su tüketimi		mm/gün	mm/ay		mm/ay
	mm/gün					mm/ay
Nisan	2,65	1,20	3,18	95.40	52.20	43.20
Mayıs	3,77	1,20	4,52	140.12	30.70	109.42
Haziran	4,83	1,20	5,80	174.00	27.40	146.60
Temmuz	5,27	1,20	6,32	195.92	24.40	171.52
Ağustos	4,50	1,20	5,40	167.40	26.00	141.40
Eylül	3,25	1,20	3,90	117.00	38.00	79.00
Ekim	1,84	1,20	2,20	68.20	63.30	4.90
TOPLAM				958,04	262,00	696,04

Hacimağırlığı değerleri 1,42 – 1,56 g/cm³ arasında değişirken, kullanılabilir su tutma kapasitesi 0-30 cm toprak katmanı için 31,64 mm ile 49,12 mm arasında değişmiştir (Çizelge 1).

Araştırma alanındaki sulama suları analiz sonuçları değerlendirildiğinde, her üç alanda da sulama suyu kalite sınıfının T₂S₁ olduğu görülmüştür. Bu sonuca göre, su kalitesi açısından fizyolojik kuraklık oluşturabilecek düzeyde herhangi bir sorunun olmadığı söylenebilir.

Araştırma alanlarında, çift silindir infiltrometre yöntemi ile toprağın su alma hızı değeri sabitleşinceye kadar devam eden ölçümler sonucunda, toprağın su alma hızı değerleri A proje alanında 19,0 mm/h, B proje alanında 21,1 mm/h ve C proje alanında 21,4 mm/h olarak belirlenmiştir.

Araştırma alanının uzun yıllar iklim verilerinden yararlanılarak CROPWAT bilgisayar programı ile Penman-Monteith yöntemiyle hesaplanan referens bitki su tüketimi değerleri Çizelge 2' de

verilmiştir. Bu değerler, Nisan – Kasım ayları arasındaki periyotta 1,84 mm/gün ile 5,27 mm/gün arasında değişirken, bitki su tüketimi değerleri ise 2,20 mm/gün ile 6,32 mm/gün arasında değişmiştir. Ayrıca, çim bitkisinin mevsimlik toplam bitki su tüketimi 958,04 mm ve mevsimlik net sulama suyu ihtiyacı 696,04 mm olarak hesaplanmıştır. Aylar bazında dikkate alındığında, en yüksek bitki su tüketimi ve aylık net sulama suyu ihtiyacının Temmuz ayında 195,92 mm/ay ve 171,52 mm/ay olarak elde edildiği görülebilir

Ele alınan üç farklı rekreasyon alanı için sulamada uygulanacak maksimum net sulama suyu miktarları 12,65 ile 19,65 mm arasında değişmiştir. Maksimum sulama aralığı değerleri A ve B alanları için 2 gün, C alanı için ise 3 gün olarak elde edilmiştir. Fakat her alan için proje sulama aralığı olarak 2 gün değeri dikkate alınmıştır. Ayrıca, su uygulama randımanı ile düzeltilmiş toplam sulama suyu miktarları ise 15,80 mm olarak belirlenmiştir (Çizelge 3).

Çizelge 3. Uygulanacak sulama suyu miktarı ve sulama aralığına ilişkin sonuçlar

Table 3. The results of irrigation water requirement and irrigation water

Ön projelene kriterleri	Sulama alanları		
	A	B	C
1) Her sulamada uygulanacak maksimum net sulama suyu miktarı (d _{n max}), mm	12,65	14,52	19,65
2) Maksimum günlük bitki su tüketimi, (ET _{max}), mm/gün	6,32	6,32	6,32
3) Maksimum sulama aralığı (SA _{max}), gün	2	2	3
4) Proje sulama aralığı (SA), gün	2	2	2
5) Uygulanacak net sulama suyu miktarı (d _n), mm	12,64	12,64	12,64
6) Su uygulama randımanı (Ea), %	80	80	80
7) Uygulanacak toplam sulama suyu miktarı (d _t), mm	15,80	15,80	15,80

Çizelge 4. Araştırma alanlarında kullanılan yağmurlama başlıklarına ilişkin özellikler

Table 4. The features of sprinkler used in the research areas

Başlık tipi	Max. ıslatma çapı m	Kullanılan ıslatma yarı çapı m	İşletme basıncı atm	Çalışma açısı °	Başlık debisi m ³ /h	Yağmurlama hızı mm/h	Sulama alanı
Sprey	3,7	3,0	2,1	90	0,15	66,7	A, B,C
	3,7	3,0	2,1	180	0,30	66,7	A, B,C
	3,7	3,0	2,1	270	0,45	66,7	B,C
	3,7	3,0	2,1	360	0,60	66,7	A, B,C
Sprey	4,6	4,0	2,1	90	0,21	52,5	A, B,C
	4,6	4,0	2,1	180	0,42	52,5	A, B,C
	4,6	4,0	2,1	270	0,63	52,5	A, B,C
	4,6	4,0	2,1	360	0,84	52,5	A, B,C
Sprey (Dikdörtgen)	1,2 x 4,6	1,2 x 4,6	2,1		0,14	25,3	A, B,C
Sprey (Dikdörtgen)	1,2 x 9,2	1,2 x 9,2	2,1		0,27	24,5	A, B,C
Rotor	5,4	5,4	3,5	90	0,19	26,1	C
	7,3	7,0	3,5	180	0,36	14,7	C
	8,4	7,0	3,5	270	0,47	12,8	C
	9,6	7,0	3,5	360	0,71	14,5	C
	10,7	10,0	3,5	90	0,34	13,6	C
	12,2	10,0	3,5	180	0,74	14,8	C
Rotor	12,8	10,0	3,5	270	0,97	12,9	C
	14,2	10,0	3,5	360	1,45	14,5	C

Araştırma alanları için uygun yağmurlama başlıkları seçilirken, ıslatılacak alanın büyüklüğüne göre sprej veya rotor başlıkların kullanılmasına dikkat edilmiştir. Araştırma alanları için seçilen yağmurlama başlıkları Çizelge 4’ de verilmiştir. Özellikle, ıslatma yarıçapının 5 m’ den daha düşük olduğu yerlerde sprej başlıklar, daha büyük olduğu yerlerde rotor başlıklar kullanılmıştır (Anonim 2008). Araştırmada ele alınan alanlarda A ve B alanlarında sprej başlıklar, C alanında ise hem sprej hem de rotor başlıklar kullanılmıştır. A ve B sulama alanında ıslatma yarıçapı 3 ve 4 m olan iki farklı tip sprej başlığı kullanılmış ve bu başlıklar farklı çalışma açılarında çalıştırılmışlardır. Alanlarda sprej başlıkların 2,1 atm basınç altında, rotorların ise 3,5 atm basınç altında çalışması koşullarında gerekli debi ve yağmurlama hızları dikkate alınmıştır. Bu başlıkların farklı çalışma açılarında, yağmurlama hızlarının 52,5 – 66,7 mm/h arasında değiştiği belirlenmiştir. C sulama alanında ıslatılacak alan daha büyük olduğundan sprej başlıkların yanı sıra rotor başlıklar da kullanılmıştır. Alanda kullanılan rotor başlıklarının yağmurlama hızları ise 12,9 – 26,1 mm/h arasında değişmektedir. Her üç sulama alanında da

dikdörtgen tipte ıslatma alanına sahip sprej başlıklardan da kullanılmıştır.

Sprej başlıkların yağmurlama hızı değerlerinin sulama alanındaki toprağın su alma hızı değerlerinden oldukça yüksek oldukları belirlenmiştir. Bu nedenle, toprak yüzeyindeki yüzey akışın, göllenmenin ve sulama suyunun boşa gitmesine engellemek amacıyla sulama süresinin azaltılması ve sık aralıklarla sulama yapılması gerekmektedir. Rotor başlıkların yağmurlama hızları incelendiğinde ise, değerlerin toprağın su alma hızından daha düşük olduğu görülebilir. Bu nedenle, özellikle rotor başlıkların sulama suyunun üniform dağılımı ve su kaynaklarının korunumu açısından uygun yağmurlama başlığı seçimi olduğu söylenebilir. Ayrıca, sprej başlıkların uygun olmadığı yerlerde sulama yöntemi olarak damla sulama yöntemi kullanılmıştır. Fakat damla sulama yönteminin işletme basıncı 1,0 ile 1,5 atm. arasında değiştiğinden, ayrı bir işletim birimi oluşturulmuştur.

Araştırma alanları için uygun yağmurlama başlıkları seçildikten sonra, bu başlıkların özelliklerine göre sulama süresi, maksimum işletme birim sayısı, minimum işletme sayısı ve

seçilen işletme sayıları, hesaplanmıştır. Sulama alanlarında sprej başlıkları kullanıldığı zaman sulama süreleri 0,30 h, rotor başlığı kullanıldığı zaman ise 1,09 h olarak değişmektedir. Sistem debisi, günlük sulama süresi, günlük maksimum süresi ve seçilen başlık debilerinin toplamına göre hesaplanan minimum ve maksimum işletme birimleri sprej başlıkları için 8 ile 53, rotor başlıklar için ise 3 ile 14 arasında değişmiştir. Bu değerlere ve yerleştirilen başlıkların konumlarına göre A alanı 8, B alanı 29 ve C alanı için ise sprej başlıklar 34, rotorlar 13 alt işletme birimi olmak üzere toplam 47 işletme biriminden oluşturulmuştur (Çizelge 5).

A sulama alanı toplam 9 alt işletme biriminden oluşmaktadır. Bu işletme birimlerinden 8' inde sayıları 18 ile 32 arasında değişen sprej başlıklar kullanılırken, 1' inde alanların darlığı nedeniyle damla sulama sisteminin kullanılması tercih edilmiştir. Sprej başlıklarının işletme basınçları 21,0 m olarak dikkate alınmış ve işletme birimlerinde lateral debileri 1,21 ile 8,23 m³/ h arasında değişmiştir. A sulama alanında her bir işletme biriminde lateral boru hatlarının belli bir bölüme kadar 50 mm, belirli bir bölümden sonra ise 32 mm dış çaplı, 10 atm basınca dayanıklı HDPE 100 PN 10 ismi ile anılan sert PE borulardan oluşması gerektiği hesaplanmıştır. Hesaplamalar sonucunda, A sulama alanında 9 adet alt işletme biriminde lateral girişinde istenen basınçlar 10,50 ile 24,20 m arasında değişmiştir

B sulama alanında ise, sulama projesi 2 alt alan için kısımda projelenmiştir. Alanda, 1. kısımda 16, 2. kısımda 13 olmak üzere toplam 29 alt işletme

birimi bulunmaktadır. Tüm işletme birimlerinde sprej yağmurlama başlıkları kullanılmış ve her bir lateralde başlık sayıları 16 ile 46 adet arasında değişmiştir. Bu durumda lateral debileri 8,64 ile 14,34 m³/h arasında yer almıştır. Alanda, lateral boru çapları ise belirli bir bölüme kadar 63 mm, belirli bir bölümden sonra ise 40 mm dış çaplı, 10 atm basınca dayanıklı HDPE 100 PN 10 ismi ile anılan sert PE borulardan oluşması gerektiği hesaplanmıştır. Ayrıca, her bir işletme biriminde lateral girişinde istenen basınç değerleri 22.00 ile 25.00 m arasında değişmiştir

Toplam 47 adet işletme biriminden oluşturulan C alanında 13 adetinde rotor yağmurlama başlıkları, 34 adetinde ise sprej yağmurlama başlıklar kullanılmıştır. Lateraller üzerindeki rotor yağmurlama başlıklarının sayıları 7 ile 28 arasında, lateral debileri ise 3,70 ile 13,88 m³/h arasında değişirken, sprej başlıkların sayısı 19 ile 49 arasında, lateral debileri ise 5,36 ile 14,16 m³/h arasında değişmiştir. Alanda rotor başlıklarının 35,00 m, sprejlerin ise 21,00 m işletme basıncı ile çalışması planlanmıştır. Yapılan hesaplamalar sonucunda, işletme birimlerinde lateral boru çaplarının belirli bir bölüme kadar 63 mm, belirli bir bölümden sonra ise 40 mm dış çaplı, 10 atm basınca dayanıklı HDPE 100 PN 10 ismi ile anılan sert PE borulardan oluşması gerektiği bulunmuştur. Ayrıca, lateral girişinde istenen basınç değerlerinin ise rotor başlık bulunan laterallerde 37,0 ile 40,0 m arasında değiştiği, sprej başlıkların bulunduğu laterallerde ise 22,0 ile 26,0 m arasında değiştiği hesaplanmıştır.

Çizelge 5. Sulama süresi ve işletim birimlerine ilişkin sonuçlar

Table 5. The results of irrigation duration and operating units

Projeleme kriterleri	Sulama alanları		
	A	B	C
1) Uygulanacak toplam sulama suyu miktarı (d_t), mm	15,80	15,80	15,80
2) Kullanılan yağmurlama başlığının tipi	Sprej	Sprej	Sprej Rotor
3) Yağmurlama başlığının ortalama yağmurlama hızı, (I_y), mm/h	52,5	52,5	52,5 14,5
4) Günlük maksimum sulama süresi, (T_g), h	8	8	8
5) Sulama süresi, (T_a), h	0,30	0,30	0,30 1,09
6) Sistem debisi, (Q), m ³ /h	8,23	14,30	42,00
7) Maksimum işletme birim sayısı, (N_{max}), adet	53	53	53 14
8) Minimum işletme birim sayısı, (N_{min}), adet	8	13	8 3
9) Proje işletme birim sayısı, (N), adet	8	29	34 13

A sulama alanında 9 adet işletme birimi ardışık olarak işletilecek ve böylece ana boru hattında istenen maksimum debi miktarı ise $8,23 \text{ m}^3/\text{h}$ olacaktır. Bu debi ve boru içerisinde akan suyun hızı dikkate alınarak ana boru çapı; 50 mm dış çaplı, 10 atm basınca dayanıklı HDPE 100 PN 10 ismi ile anılan sert PE borulardan oluşturulmuştur. Ana boru hatları eğimsiz olarak projelendiğinden, eğimden kaynaklanan basınç kayıpları dikkate alınmamıştır. A sulama alanında, damla sulama işletme biriminde 1" diğçerlerinde ise $1\frac{1}{2}$ " dış çaplı solenoid vanaların kullanılması planlanmış ve bu vanalardaki basınç kayıpları olarak sırasıyla 3,85 ve 1,87 m olarak alınmıştır. Böylece, sulama alanında ana boru hattı boyunca istenen basınç 37,21 m olarak hesaplanmıştır. Pompa biriminin seçiminde önemli olan manometrik yükseklik değçeri ise 40,00 m olarak elde edilmiştir. Araştırmada tüm alanlarda, gerekli dinamik emme yüksekliğı, su deposu ve hidrofor tabanı aynı seviyede olduğundan dikkate alınmamıştır. Fakat pompa birimi ile basma noktası arasındaki yükseklik farkı 1,75 m olarak alınmıştır. Sonuçta, A sulama alanı için 1 adet $8,23 \text{ m}^3/\text{h}$ debiye ve 40 m manometrik yüksekliğçe sahip olan hidrofor ile şehir şebekesinden gelen suyu toplayacak $12,6 \text{ m}^3$ lik bir depoya gereksinim olduğçu belirlenmiştir.

Toplam 29 adet işletme biriminden oluşan B sulama alanı 2 ayrı alt bölgeye ayrılmış, birinci bölgede 16 adet işletme birimi, ikinci bölgede ise 13 adet işletme birimi bulunmaktadır. Her iki alt bölge ayrı ayrı işletilmiş ve her bölgede işletim birimlerinin ardışık olarak çalışması planlanmıştır. Her iki alt bölgede de istenen maksimum debi miktarı $14,3 \text{ m}^3/\text{h}$ olmuştur. Bu değçerlere göre, B sulama alanında her iki alt bölge için hesaplanan ana boru çapı, 63 mm dış çaplı, 10 atm basınca dayanıklı HDPE 100 PN 10 ismi ile anılan sert PE borulardan oluşturulmuştur. Alanda, 1", $1\frac{1}{2}$ " ve 2" çapındaki solenoid vanaların kullanılması planlanmıştır. Bu değçerlere göre, B sulama alanında ana boru hatlarında istenen basınç; 1. kısım için 35,64 m, 2. kısım için ise 32,40 m olarak elde edilmiştir. Pompa birimi için istenen manometrik yükseklik değçeri; 1. kısım için 40,00 m, 2. kısım için ise 35,00 m olarak elde edilmiştir. Sonuçta, B sulama alanı, 1.kısım için 1 adet $14,30 \text{ m}^3/\text{h}$ debiye ve 40 m manometrik yükseklik 2. kısım için ise 1 adet $14,30 \text{ m}^3/\text{h}$ debiye ve 35 m manometrik yüksekliğçe sahip olan 2 adet hidrofor gereklidir. Şehir şebekesinden gelen suyu toplayacak 1. kısım içi 32 m^3 ve 2. kısım için 25 m^3 lük iki depoya gereksinim olduğçu belirlenmiştir.

C sulama alanı incelendiğçinde ise, toplam 47 adet işletme birimi, aynı anda 3 işletme birimi çalıştırılacak şekilde tasarlanmıştır. Bu nedenle, ana borunun taşıyacağı maksimum debi miktarı $42,0 \text{ m}^3/\text{h}$ olarak hesaplanmıştır. Ana boru çapları ise maliyeti artırmamak için tüm işletme birimlerine aynı çapta iletilmemiştir. Böylece, ana boru çapı olarak 110, 90 ve 63 mm dış çaplı olmak üzere 10 atm basınca dayanıklı HDPE 100 PN 10 ismi ile anılan sert PE borular kullanılmıştır. Ayrıca, alanda, 1", $1\frac{1}{2}$ " ve 2" çapındaki solenoid vanaların kullanılması planlanmış ve ana boru hattında istenen basınç 57.38 m olarak hesaplanmıştır. Pompa birimi için istenen manometrik yükseklik değçeri ise 60.00 m olarak elde edilmiştir. Sonuçta, C sulama alanı için 1 adet $42,00 \text{ m}^3/\text{h}$ debiye ve 60,00 m manometrik yüksekliğçe sahip olan hidrofor ile şehir şebekesinden gelen suyu toplayacak 116 m^3 lük bir depoya gereksinim olduğçu belirlenmiştir.

Her üç sulama alanında da otomatik kontrol tasarlanmıştır. A sulama alanında 9 adet işletme birimi olduğçundan dolayı 9 istasyon kapasiteli mekan içi kablolu kontrol ünitesi kullanılmıştır. B sulama alanında ise 13 ve 16 istasyon kapasiteli mekan içi kablolu kontrol ünitesi tercih edilmiştir. Toplam 47 adet işletme birimi olan C sulama alanında aynı anda çalışacak 3 işletme birimi dikkate alındığından 31 adet işletme birimi 31 istasyon kapasiteli mekan dışı kablolu kontrol ünitesi ile geriye kalan 16 işletme birimi ise 16 istasyon kapasiteli mekan içi kablolu kontrol ünitesi tasarlanmıştır. Solenoid vana ve kontrol ünitesi arasında ise NYY tip $0,8 \text{ mm}^2$ lik elektrik kablosu kullanılmıştır.

Mevcut ve tasarlanan sulama projelerinde kullanılması planlanan malzemelerin 2008 yılı Temmuz ayı piyasa değçerlerine göre hesaplanan ilk yatırım maliyetleri A alanının mevcut projesinde 9827 TL olan ilk yatırım masrafı yeniden tasarlanması sonucunda 9297,30 TL olarak elde edilmiştir. B alanında ise mevcut projede 27104,10 TL olan ilk yatırım masrafı yeniden projelenmesi koşulunda 28551,30 TL' ye yükselmiştir. Sulama alanı bakımından en büyük olan C projesinde ise 93989,84 TL olan ilk yatırım masrafları 65984,10 TL olarak değçişkenlik göstermiştir.

Değçerlerden görüleceğı gibi, yeni tasarlama sonucunda A ve C alanlarında azalan ilk yatırım masrafları, B alanında artmıştır. Bunun nedeni, B alanı mevcut sulama projesinde kılcal boru hatları

gösterilmediğinden, bu maliyetin ilk yatırım maliyet analizine katılmamasıdır.

Ayrıca, rekreasyon alanı sulama projesi maliyetleri açısından (yeniden tasarlama sonunda), birim alan fiyatları, A projesinde 7,5 TL/m², B projesinde 3,5 TL/m² ve C projesinde ise 4.0 TL/m² olarak elde edilmiştir. İlk yatırım masraflarındaki değişim alanın topografik yapısına ve sulanacak alanların şekillerine bağlı olmakla beraber, genel olarak alan büyüdükçe birim alan maliyetlerinin azaldığı söylenebilir.

Sonuç ve Öneriler

Rekreasyon alanı sulama projelerinin tasarım ve uygulama aşamalarında ortaya çıkan sorunlar ve çözüm önerilerini belirlemek amacıyla üç farklı alanda yapılan incelemeler sonucunda aşağıdaki sonuçlar ve çözüm önerileri ortaya çıkmıştır.

Sulama mühendisinin rekreasyon alanı sulama projesini başarılı bir şekilde hazırlayabilmesi için peyzaj projesinin hazır olması gerekmektedir. Aksi takdirde, tüm yeşil alan çim alanı kabul edilerek projelendirme yapılmasına neden olacaktır. Bu nedenle, rekreasyon alanlarında istenilen üniform yeşil alan ve su kaynaklarının optimum kullanımı açısından Peyzaj Mimarı ile Sulama Mühendisinin koordineli olarak çalışması gerekmektedir.

Rekreasyon alanlarında sulama uygulamasının başarısı; iyi bir planlama, projelendirme, uygulama ve işletmeyi içeren mühendislik çalışmaları ile toprak-bitki-atmosfer ve su ilişkilerinin iyi bir şekilde irdelenmesine bağlıdır. Fakat özellikle ülkemizde bu bilgi birikimine sahip olmayan kişi veya kişiler tarafından sulama projelerinin hazırlandığı ve uygulandığı bir gerçektir.

Bitkinin tükettiği su miktarı, uygulanacak sulama suyu miktarı, sulama süresi, sulama zamanı gibi ön projelendirme faktörlerinin doğru olarak elde edilmesi sistemin başarısı için kaçınılmaz özelliklerdir. Fakat ele alınan projelerde bu özelliklere dikkat edilmediği gözlemlenmiştir.

Rekreasyon alanı sulama sistemlerinde uygun yağmurlama başlığının doğru olarak seçimi en önemli aşama olarak görünmektedir. Bu nedenle, üretici firma kataloglarından sulama alanı için uygun yağmurlama başlığı seçilirken, başlığın atış mesafesinin, çalışma açısının ve üzerine takılacak meme numarasının iyi bir şekilde belirlenmesi gerekmekte ve başlığın yağmurlama hızının doğru olarak hesaplanması gerekmektedir. Uygun yağmurlama başlığının seçiminde yerleştirilen

başlığın yağmurlama hızının toprağın infiltrasyon hızından daha düşük olması gerekmektedir. Aksi takdirde, sulama alanı üzerinde yüzey akış ve göllenme gibi sorunlara neden olacak, bu da hem insan trafiğinin fazla olduğu saatlerde olumsuz koşullar yaratacak hem de su kaynaklarının optimum kullanılmasını engelleyecektir. Hem araştırmada ele aldığımız üç örnek projede hem de yapılan diğer uygulamaları dikkate aldığımızda toprağın infiltrasyon hızı değerinin belirlenmesine yönelik ölçümlerin rekreasyon alanı sulama projelerinde kullanılmadığı açıkça görülmektedir.

Özellikle sprey yağmurlama sulama başlıklarında yağmurlama hızlarının çok yüksek olduğu ve çoğu zaman toprağın infiltrasyon hızından düşük olmadığı bilinmektedir. Bu nedenle, aşırı sulama uygulamasından kaçınılması için, sprey başlıkların bulunduğu işletme birimlerinde sulama uygulamalarının hesaplanan sulama sürelerinden daha kısa sürede bitirilmesi ve daha sık aralıklarla sulama yapılması gerekmektedir.

Rekreasyon alanları sulama sistemlerinin projelendirilmesi ortaya büyük bir ilk yatırım masrafları çıkarmaktadır. Uygun yağmurlama başlığının seçimi, işletme birimlerinin oluşturulması, kılcal, lateral ve ana boru ile pompa özelliklerinin doğru olarak seçilmesi hem işletim kolaylığı, hem de yatırım masrafları açısından önemlidir. Özellikle başlık seçiminde, başlık atış mesafeleri ile çalışma açılarının doğru olarak belirlenmesi rekreasyon alanlarında sulama alanı dışındaki alanların ıslatılmaması açısından önemlidir. Araştırmada ele alınan üç proje detaylı olarak incelendiğinde, başlık seçiminde ve başlık yerleştirilmelerinde önemli sorunlar bulunduğu belirlenmiştir.

Bir rekreasyon alanı sulama projesinde farklı işletme basınçlarında çalışan farklı tipte başlıkların bulunması normaldir. Fakat bu farklı başlıkların aynı işletme birimi altında çalıştırılması, üniform yeşil alan ve optimum su kullanma açısından önemli bir projelendirme kriteridir. Ayrıca, çalı ve çiçek gruplarının sulanmasında yağmurlama sulama yöntemi yerine damla sulama yöntemi tercih edilmeli, bu yöntem için gerekli çalışma basıncının daha düşük olduğu ve filtrasyon sisteminin gerekliliği göz ardı edilmemelidir.

Rekreasyon alanı sulama projelerinde önemli diğer bir kriter ise işletme birimlerinin oluşturulmasıdır. Herhangi bir sulama projesinde işletim birimleri, toplam başlık debisi, sistem debisi, sulama süresi ve günlük sulama süresi gibi

faktörler dikkate alınarak hesaplanmaktadır. Bu nedenle, ön projelendirme faktörlerinin doğru olarak hesaplanması gerekmektedir. Ayrıca, oluşturulacak işletme birimlerinde taşınacak debi değerlerinin birbirlerine yakın olmasına özen gösterilmelidir.

Lateral ve ana boru çaplarının seçiminde, gerek sediment gibi materyal birikimini engellemek gerekse, boru hattında oluşabilecek su darbesini azaltmak ve kaviteyi engellemek için boru hattı su akış hızının 0.5–2 m/s arasında olması tercih edilmelidir. Ayrıca, kullanılacak boru çaplarına göre oluşacak yük kayıpları doğru olarak hesaplanmalıdır.

İşletme birimlerinde lateral boru hatlarında kullanılacak boru çaplarının en son başlığa kadar aynı çapta götürülmesi ilk yatırım masraflarının artması açısından önemli bir dezavantajdır. Bu nedenle, gerekli hidrolik hesaplamalar ve kullanılacak ek parçalarındaki maliyet analizi yapıldıktan sonra belirli kesimlerdeki boru çapları değişimleri dikkate alınmalıdır. Araştırmada dikkate alınan projelerde bu özelliğe dikkat edilmediği açıkça görülmüştür.

Rekreasyon alanlarında sulama, hem su kaynakları açısından hem de işçilik maliyetleri açısından

değerlendirildiğinde büyük bir uygulama zorluğu ortaya çıkarmaktadır. Bu nedenle, rekreasyon alanlarının sulanmasında, uygulama zorluğunu en aza indirmek için, merkezi olarak kontrol edilebilen otomatik sistemlerin kullanılması kaçınılmazdır. Fakat otomatik sistemlerde uygun kontrol ünitesinin, kullanılacak solenoid vanaların seçimi ve yerleştirilmesi, vana kutularının yerleştirilmesi gibi kriterlere özen gösterilmesi gerekmektedir. Bunu yanı sıra, sistemin güvenliği açısından solenoid vanaların yanı sıra küresel vanaların da kullanılması gerekmektedir.

Rekreasyon alanları genellikle şehir şebekesinden depolanan su ile çalıştırıldığından, depo kapasitesinin ve kullanılacak hidrofor sisteminin özelliklerinin doğru olarak belirlenmesi hem sistemin düzgün çalışması açısından hem de ilk yatırım ve işletim masrafları açısından önemlidir. Araştırmada dikkate alınan projelerde bu özelliğe dikkat edilmediği açıkça görülmüştür.

Sonuçta, büyük yatırımlar sonucunda ortaya çıkan rekreasyon alanlarından istenilen başarının elde edilmesi ve su kaynaklarından optimum yararlanılması için rekreasyon alanı sulama projelerinin yukarıda belirtilen kriterlere göre hazırlanması gerekmektedir.

Kaynaklar

- Altunkasa, F., 2002. Peyzaj Mühendisliği. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Kitapları Yayın No: A-36, 367s, Adana.
- Anonim 2008, Rain Bird Peyzaj Sulama Ürünleri 2008/2009 (www.rainbird.eu).
- Ayyıldız, M., 1990. Sulama Suyu Kalitesi ve Tuzluluk Problemleri. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No: 1196, 396s, Ankara.
- Barrett, J., B. Vinchesi, R. Dobson, P. Roche and D. Zoldoske. 2003, Golf Course Irrigation, Environmental Design and Management Practices, John Wiley & Sons, Inc, 440p, New Jersey.
- Benami A. and M.H. Diskin. 1965, Design of Sprinkling Irrigation. Israel Institute of Technology, Lowdermilk Faculty of Agricultural Engineering Publications, 143p, Israel.
- Blake, GR. 1965, Bulk Density Method of Soil Analysis. Am. Soc. Argon No:6, Wisconsin, USA.
- Doorenbos. J. and W.O. Pruitt, 1977. Guidelines for Predicting Crop Water Requirements. FAO Irrigation and Drainage Paper No: 24, 114p, Rome.
- Güngör, Y. ve O. Yıldırım, 1989. Tarla Sulama Sistemleri. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No: 1155, 396s, Ankara.
- Melby, P. 1995, Simplified Irrigation Design. Second Edition. John Wiley & Sons, Inc, 189p, New York.
- Orta, A.H., 2009. Rekreasyon Alanlarında Sulama, 150s.
- Seçkin, Ö.B., 2003. Peyzaj Uygulama Tekniği. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayın No: 453, 528s, İstanbul.
- Smith, W.S., 1997. Landscape Irrigation Design and Management. John Wiley & Sons, Inc, 229p, New York.
- Şahinler, Ç., 1997. Peyzaj Sulaması Tasarımı ve Bursa Büyükşehir Belediyesi Soğanlı Kent Parkı Uygulaması. Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa.
- Yıldırım, O., 1994. Çim alanlarının sulanması. Çağdaş Yaşamda Çim Alanlar Sempozyumu II. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Eğitim, Araştırma ve Geliştirme Vakfı Yayınları No:2, 16–46, Ankara.
- Yıldırım, O., 2005. Sulama Sistemlerinin Tasarımı. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No: 1542, 348s, Ankara.