



**ERZURUM İLİNDEKİ REKREASYON ALANLARININ  
SULAMA SUYU GEREKSİNİMİNİN BELİRLENMESİ VE  
SULAMA ETKİNLİĞİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ**

**Sema Nur ÖZKURT KAYA**  
**Yüksek Lisans Tezi**  
**Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı**  
**Prof. Dr. Üstün ŞAHİN**  
**2020**  
**Her hakkı saklıdır**

**ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**ERZURUM İLİNDEKİ REKREASYON ALANLARININ SULAMA  
SUYU GEREKSİNİMİNİN BELİRLENMESİ VE SULAMA  
ETKİNLİĞİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ**

**Sema Nur ÖZKURT KAYA**

**TARIMSAL YAPILAR VE SULAMA ANABİLİM DALI**

**ERZURUM  
2020**

**Her hakkı saklıdır**



T.C.  
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ  
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü



TEZ ONAY FORMU

ERZURUM İLİNDEKİ REKREASYON ALANLARININ SULAMA SUYU GEREKSİNİMİNİN  
BELİRLENMESİ VE SULAMA ETKİNLİĞİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Prof. Dr. Üstün ŞAHİN danışmanlığında, Sema Nur ÖZKURT KAYA tarafından hazırlanan bu çalışma, 06/02/2020 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı Tarımsal Yapılar ve Sulama Bilim Dalı'nda Yüksek Lisans tezi olarak **oybirliği / oy çokluğu (..../....)** ile kabul edilmiştir.

Başkan: Prof. Dr. Üstün ŞAHİN

İmza :

Üye : Prof. Dr. Fatih Mehmet KIZILOĞLU

İmza :

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Azize DOĞAN DEMİR

İmza :

Yukarıdaki sonuç;

Enstitü Yönetim Kurulu'nun **07.02/2020** tarih ve **..06..../..62....** nolu kararı ile onaylanmıştır.

**Prof. Dr. Mehmet KARAKAN**  
Enstitü Müdürü

**Not:** Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaklardan yapılan bildiriş, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak olarak kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

## ÖZET

Y. Lisans Tezi

# ERZURUM İLİNDEKİ REKREASYON ALANLARININ SULAMA SUYU GEREKSİNİMİNİN BELİRLENMESİ VE SULAMA ETKİNLİĞİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Sema Nur ÖZKURT KAYA

Atatürk Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Üstün ŞAHİN

Rekreasyon alanları kaliteli suların sulamada yaygın bir şekilde kullanıldığı alanlardır. Temiz su kaynaklarının etkili kullanımını sağlamak amacıyla, bu çalışmada, Erzurum'daki büyük ölçekli rekreasyon alanların sulama suyu ihtiyacı belirlenerek mevcut uygulamaların durumu ve geliştirilme olanakları araştırılmıştır.

Çalışma alanı olarak Erzurum merkezinde ve merkez ilçelerinde yer alan büyüklükleri 10 da üzerindeki 10 farklı rekreasyon alanı (Olimpiyat Parkı, 15 Temmuz Milli İrade Mesire Alanı, Recep Tayyip Erdoğan Parkı, Abdurrahman Gazi Türbesi Mesire Alanı, Mehmet Akif Ersoy Parkı, Aziziye Parkı, 100. Yıl Parkı, Mevlâna Vadisi, Haydar Aliyev Parkı, Hilalkent Parkı) seçilmiştir. Bu alanlardan alınan toprak numuneleri üzerinde yapılan analizlere göre; çim katmanının hemen altındaki toprağın kum içeriği %58.3 - %74.5, silt içeriği %17.2 - %29.7 ve kil içeriği %5.0-%13.7 arasında değişmiştir. Çift silindirli infiltrometre (Turf-Tec) ölçümlerine göre de kararlı infiltrasyon hızı değerleri 0.5 mm/h ve 21.1 mm/h arasında değişmiştir.

FAO sınıflandırma dikkate alındığında sulamada kullanılan Erzurum şehir şebeke suyu ve kuyu sularının (Olimpiyat Parkı ve 15 Temmuz Milli İrade Mesire Alanı) pH, elektriksel iletkenlik, Na ve Cl toksisitesi ve sodyum adsorbsiyon oranı açısından sorunsuz olduğu tespit edilmiştir. NO<sub>3</sub> kirliliği açısından 15 Temmuz Milli İrade Mesire Alanı kuyu suyunun, HCO<sub>3</sub> açısından da şebeke suyu ile yine 15 Temmuz Milli İrade Mesire Alanı kuyu suyunun etkilerinin takip edilmesinin gerekli olduğu ortaya çıkmıştır.

Tarım ve Orman Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü Bitki Su Tüketim Rehberi değerleri ile Erzurum ilinin yağış değerleri dikkate alınarak toplam 473.2 da yeşil alan için hesaplanan mevsimlik net sulama suyu gereksinimi (m<sup>3</sup>) hali hazırda uygulanan miktara göre %19.4 daha az tespit edilmiştir. En fazla sulama gereksinimi olan temmuz ayı için de mevcut uygulamaya göre %14.9 daha fazla suya ihtiyaç olduğu belirlenmiştir.

2020, 52 Sayfa

**Anahtar Kelimeler:** Rekreasyon alanı, çim bitki su tüketimi, infiltrasyon, sulama suyu gereksinimi

## ABSTRACT

MS Thesis

### DETERMINATION OF IRRIGATION WATER REQUIREMENTS OF RECREATION AREAS IN ERZURUM AND EVALUATION OF IRRIGATION EFFICIENCY

Sema Nur ÖZKURT KAYA

Atatürk University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Agricultural Structures and Irrigation

Supervisor: Prof. Dr. Üstün ŞAHİN

Recreation areas usually require qualified waters in irrigation. With the intention of ensuring the efficient use of fresh water resources, in this study, the irrigation water needs of large-scale recreation areas in Erzurum were determined and the current state of practices and development opportunities were investigated.

As a study area, 10 different recreation areas, (Olympic Park, 15 July National Willpower Recreation Area, Recep Tayyip Erdoğan Park, Abdurrahman Ghazi Mausoleum Recreation Area, Mehmet Akif Ersoy Park, Aziziye Park, 100. Yıl Park, Mevlâna Valley, Haydar Aliyev Park, Hilalkent Park) the sizes of which are over 10 decares, were chosen in the center of Erzurum and its central districts. According to the analyzes made on soil samples taken from these areas; The sand content of the soil just below the grass layer has ranged from 58.3% to 74.5%, silt content has ranged from 17.2% to 29.7% and clay content has ranged from 5.0% to 13.7%. According to the double ring infiltrometer (Turf-Tec) measurements, stable infiltration rate values have ranged from 0.5 mm/h to 21.1 mm/h.

When the FAO classification is taken into account, the city fresh water and well water (Olympic Park, 15 July National Willpower Recreation Area) used in irrigation were found to be free of problems in terms of pH, electrical conductivity, Na and Cl toxicity and sodium adsorption rate. In terms of NO<sub>3</sub> pollution, it was found that it is necessary to supervise the effects of the well water of the July 15 National Will Recreation Area and the water of the 15 July National Will Recreation Area additional to the fresh water for HCO<sub>3</sub>. By taking into consideration the values of Plant Water Consumption Guide of the Ministry of Agriculture and Forestry and the precipitation amounts of Erzurum, the seasonal net irrigation water requirement (m<sup>3</sup>) calculated for the recreation area being 473.2 decares in total was determined 19.4% less than the already existing amount. For the month of July, which requires the highest irrigation, it was determined that 14.9% high water is needed compared to the current practice.

**2020, 52 pages**

**Keywords:** Recreation area, grass plant water consumption, infiltration, irrigation water requirement

## TEŞEKKÜR

Bu tezin hazırlanmasında teşvik ve önerilerini esirgemeyen, çalışmamın her aşamasında yönlendirici olan, karşılaştığım zorlukları bilgi ve tecrübesi ile aşmamı sağlayan, değerli hocam Sayın Prof. Dr. Üstün ŞAHİN'e sonsuz teşekkür ve saygılarımı sunarım.

Laboratuvar analizlerinde yardımcı olan Sayın Prof. Dr. Mustafa Yıldırım CANBOLAT'a, Arş. Gör. Elif YAĞANOĞLU, Dr. Banu TULUK'a ve Teknisyen Cihan VURAL' a teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca tezimin her aşamasında maddi ve manevi her türlü desteği sağlayan başta eşim Yasin KAYA' ya ve diğer tüm aile bireylerine de sonsuz sevgi ve saygılarımı sunarım.

Çalışmalarımda her zaman yanımda olan sınıf arkadaşım Abdoul Nasser ABOUBACAR DAN BADAOU'ya da teşekkürlerimi sunarım.

Sema Nur ÖZKURT KAYA

Şubat 2020

## İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ .....	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ .....	vii
<b>1. GİRİŞ.....</b>	<b>1</b>
<b>2. KAYNAK ÖZETLERİ .....</b>	<b>2</b>
2.1. Toprak, Bitki ve Su İlişkileri.....	2
2.2. Rekreasyon Alanlarının Sulanması .....	6
2.3. Sulama Suyu Kalitesi .....	8
<b>3. MATERYAL ve YÖNTEM.....</b>	<b>10</b>
3.1. Çalışma Alanı.....	10
3.2. Bölgenin İklimi.....	11
3.3. Analiz, Ölçüm ve Hesaplamalar.....	12
3.3.1. Tane Büyüklük Dağılım Analizi .....	12
3.3.2. Sulama Suyu Kalite Analizleri .....	14
3.3.3. İnfiltrasyon Ölçümleri .....	14
3.3.4. Etkili Yağışın Belirlenmesi .....	15
3.3.5. Net Sulama Suyu Gereksiniminin Belirlenmesi.....	16
3.3.6. Mevcut Sulama Miktarının Belirlenmesi .....	17
<b>4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA.....</b>	<b>18</b>
4.1. Tane Büyüklük Dağılımları.....	18
4.2. Sulama Suyu Kalite Özellikleri.....	20
4.3. Toprakların İnfiltrasyon Değerleri .....	21
4.4. Net Sulama Suyu Gereksinimleri .....	33
<b>5. SONUÇ ve ÖNERİLER.....</b>	<b>38</b>
KAYNAKLAR .....	40
EKLER.....	43
EK 1 Olimpiyat Parkı AutoCad Çizimi .....	43

EK 2 15 Temmuz Parkının AutoCad Çizimi .....	44
EK 3 Recep Tayyip Erdoğan Parkı AutoCad Çizimi.....	45
EK 4 Abdurrahman Gazi Türbesi Mesire Alanı AutoCad Çizimi .....	46
EK 5 Mehmet Akif Ersoy Parkı AutoCad Çizimi.....	47
EK 6 Aziziye Parkı AutoCad Çizimi .....	48
EK 7 100. Yıl Parkı AutoCad Çizimi.....	49
EK 8 Mevlâna Vadisi AutoCad Çizimi.....	50
EK 9 Haydar Aliyev Parkı AutoCad Çizimi.....	51
EK 10 Hilalkent Parkı AutoCad Çizimi.....	52

ÖZGEÇMİŞ .....	53
----------------	----



## SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

ET : Bitki su tüketimi

$k_c$  : Bitki katsayısı

TAGEM : Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü

$ET_o$  : Referans bitki su tüketimi

EC : Elektriksel iletkenlik

$I_{net}$  : Net sulama suyu gereksinimi

$P_{eff}$  : Etkili yağış

$P_{tot}$  : Aylık toplam yağış

## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1. Laboratuvarıda Toprakların Kurutulması .....	12
Şekil 3.2. Toprakların Elenmesi .....	13
Şekil 3.3. Tane Büyüklük Dağılım Analizi .....	13
Şekil 3.4. İnfiltrasyon Ölçümü .....	15
Şekil 3.5. Aylık Etkili Yağış Değerleri .....	16
Şekil 4.1. Rekreasyon Alanları Topraklarının Tane Büyüklük Dağılımları .....	19
Şekil 4.2. Olimpiyat Parkı İnfiltrasyon Değerleri .....	22
Şekil 4.3. 15 Temmuz Milli İrade Mesire Alanı İnfiltrasyon Değerleri .....	23
Şekil 4.4. Recep Tayyip Erdoğan Parkı İnfiltrasyon Değerleri .....	24
Şekil 4.5. Abdurrahman Gazi Türbesi Mesire Alanı İnfiltrasyon Değerleri .....	25
Şekil 4.6. Mehmet Akif Ersoy Parkı İnfiltrasyon Değerleri .....	26
Şekil 4.7. Aziziye Parkı İnfiltrasyon Değerleri .....	27
Şekil 4.8. 100. Yıl Parkı İnfiltrasyon Değerleri .....	28
Şekil 4.9. Mevlâna Vadisi İnfiltrasyon Değerleri .....	29
Şekil 4.10. Haydar Aliyev Parkı İnfiltrasyon Değerleri .....	30
Şekil 4.11. Hilalkent Parkı İnfiltrasyon Değerleri .....	31
Şekil 4.12. Kararlı ve Ortalama İnfiltrasyon Hızı Değerleri .....	32
Şekil 4.13. Aylık Net Sulama Gereksinimleri .....	34
Şekil 4.14. Rekreasyon Alanlarında Uygulanan Mevsimlik Sulama Suyu Miktarları ..	37

## ÇİZELGELER DİZİNİ

<b>Çizelge 2.1.</b> Bitki Su Tüketimini Etkileyen Faktörler .....	4
<b>Çizelge 3.1.</b> Çalışma Kapsamındaki Rekreasyon Sahalarının Yeşil Alan Miktarları ve Konumları (Enlem, Boylam, Yükselti) .....	10
<b>Çizelge 3.2.</b> Araştırma Bölgesi Bazı İklim Verileri.....	11
<b>Çizelge 4.1.</b> Su Kalite Analiz Sonuçları .....	20
<b>Çizelge 4.2.</b> Erzurum İli $ET_o$ Değerleri (Anonim, 2017).....	33
<b>Çizelge 4.3.</b> Rekreasyon Alanlarında Gereksinilen Aylık ve Mevsimlik Net Su Hacimleri ( $m^3$ ) .....	36

## 1. GİRİŞ

İnsanların doğayla iç içe yaşama arzusundan kaynaklı olarak şehirlerde yeşil alanlara ihtiyaç duyması beklenen bir durumdur. Yeşil alanların bir kentte çok sayıda bulunması aynı zamanda estetik ve sağlıklı bir ortamın oluşmasına da katkı sağlamaktadır. Bu bölgelerin hava kirliliğine neden olan bazı gazların etkisini azalttığı da bilinmektedir. Türkiye’de her geçen gün peyzaj alanlarının artması bu faydalar ve talepler doğrultusunda değerlendirilmekte hem doğaya hem de insanlara sağlamış olduğu katkıları önemsenmektedir. Peyzaj amaçlı alansal gelişmelere paralel olarak yeşil alanların canlılığının korunması için suya talepte giderek artmaktadır. İçinde bulunduğumuz coğrafya ve konum itibari ile küresel ısınmanın sıcaklık artışı ve yağış miktarı üzerine olumsuz etkisi yanında, yağış rejimlerinde zaman içerisinde farklılık gösterdiği bir gerçektir.

Önemli bir maliyeti olan ve miktarı sınırlı içme suyu kaynaklarının, peyzaj alanlarında sulamada yaygın kullanılması ve uygulamaların plansızlığı kaliteli temiz su kaynaklarının geleceği açısından ciddi sorunların yaşanmasına neden olabilir. Bu nedenle yeşil alanlarda su yönetimi kapsamında, uygulanacak suyun miktar ve kalitesinin sürdürülebilir takibi gerekmektedir. Yeşil alanların sosyal ortamlar olması nedeniyle gelecekteki artış baskısı düşünülerek plan ve programlamaların bu doğrultuda yapılması önemli olacaktır.

Sulama, bitkilerin normal gelişimlerini sürdürebilmek için gereksinim duydukları ancak doğal yollarla karşılanamayan suyun zamanında, gereksinilen miktarda ve belirlenen bir plan doğrultusunda sistemli bir biçimde bitki kök bölgesini kapsayan toprağa verilmesi olarak ifade edilebilmektedir (Güngör ve ark., 2002; Kanber, 2010).

Temiz su kaynaklarının yetersiz olması, yağış miktarının zaman içerisinde azalması yeşil alanların sulanmasında kullanılan suyun tasarruflu bir şekilde uygulanmasını zorunlu kılmaktadır. Dolayısıyla burada asıl bilinmesi gereken durum suyun yetersizliğinden ziyade çoğunlukla çimle kaplı yeşil alanların sulanmasında ihtiyaç duyulan suyun gerçek miktarının belirlenmesi ve sulamanın tanımı içerisinde yer alan amaçlara ulaşma yollarının araştırılmasıdır.

## 2. KAYNAK ÖZETLERİ

Homojen bir görüntüye sahip çim bitkileri spor faaliyetleri kapsamında kullanılan alanlar ile peyzaj alanlarında en çok tercih edilen bitki türü olarak bilinmektedir (Işık, 2011). Çim bitkisinin sağlıklı büyümesinde sürekli olarak toprağın nemli olmasına ihtiyaç vardır. Bu nedenle çim yetiştiriciliğinde kurak ya da yarı kurak bölgelerde sulama suyuna ihtiyaçta süreklilik göstermektedir. Ayrıca çim bitkisinin sulama suyuna olan ihtiyacı iklim parametreleri yanında çim türlerine göre de değişmektedir (Demirel, 2012).

Çim ekili toprakta nem miktarı ve besin elementlerinin değişimleri; klorofil miktarı, yaprak su oranı, yeşil ot verimi ve kök gelişimini doğrudan etkilemektedir. Bunlara ek olarak çim bitkisi kök derinliği kullanılabilir su miktarını etkilediğinden çim bitkisinin kök uzunluğunun ve derinliğinin artması aynı zamanda sık sulamaya ihtiyacı da azaltmaktadır (Karcher vd., 2008).

Sulama yöntemlerinin temelini oluşturmakta olan toprak, bitki ve atmosfer döngüsü kapsamında çok önemli bir konuma sahip olan bitki su tüketimi ve sulama suyu gereksinimi gerek tarım gerekse peyzaj amaçlı projelerin planlanmasında ve işletilmesinde vazgeçilmez bir parametre olarak görülmektedir. Bu nedenle öncelikle çim bitkisinin su tüketiminin belirlenmesi doğru bir sulama planlamasının ilk şartlarından biridir.

### 2.1. Toprak, Bitki ve Su İlişkileri

Canlılarda metabolik olaylar genellikle akışkan ortamlar aracılığı ile gerçekleştirilmektedir. Akışkan ortam unsuru olarak bitkilerin canlılıklarını korumalarını sağlayan en önemli faktör sudur (Kara, 2005).

Bitkiler varlıklarını idame ettirebilmeleri için özellikle suya ve besine ihtiyaç duymaktadır. Bitkinin gelişimi, kök bölgesinde bulunan suda erimiş besinlerin bitkinin bünyesine kökler aracılığıyla taşınması ile gerçekleşmektedir. Bu nedenle sulama mevsiminde bitki kök ortamında yeteri kadar nemin bulunması bitkilerin gelişimi açısından oldukça önemlidir (Demirel, 2005).

Sulama kapsamında toprak su ve bitki ilişkisi incelendiğinde; birçok özel kavram üzerinde durulması gerekmektedir. Bunlar; su tüketimiyle toprak nemi arasındaki ilişki,

kök gelişimi, suyun toprakta bulunan kökler tarafından alınması, bitkinin gelişimi için gerekli minimum nem düzeyi, bitkilerde suyun işlevleri, bitkinin su kullanımını etkileyen faktörler, topraktaki suyun hareketi ve toprak nem-tansiyon ilişkileri olarak sıralanabilmektedir (Kanber, 2010).

Doğada kendi başına yetişmekte olan çoğu bitki ihtiyacı olan suyu yağın yağmur neticesinde ortaya çıkan yağmur sularından doğal yolla sağlamaktadır. Ancak yağışların bitkilerin suya ihtiyaçları oldukları zaman dilimine denk gelmemesi kuraklık sorunlarının yaşanmasına neden olabilmektedir. Kuraklığın ilk evrelerin bitkiler kök bölgesinde depolanan suyu tüketerek hayatını sürdürse de zamanla azalan su miktarı bitkinin canlılığını ve üretkenliğini sürdürmesine engel oluşturmaktadır. Bu durumda sulama sistemleri bitkinin büyüüp gelişmesi için ihtiyacı olan suyun temin edilmesinde etkin bir rol üstlenmektedir (Demirel, 2005).

Bitkiler topraktan yeteri kadar su almadıkları durumda öncelikle toprak üstü aksamlarındaki gelişimlerini durdurmakta, burada su ile karbonhidrat kullanımını en az seviyede tutarak kök sistemlerini geliştirmeye yönelmektedirler. Kök sistemi gelişse de toprakta su belirli bir düzeyin altına düştüğü durumda bitki faaliyetlerini tamamen durdurabilmektedir. Normal koşullarda bitki köklerinin iyi bir şekilde gelişebilmesi için toprakta yeteri düzeyde havanın da bulunması önemlidir. Toprakta suyun fazla olduğu durumlarda porların önemli bir kısmı su ile dolu olacağından hava miktarı azalacaktır. Dolayısıyla sürekli suyun fazla olduğu koşullarda kök gelişimi olumsuz yönde etkilenmiş olacaktır.

Sulama uygulamalarında, toprak derinliğine ve bitki etkili kök derinliğine dikkat edilmesi gerekmektedir. Etkili bitki kök derinliği normal şartlarda suyun %80'i alındığı kök derinliğini ifade etmektedir (Kanber, 2010).

Bitkilerin toprakta bulunan sudan faydalanabilme oranları açısından önemli olan bir diğer hususta bitkinin yetiştiği toprağın tekstürüdür. Örneğin yoğun killi topraklarda bulunan suyun miktarı %30' larda olsa bile bitkiler bu sudan faydalanamayabilir. Tersine su miktarı %12 olan kum bünyeli topraklarda bitkiler su ihtiyaçlarını karşılayabilir. Bu örneklerden de görüleceği üzere toprakta bulunan su miktarı kadar toprağın tekstürünün de önemli olduğudur (Küçüksayan, 2010). Bitkinin ihtiyacı olan suyu alamaması toprağın tutmuş olduğu suyun enerjisi ilişkilendirilmektedir. Burada bahsi geçen enerji suyun serbest enerjisi ile ifade edilmektedir (Erdoğan, 2002).

Toprak ve su bağlamında bitki gelişimi incelendiğinde, sıcaklığın ve diğer bitkisel üretim girdilerinin uygun olduğu yörelerde bitki gelişimini etkileyen en önemli faktörün su olduğu görülmektedir. Su bitkilerin tazeliğini korumasını sağlayan ve yapısını oluşturan en temel elementlerden birisidir. Bitkilerin genel ağırlıklarının ortalama %60'ını hatta yapraklı bitkilerde %90'dan fazlasını su oluşturmaktadır. Bitki hücrelerinde yeteri kadar su olmaması hücrelerin aktivasyonunu yavaşlatmaktadır. Böylesi bir durumda bitki hücreleri gelişemediği gibi ve bitkinin genel fizyolojik faaliyetleri de sonlanmaktadır. (Haroğlu, 2002).

Bitkinin su tüketimini etkileyen ve belirleyen faktörler 3 genel başlıkta incelenmektedir. Bunlar Çizelge 2.1'de detaylandırılarak gösterilmiştir (Kanber, 2010).

**Çizelge 2.1.** Bitki su tüketimini etkileyen faktörler

İklim	Toprak	Bitki
Radyasyon	Toprak nemi	Bitki cinsi
Sıcaklık	İşlenme durumu	Vejetasyon dönemi ve uzunluğu
Hava nemi	Verimlilik	Bitki hastalıkları
Rüzgâr	Bitki ile kaplılık oranı	
Gündüz saatleri		
Güneşlenme süresi		

Bitki su tüketimi, bitkilerin sulama zamanının belirlenmesinde, su iletim, dağıtım ve depolama yapılarının projelendirilmesinde, drenaj sistemlerinin planlamasında, suyun yönetiminde ve hidrojeolojik araştırmalar bağlamında önemli bir unsurdur (Özer, 1993; Kaya, 2010; Kanber, 2010).

Bitki su tüketimi en genel ifade ile evapotranspirasyon veya kısaca ET olarak ifade edilmektedir. Evapotranspirasyon suyun yeterli olduğu koşullarda topraktan ve bitkiden olan buharlaşma ve terleme ile atmosfere geçen su buharı olarak ifade edilmektedir (Ahmed and Liu, 2013). Dolayısıyla toprak ve bitkide sıvı halde bulunan su buharlaşmayla (evaporasyon + transpirasyon) birlikte bitki ve toprak ortamından atmosfere taşınmaktadır.

Bu durum göstermektedir ki bitki su tüketiminin gerçekleşebilmesi için bir enerjiye ihtiyaç vardır. Doğada da bu enerjinin en temel kaynağı güneştir. Suyun ortam

değiştirmesine katkı sunan diğer bir önemli unsur da ortamlar arasında meydana gelen buhar basıncı farkıdır. Dolayısıyla buharlaşmanın oluşmasında solar radyasyon, havanın sıcaklığı, havadaki nem miktarı ve rüzgâr hızı en etkili iklim faktörleri olmaktadır (Anonim, 2017).

Bitkilerin buldukları ortamda transpirasyon ve evaporasyon süreçleri eş zamanlı olarak birlikte gerçekleştiğinden, bitki su tüketimi ve hesaplamalarında da birlikte değerlendirilmektedir. Bitkilerin ilk gelişme aşamasında evaporasyon ile kaybedilen su miktarı transpirasyondan fazlayken, bitkinin toprak yüzeyini kapladığı dönemde ise durum tam tersine dönerek transpirasyon ile kaybedilen su evaporasyondan daha fazla olmaktadır. Evaporasyon ile toprak yüzeyine yakın su atmosfere taşınırken, transpirasyon ile söz konusu bitkinin kök derinliğine kadar bir derinlikteki su atmosfere taşınmaktadır (Uçar ve ark., 2005). Bitki su tüketiminin belirlenmesinde en pratik yol iklim verilerine dayalı eşitlikleri kullanmaktır. Bitki su tüketimiyle ilgili olarak çok sayıda eşitlik bulunmaktadır. Bu eşitliklerden ülkemiz koşullarında en çok kullanılan ve sağlıklı sonuçlar veren FAO-Penman Monteith eşitliğidir (Anonim, 2017). Bu eşitlikle öncelikle referans bitki su tüketimi belirlenmekte daha sonra bu değer bitki katsayılarıyla düzeltilerek bitki su tüketimi tahmin edilmektedir.

Sulama planlamalarında dikkate alınması gereken önemli unsurlardan biriside sulama alanının infiltrasyon karakteristiklerinin belirlenmesidir. İnfiltrasyon kavramı genel bir ifade ile toprağa su girişi olarak ifade edilmektedir. Suyun toprak üzerine geldikten sonra hızı zamana bağlı olarak değişerek düşey doğrultuda toprak içerisine girmektedir. İnfiltrasyon hızının zamana göre integrali toplam infiltrasyonu vermektedir. Başka bir deyişle toplam infiltrasyon belirli bir zamanda toprağa giren toplam su hacmini ifade etmektedir (Ekinci, 2015). İnfiltrasyon, yer çekimi ve kapillar kuvvetlerin birlikte etkisiyle ortaya çıkmaktadır. Bu nedenle toprağın içerisine giren su toprak içinde farklı şekillerde yön bulabilsede, genellikle hareket başlangıçta düşey doğrultuda gerçekleşir (İstanbuluoğlu, 2015). Özellikle suyun toprakta hızının artmasıyla toprağa girerek aşağı yönde hareket eden su, üst kısımda bulunan tuz, kil, humus gibi materyallerin aşağı doğru taşınımı da artırmaktadır (Ergün, 2019).

İnfiltrasyonu etkileyen çok sayıda faktör olmasına rağmen en önemli olanları aşağıda sıralanmıştır (Kara, 2005).



- Toprak tesktürü ve strüktürel durumu
- Toprakta bulunan tuzların cinsi ve miktarı
- Toprağın işlenme durumu
- Toprağın nem içeriği
- Toprak yüzeyindeki suyun yüksekliği

Yağmur sularından infiltrasyon ile toprağa nüfuz eden suyun miktarı, yağış miktarına, şiddetine ve yağış şiddetinin toprağın infiltrasyon kapasitesini aşıp aşmadığına bağlı olarak gerçekleşmektedir (Okman, 1994).

İnfiltrasyon hızı; sulama süresi hesabında, sulama yöntemleri seçimi ve seçilen yöntemin projelendirilmesinde oldukça önemlidir. Yağmurlama sulama sistemlerinde başlıkların debisi ve tertip aralıkları, damla sulama sistemlerinde damlatıcı debi ve aralıkları infiltrasyon hızı değerleri dikkate alınarak belirlenmektedir. Bunlara ek olarak tüm sulama sistemlerinde sulama sürelerinin tespit edilmesinde önemlidir (Doğangönül ve Doğangönül, 2008; Yıldırım, 2008; Kaya, 2010).

## 2.2. Rekreyasyon Alanlarının Sulanması

Dünyada artan nüfus ve küreselleşme temiz su kaynaklarına olan talebin ve rekabetin artmasına neden olmuştur. Bu durum temiz su kaynaklarının önemini ve korunması gerekliliğini her geçen gün artırmaktadır. Türkiye'deki temiz su kaynaklarının kullanımı incelendiğinde yaklaşık  $\frac{3}{4}$ 'lük önemli bir kısmın tarımsal alanların sulanmasında kullanıldığı görülmektedir (Anonim, 2018). Rekreyasyon alanlarında artışa bağlı olarak temiz suların peyzaj amaçlı kullanımı da giderek artmaktadır. Birçok bölgede bu alanların sulanmasında içme suları kullanılmaktadır. Bu tür alanlarda baskın bitki çimdir. Çim yüzeylerin çoğunlukla geniş ve açık alanlarda bulunması nedeniyle güneş ışığını direkt olarak alması ve rüzgârdan doğrudan etkilenmesinden kaynaklı olarak buharlaşma da fazla olmaktadır. Bu nedenle de sık sık sulanmaları gerekmektedir. Sulamada uygun yöntemin tercih edilmesi ve suyun etkili kullanımı, temiz su kaynaklarının korunması açısından önemlidir.

Peyzaj alanlarının oluşturulmasında genellikle iki farklı materyal (canlı ve cansız) kullanılmaktadır ve bunlara uygun planlamalar yapılmaktadır. Cansız materyaller;

alanlarda bulunan döşemeler, çitler, havuzlar, metal unsurlar, yollar veya su kanalları gibi farklı materyallerdir. Canlı materyallerse; muhtelif ağaçlar, çalılar, süs bitkileri, çimler, çiçekler gibi bitkisel materyallerdir (Doğangönül ve Doğangönül, 2008).

Rekreasyon alanlarında canlı materyal olarak kullanılan çim peyzaj alanlarının sağlıklı ve temiz bir ortam oluşturması bağlamında kentsel yaşam içerisinde oldukça önemli bir yere sahiptir. Çimle kaplamanın sağladığı estetiksel görüntüler, çim bitkisinin uygun gelişimi ve bunu sağlayacak bakımı ile yakından ilişkili bir durumdur. Bu nedenle çimlerin yetiştirilmesinde ve sağlıklı bir şekilde geliştirilmesinde önemli faktörlerden biri olan sulamaya dikkat edilmesi gerekmektedir (Aydınşakir ve ark., 2014).

Sulamada en önemli iki unsurdan birisi etkili bir yöntem kullanmak ikincisi sulamayı programlı yapmaktır.

Günümüzde park ve bahçelerin yaygınlaşması, aynı zamanda su tüketiminden dolayı temiz su kaynakları üzerinde baskının da artmasına neden olmaktadır. Böylesi bir durumda suyun etkili kullanımı açısından doğru sulama yöntemlerinin tercih edilmesi gerekmektedir. Bu yöntemlerden uygun olanı da basınçlı sulama yöntemleridir (Çetin ve ark., 2010). Basınçlı sulama yöntemlerinin tercih edilmesi sulama etkinliğinin artırılması, otomasyona uygunluk ve görsellik açısından önemlidir (Doğangönül ve Doğangönül, 2008).

Basınçlı sulama yöntemlerinde sulama suyu kapalı borular içerisinde bitkiye ulaştırılmaktadır. Basınçlı sulama yöntemleri sistem basıncına ve suyun dağıtım şekline göre iki farklı şekilde uygulamada kullanılmaktadır. Bunlar yağmurlama ve damla sulama yöntemleridir (Kaya, 2010). Basınçlı sulama sistemlerinin, ilk kurulum maliyeti yüksek olmasına rağmen sudan, enerjiden ve işçilikten tasarruflar sağlamaktadır.

Ülkemizde su kaynaklarının büyük bir bölümü sulama faaliyetleri için kullanılmaktadır. (Çetin ve ark., 2008). Özellikle su kaynaklarının yetersiz olduğu bölgelerde, basınçlı sulama yöntemlerinin tercih edilmesi su kaynaklarının korunmasına yardımcı olmakla birlikte sulamanın modern ve teknolojik bir şekilde gerçekleşmesine de katkı sağlamaktadır. Öncelikle su kaynaklarının yetersizliği basınçlı sulama sistemlerinin kullanımının artmasında ve gelişmesinde etkili olmaktadır (Kıbaroğlu ve İlker, 2003).

Basınçlı sulama yöntemlerinin yüzey sulama yöntemlerine göre birçok avantajı bulunmaktadır. Bu avantajlardan en önemlisi suyun etkili kullanılmasıdır. Yüzey sulamada uygulama randımanı %40-60 arasında değişirken, basınçlı sulama

yöntemlerinde bu oran %90'lara ulaşmaktadır. Bu nedenle suyun yetersiz olduğu koşullarda basınçlı sulama sistemlerinin kullanılması sulama ekonomisi açısından önemli olacaktır (Avcı ve Cengil, 2010).

Yağmurlama sulamada sulama suyu yağmurlama başlıklarından belirli bir basınç ile bitkinin ve toprağın yüzeyine püskürtülmektedir. Bu yöntemde suyun yüzeyde göllenmemesi sulama etkinliği ve sulama üniformitesi açısından önemlidir. Bu nedenle bu yöntemin kullanılacağı topraklarda su alma hızının özellikle belirlenmesi, yağmurlama hızının toprağın su alma hızından daha az olması gerekmektedir (Yıldırım, 2008).

Park ve bahçelerin özellikle çim alanlarının sulanmasında genellikle sabit yağmurlama sulama sistemi kullanılmaktadır (Doğangönül ve Doğangönül, 2008). Sabit yağmurlama sulama sistemi iki şekilde işletilmektedir. Bunlar; elektrikli ve elektriksiz işletim sistemleridir. Elektrikli sistemlerde solenoid vanalar ve zaman ayarlı üniteler kullanılmaktadır. Bu sayede kontrol ünitesinde sulama zamanı geldiğinde sistem kendiliğinden açılarak ve kapatılarak sulamalar gerçekleştirilmektedir. Bu kolaylık çoğu yeşil alanın sulanmasında elektrikli sabit sulama sistemlerinin tercih edilmesini sağlamaktadır.

### **2.3. Sulama Suyu Kalitesi**

Tarımsal amaçlı kullanılan sulama suyunun uygunluğu suyun kalitesine bağlı olarak değişebilmektedir. Sulama suyunun kalitesini belirlemede etkili olan en önemli unsur suyun içerisinde erimiş olan kimyasalların yani tuzların miktarıdır (İşcan ve ark., 2001). Sulama suyunda tuz miktarının artması, toprak çözeltisinin ozmotik basıncını artırarak bitki köklerinin su almasını zorlaştırmaktadır. Ayrıca bitkiye su ile birlikte giren toksik iyonlar nedeniyle bitkinin daha fazla zarar görmesi de mümkündür (Yurtseven ve Bozkurt, 1997; Kanber ve Ünlü, 2010).

Özellikle yer altı sularının sulamada kullanıldığı koşullarda olası zararların azaltılması için bazı önlemler alınması gerekli olabilmektedir (Kaynak, 2019). Yeraltı sularında bitkilerin büyümelerini etkileyecek çok sayıda zararlı gazlar bulunabilmektedir. Bu nedenle kullanılmadan önce yeterince havalandırılması gerekmektedir. Havalandırma işlemi havuzlarda yapılırken dinlendirilen suların aynı zamanda ısınması da sağlanır.

Büyüme evresinde bulunan bitkilerin kökleriyle gerekli olan besinleri alması için ideal toprak sıcaklığı 20-25 °C civarında olmalıdır. Eğer su çok soğuk olursa toprağın sıcaklığı düşeceğinden bitkilerin dengeli beslenmesi engellenmiş olur.

Sulama suyunu kalitesinin değerlendirilmesinde dikkate alınan önemli parametreler, suyun pH değeri, elektriksel iletkenliği, Na'un Ca ve Mg'a oranıyla ifade edilen sodyum adsorbsiyon oranı (SAR) ile Na, Cl ve B'un toksik konsantrasyonlarıdır (Kara, 2005; Kanber ve Ünlü, 2010).

Genel olarak sulamada kullanılacak suların pH değerinin 6.5-8.4 arasında olması istenmiş olsa da, (Ayers and Westcot, 1985), üretim yapılacak bitki ve toprağın özelliğine göre pH değerleri farklılık gösterebilir. Sulama sularının içerdiği toplam tuz miktarı elektriksel iletkenlik ( $EC \times 10^6$ ) olarak 2250  $\mu\text{mhos/cm}$ 'yi aşmamalıdır. Genel olarak 750  $\mu\text{mhos/cm}$ 'den az tuzluluktaki suların sulama suyu olarak kullanılması önerilse de elektriksel iletkenliği 750-2250  $\mu\text{mhos/cm}$  arasında olan suların kullanılması da kabul görmektedir. Bu durumda drenaj şartları sağlanmaz ve yeterli yıkama gerçekleştirilmezse toprakta tuzlanma kaçınılmaz olur (Ayyıldız, 1983; Kanber ve Ünlü, 2010).

Bitkilerin beslenmesinde önemli rol oynayan B elementinin fazla olması zamanla bitkiye toksik etki şeklinde ciddi zararlar verebilmektedir. Özellikle toprak saturasyon eriyiğinde 0.7 mg/l bor konsantrasyonu emniyetli sınır olarak kabul edilmektedir (Ayers and Westcot, 1985; Kanber ve Ünlü, 2010). Na ve Cl toksisitesiyle ve ilgili olarak yağmurlama sulama koşullarında Na ve Cl içeriğinin ayrı ayrı <3 me/L olması gerekmektedir (Ayers and Westcot, 1985). Yine 5 mg/l'yi aşan  $\text{NO}_3$  içeriği ile 1.5 me/L'yi aşan  $\text{HCO}_3$  içeriği de sorun oluşturma potansiyeli ortaya çıkarmaktadır.

### 3. MATERYAL ve YÖNTEM

#### 3.1. Çalışma Alanı

Araştırma kapsamında Erzurum'da sulama yapılan 10 da'dan daha büyük alanlara sahip olan rekreasyon sahaları seçilmiştir. Erzurum Büyükşehir Belediyesi'nden temin edilen uygulama projeleri kullanılarak AutoCAD programıyla rekreasyon alanlarının yüzölçümleri belirlenmiştir (EK 1, EK 2, EK 3, EK 4, EK 5, EK 6, EK 7, EK 8, EK 9, EK 10). Projesine ulaşamayan Abdurrahman Gazi Türbesi Mesire Alanı yüzölçümünde uydu görüntülerinden faydalanılarak yine AutoCAD programıyla tespit edilmiştir (Çizelge 3.1).

**Çizelge 3.1.** Çalışma kapsamındaki rekreasyon sahalarının yeşil alan miktarları ve konumları (enlem, boylam, yükselti)

Adı	Yeşil alan (m <sup>2</sup> )	Konum
Olimpiyat Parkı	136762.3	39.914° N 41.250° E 1831 m
15 Temmuz Milli İrade Mesire Alanı	95586.4	39.917° N 41.230° E 1814 m
Recep Tayyip Erdoğan Parkı	90715.2	39.879° N 41.250° E 1960 m
Abdurrahman Gazi Türbesi Mesire Alanı	30266.2	39.879° N 41.311° E 2182 m
Mehmet Akif Ersoy Parkı	24541.5	39.885° N 41.263° E 1979 m
Aziziye Parkı	22135.1	39.905° N 41.260° E 1886 m
100. Yıl Parkı	21058.8	39.906° N 41.257° E 1874 m
Mevlâna Vadisi	20284.4	39.893° N 41.261° E 1945 m
Haydar Aliyev Parkı	19944.8	39.926° N 41.267° E 1822 m
Hilalkent Parkı	11581.8	39.947° N 41.299° E 1793 m
<b>Toplam</b>	<b>473146.4</b>	

### 3.2. Bölgenin İklimi

Erzurum meteoroloji istasyonu (39.956° N, 41.170° E, 1853 m) verilerine göre (DMİ, 2020) karasal iklime sahip bölgede yıllık ortalama sıcaklık 5.2 °C ve toplam yağış 404.9 mm' dir. En sıcak ay temmuz ve ağustos ayları (19.2 °C) en soğuk ay ocak ayıdır (-10.1 °C). Miktar olarak en fazla yağış 68.8 mm ile mayıs ayında düşmüştür. En kurak ay olan ağustos ayındaki yağış miktarı da 16.1 mm'dir. Bölgede çim sulama periyodu olan 15 Mayıs-15 Ekim arasında düşen yağış miktarı 162.6 mm'dir ve bu değer yıllık toplam yağışın yaklaşık %40'ına karşılık gelmektedir (Çizelge 3.2).

**Çizelge 3.2.** Araştırma bölgesi bazı iklim verileri

Aylar	Ortalama sıcaklık (°C)	Ortalama güneşlenme süresi (h)	Toplam yağış (mm)
Ocak	-10.1	2.9	17.9
Şubat	-8.8	3.9	22.2
Mart	-2.6	4.8	34.2
Nisan	5.4	5.9	55.7
Mayıs	10.4	7.6	68.8
Haziran	14.9	9.9	41.2
Temmuz	19.2	10.8	26.0
Ağustos	19.2	10.3	16.1
Eylül	14.1	8.6	20.7
Ekim	7.7	6.3	48.4
Kasım	-0.1	4.1	31.9
Aralık	-6.7	2.5	21.8
Yıllık	5.2	77.6	404.9

### 3.3. Analiz, Ölçüm ve Hesaplamalar

Bu kapsamda rekreasyon alanlarında toprakların tane büyüklük dağılımları, sulamada kullanılan suların kaliteleri belirlenmiş ve yerinde infiltrasyon ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Ayrıca etkili yağışta belirlenerek çim bitkisinin net sulama suyu gereksinimi hesaplanmıştır. Su kaynaklarının etkili kullanımının tespiti amacıyla mevcut sulama miktarları da belirlenmiştir.

#### 3.3.1. Tane Büyüklük Dağılım Analizi

Tane büyüklük dağılımları için toprak örnekleri her rekreasyon alanında üç farklı noktadan 5-15 cm derinlikten alınmıştır. Alınan toprak numuneleri öncelikle laboratuvar ortamında kurutulmaya bırakılmıştır (Şekil 3.1). Hava kurusu haline gelen topraklar sonrasında 2 mm'lik eleklerden geçirilerek analize hazır hale getirilmiştir (Şekil 3.2). Elenmiş topraklar kullanılarak tane büyüklük dağılımları Bouyoucos hidrometre yöntemiyle belirlenmiştir (Şekil 3.3) (Demiralay, 1993).



Şekil 3.1. Laboratuvarda toprakların kurutulması



**Şekil 3.2.** Toprakların elenmesi



**Şekil 3.3.** Tane büyüklük dağılım analizi



### 3.3.2. Sulama Suyu Kalite Analizleri

Rekreasyon alanlarındaki su ihtiyacı çoğunlukla şehir şebekesinden alınan temiz içme suyu ile karşılanmaktadır. Sadece Olimpiyat Parkı'nın ve 15 Temmuz Milli İrade Mesire Alanı'nın sulanmasında kuyu suları kullanılmaktadır. Sulama sezonunda temmuz ayında su örnekleri alınarak, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümleri ve Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü laboratuvarları ile Erzurum Hıfzısıhha Kurumuna ait laboratuvarlarda kimyasal analizler gerçekleştirilmiştir. Bu analizlerde sularda pH, elektriksel iletkenlik (EC), katyonlar (Na, K, Mg, Ca), Anyonlar (CO<sub>3</sub>, HCO<sub>3</sub>, Cl, SO<sub>4</sub>, NO<sub>3</sub>) belirlenmiştir. Ayrıca Sodyum Adsorbsiyon Oranı (SAR) değeri de hesaplanmıştır (Kanber ve Ünlü, 2010).

pH ve EC ölçümleri pH/Cond 340i Multi 340i ile doğrudan yapılmıştır (Tüzüner, 1990). Na ve K analizleri flame photometer ile, Mg ve Ca analizleri EDTA titrasyon yöntemiyle (Eltan, 1998), anyonlar (CO<sub>3</sub>, HCO<sub>3</sub>, Cl, SO<sub>4</sub>, NO<sub>3</sub>) iyon kromatografi yöntemi (EPA 300.1) ile, Dionex ICS 3000 cihazı kullanılarak gerçekleştirilmiştir (EPA, 1999).

### 3.3.3. İnfiltrasyon Ölçümleri

Rekreasyon alanlarında çim örtüsü üzerinde toprakların su alma hızının belirlenmesinde değişken seviye esasına göre Turf-Tec infiltrometre ile ölçümler yapılmıştır (Şekil 3.4). Ölçümler 120 dakika süre ile rekreasyon alanlarında üç farklı noktada gerçekleştirilmiştir. Ölçüm sonuçları Kostikov modeli dikkate alınarak analiz edilmiş infiltrasyon eşitlikleri (toplam infiltrasyon, ortalama infiltrasyon hızı ve infiltrasyon hızı) çıkarılmıştır (Kanber, 2010).



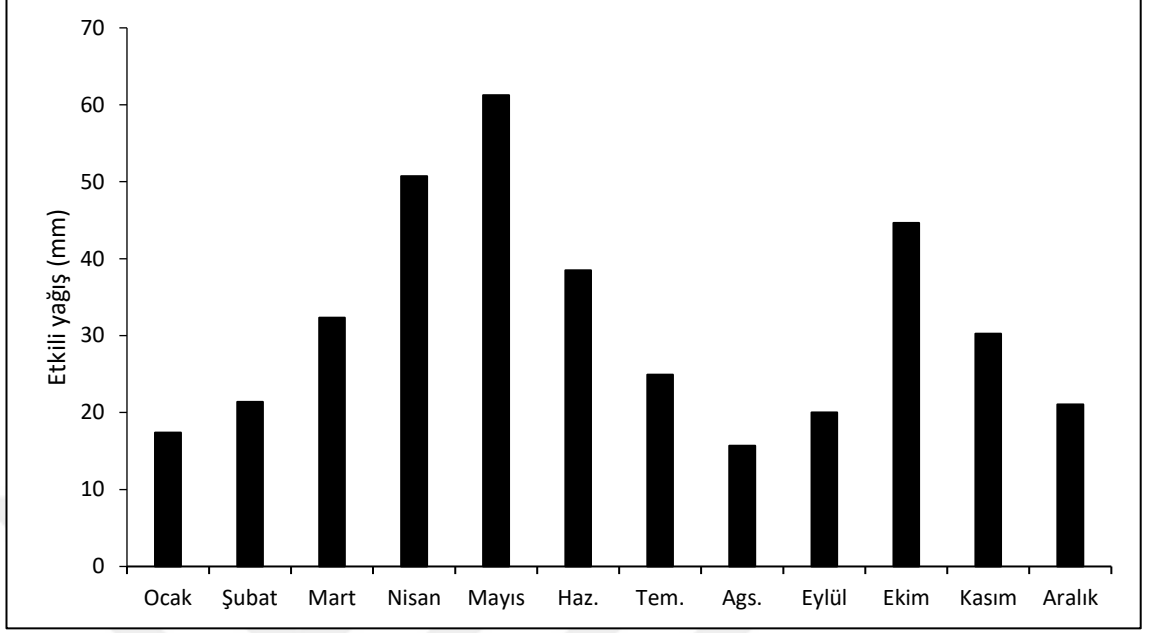
Şekil 3.4. İnfiltrasyon Ölçümü

### 3.3.4. Etkili Yağışın Belirlenmesi

Düşen yağışın yüzey akış ve derine sızma kayıplarından dolayı tamamından bitkilerin yararlanması söz konusu olmadığından düşen yağışın etkili kısmının belirlenmesi gerekmektedir. Etkili yağışın ( $P_{eff}$ ) belirlenmesi amacıyla bölgede aylık toplam yağış miktarı ( $P_{tot}$ ) 250 mm'yi geçmediğinden aşağıdaki eşitlikten yararlanılmıştır (Allen *et al.*, 1998; Güngör ve ark., 2002; Kanber, 2010).

$$P_{eff} = (P_{tot} / 125) \times (125 - 0.20 \times P_{tot})$$

Bu eşitlik kullanılarak aylık toplam yağıştan ( $P_{tot}$ ) hesaplanan etkili yağış ( $P_{eff}$ ) değerleri Şekil 3.5' te verilmiştir. Hesaplamalara göre toplam yağış miktarı 404.9 mm olmasına rağmen bunun %93.4'lük kısmı yani 378.2 mm'si etkili olmuştur.



Şekil 3.5. Aylık etkili yağış değerleri

### 3.3.5. Net Sulama Suyu Gereksiniminin Belirlenmesi

Rekreasyon alanlarında sulama suyu gereksinimi hesaplamalarında kritik bitki olarak çim bitkisi dikkate alınmıştır (Manav, 2009). Net sulama suyu gereksinimleri ( $I_{net}$ ) çim bitkisinin su tüketim (ET) değerlerinden etkili yağış ( $P_{eff}$ ) değerleri çıkartılarak belirlenmiştir (Jensen *et al.*, 1990).

$$I_{net} = ET - P_{eff}$$

$$ET = k_c \times ET_o$$

Çim bitkisi için referans bitki su tüketimi ( $ET_o$ ) değerleri  $k_c=1$  alınarak doğrudan ET olarak kullanılmıştır (Anonim, 2017). Referans bitki su tüketimi ( $ET_o$ ) değerleri Tarım ve Orman Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü (TAGEM) bünyesinde çıkartılan Bitki Su Tüketimi Rehberi'nden alınmıştır. Rehberde referans bitki su tüketimi hesaplanmasında Penman-Montheith (FAO) yaklaşımı esas alınmıştır (Dehghanisani *et al.*, 2004; Pereira *et al.*, 2005). Bu amaçla kullanılan eşitlik aşağıda verilmiştir (Anonim, 2017).

$$ET_o = \frac{0,408 \Delta(R_n - G) + \frac{C_n}{T + 273} u_2 (e_s - e_a)}{\Delta + (1 + C_d u_2)}$$

Eşitlikte;

$ET_o$  : Referans bitki su tüketimi (mm/gün),

$R_n$  : Bitki yüzeyindeki net radyasyon (MJ/m<sup>2</sup>/gün),

$G$  : Toprak ısı akısı (MJ/m<sup>2</sup>/gün),

$T$  : Günlük ortalama hava sıcaklığı, 1.5 ile 2.5 m arasında yükseklikte ölçülmüş (°C),

$u_2$  : Günlük ortalama rüzgar hızı, 2.0 m yükseklikte ölçülmüş (m/s),

$e_s$  : Doygun buhar basıncı, 1.5 ile 2.5 m arasında yükseklik için hesaplanmış (kPa),

$e_a$  : Gerçek buhar basıncı, 1.5 ile 2.5 m arasında yükseklik için hesaplanmış (kPa),

$\Delta$  : Doygun buhar basıncı-sıcaklık eğrisinin eğimi (kPa/°C),

$\gamma$  : Psikrometrik sabite (kPa/°C),

$C_n$  : Referans bitki tipi ve hesaplamanın yapıldığı zaman dilimi için sabit pay katsayısı, (kısa boylu bitki ve günlük hesaplama için  $C_n = 900.0$ ),

$C_d$  : Referans bitki tipi ve hesaplamanın yapıldığı zaman dilimi için sabit payda katsayısı, (kısa boylu bitki ve günlük hesaplama için  $C_d = 0.34$ ),

1 cal/cm<sup>2</sup>/gün = 0.041868 MJ/m<sup>2</sup>/gün = 0.01706 mm/gün'dür (Güngör ve ark., 2002; Yıldırım, 2008)

### 3.3.6. Mevcut Sulama Miktarının Belirlenmesi

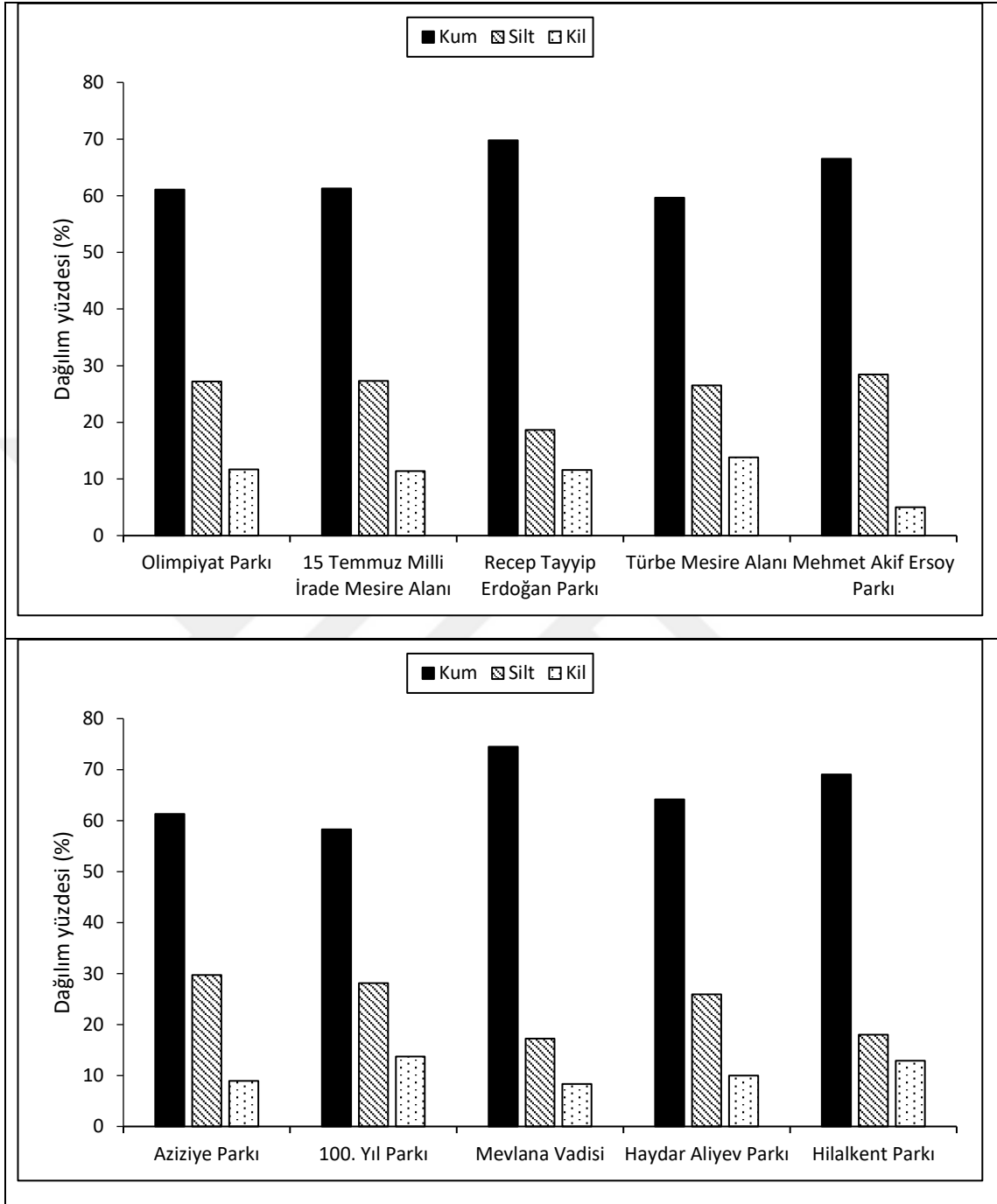
Rekreasyon alanlarında sulamada halihazırda kullanılan su miktarlarının tespiti amacıyla sulama proje verileri ve uygulamadaki gerçek sulama süreleri dikkate alınmıştır. Sulama proje verileri ve sulama süreleri Erzurum Büyükşehir Belediyesi, Park ve Bahçeler Şube Müdürlüğü'nden temin edilmiştir. Proje verilerine göre sistem kapasiteleri uygulama süreleri ile çarpılarak uygulanan su hacimleri belirlenmiştir. Tankerle sulama yapılan Abdurrahman Gazi Türbesi Mesire Alanı içinde günlük tanker sayısı ve kapasitesi üzerinden hesaplamalar gerçekleştirilmiştir.

#### **4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA**

##### **4.1. Tane Büyüklük Dağılımları**

Tane büyüklük dağılım sonuçlarına göre Erzurum ili rekreasyon çim alanlarında toprak tekstürü kumlu tın olarak belirlenmiştir. Şekil 4.1'deki tane büyüklük dağılımları incelendiğinde kum içeriklerinin %58.3 - %74.5, silt içeriklerinin %17.2 - %29.7 ve kil içeriklerinin %5.0 - %13.7 arasında deđiŐtiđi görülmektedir. Kum içeriğinin y ksekliti su geçirgenliğini artırırken, su tutma kapasitelerinde azalmalara neden olmaktadır (Kanber, 2010).

Bu durum iyi bir havalanma sağlarken, yağış sularının veya sulamalarla gelen aŐırı suların derine sızma ile kaybının artmasına da yol açacaktır. Olası derine sızmalardan dolayı toprak verimliliğinin korunma noktasında gübreleme ihtiyacının da dikkatle izlenmesi önemli olacaktır (etin ve Tolay, 2009). Dolayısıyla bu koşullarda sulama sürelerinin kısa tutulması ve düşük uygulama hızlarıyla sulama yapılması gerekliliği ortaya çıkmaktadır.



**Şekil 4.1.** Rekreasyon alanları topraklarının tane büyüklük dağılımları

## 4.2. Sulama Suyu Kalite Özellikleri

Rekreasyon alanlarının sulanmasında kullanılan suların kalite özellikleri Çizelge 4.1’de verilmiştir. Olimpiyat Parkı ve 15 Temmuz Milli İrade Mesire alanları kuyu suyu ile sulanırken diğer 8 park (Recep Tayyip Erdoğan Parkı, Mevlâna Vadisi, Mehmet Akif Ersoy Parkı, Abdurrahman Gazi Türbesi Mesire Alanı, Haydar Aliyev Parkı, Hilalkent Parkı, 100. Yıl Parkı, Aziziye Parkı) şebeke suyu ile sulanmaktadır.

**Çizelge 4.1** Su kalite analiz sonuçları

Parametre	Olimpiyat Parkı (Kuyu suyu)	15 Temmuz Milli İrade Mesire Alanı (Kuyu suyu)	Diğer Rekreasyon Alanları* (Şebeke suyu)
pH	7.87	8.15	7.58
EC (mmhos/cm)	249	314	329
Katyonlar (me/l)			
Na	0.25	0.67	0.65
K	1.27	1.46	0.14
Mg	0.15	0.37	1.15
Ca	0.60	0.32	1.33
Anyonlar (me/l)			
CO <sub>3</sub>	-	-	-
HCO <sub>3</sub>	1.05	2.46	2.12
Cl	0.82	0.17	0.54
SO <sub>4</sub>	0.35	0.22	0.60
NO <sub>3</sub>	0.01	0.22	-
SAR	0.41	1.14	0.58

\*Şebeke suyu kalite verileri Dan Badaou (2019)’dan alınmıştır.

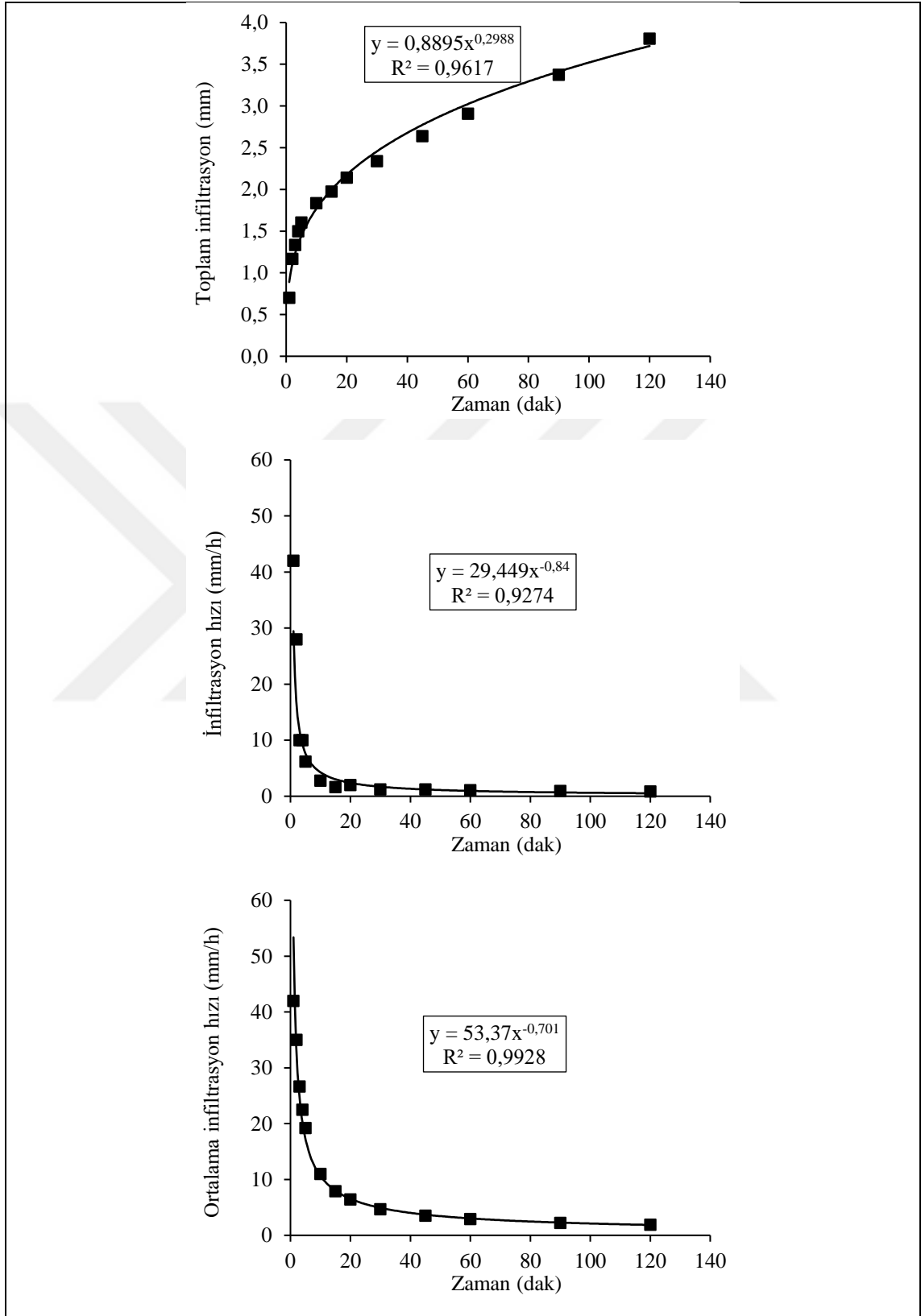
Tuzluluk seviyesi olarak suların kalitesi sorun oluşturmazken, pH değerleri de uygun sınırlar içerisinde (6.5-8.4) kalmıştır (Ayers and Westcot, 1985). Yine Ayers-Westcot (FAO) sistemine göre suların düşük SAR değerleri toprak bünyesi dikkate alındığında, tuzluluk düşük olmasına rağmen, geçirgenlikte problem oluşturmayacaktır. Aynı zamanda Na ve Cl’a bağlı toksik etki sorunlarının oluşması da söz konusu değildir. Şebeke suyu ve Olimpiyat Parkı kuyu suyunda NO<sub>3</sub> içerikleri düşük seviyelerde

kalırken, 15 Temmuz Milli İrade Mesire Alanı suyundaki  $\text{NO}_3$  içeriği azotlu gübre ihtiyacını azaltacağından avantaj sağlayabilir. Ancak  $\text{NO}_3$  taşınımı ve atmosfere gaz halinde  $\text{NO}_3$  geçişlerinin oluşturacağı çevresel risklerin de dikkate alınması önemli olacaktır. Yine 15 Temmuz Milli İrade Mesire Alanı ve şebeke suyu  $\text{HCO}_3$  içerikleri de sorun oluşturma potansiyeline sahiptir (Ayers and Westcot, 1985). Özellikle gündüz sulamalarının çimde leke oluşumuna yol açması söz konusu olabilecektir (Kanber ve Ünlü, 2010).

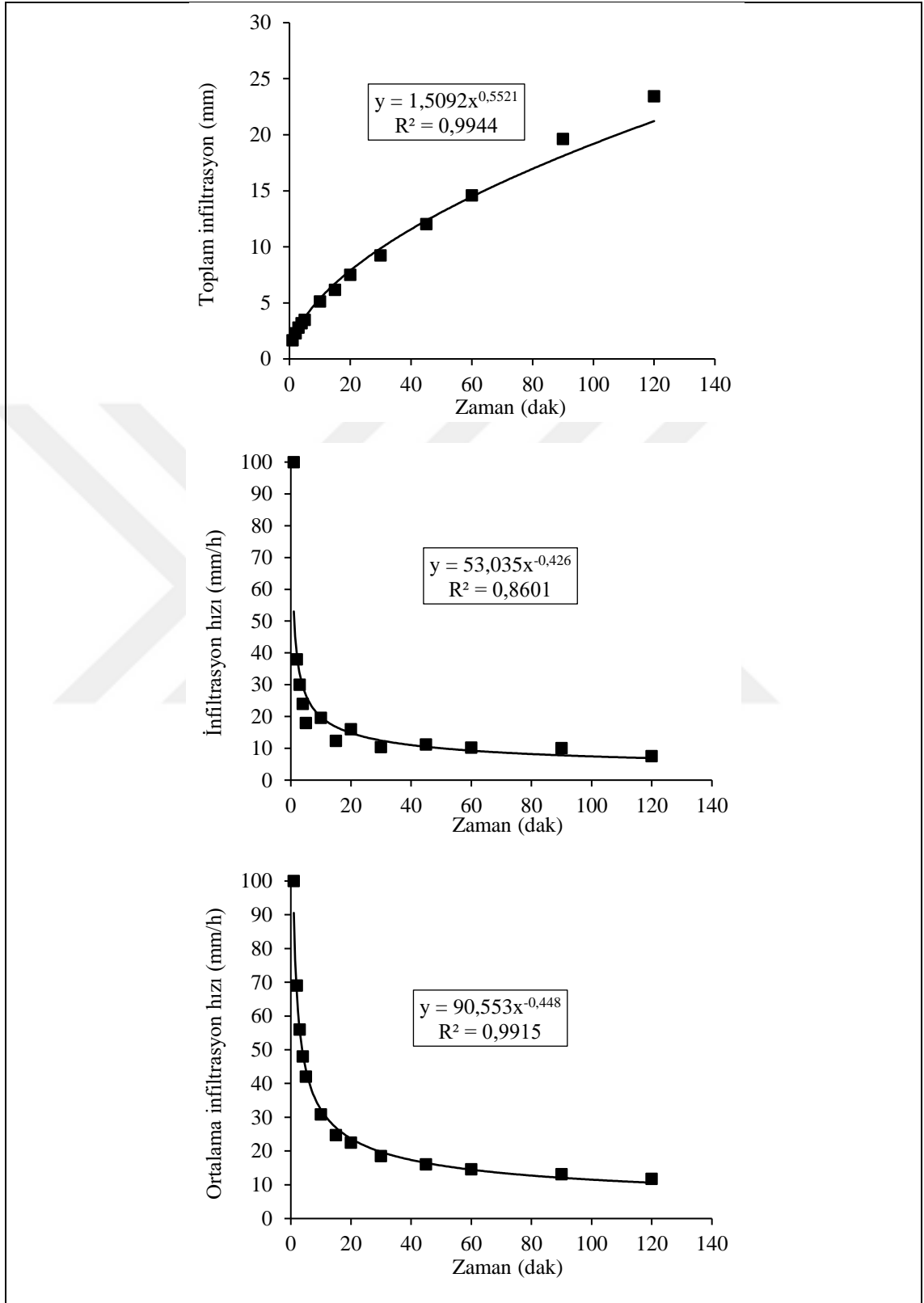
### **4.3. Toprakların İnfiltrasyon Değerleri**

Çimle kaplı alanlarda çift silindirli infiltrometre (Turf-Tec) ile 120 dakika sürelerle yapılan ölçümlerle belirlenmiş verilerden toplam infiltrasyon, infiltrasyon hızı ve ortalama infiltrasyon hızının zamansal değişimleri Kostiakov modeli esas alınarak çıkarılmış değişimler ve eşitlikleri Şekil 4.2, 4.3, 4.3, 4.5, 4.6, 4.7, 4.8, 4.9, 4.10 ve 4.11'de verilmiştir. Bütün eşitliklerin yüksek ilişki katsayılarına sahip olması, ölçüm verilerinin seçilen modelle çok iyi açıklanabildiğini göstermiştir (Kanber, 2010).

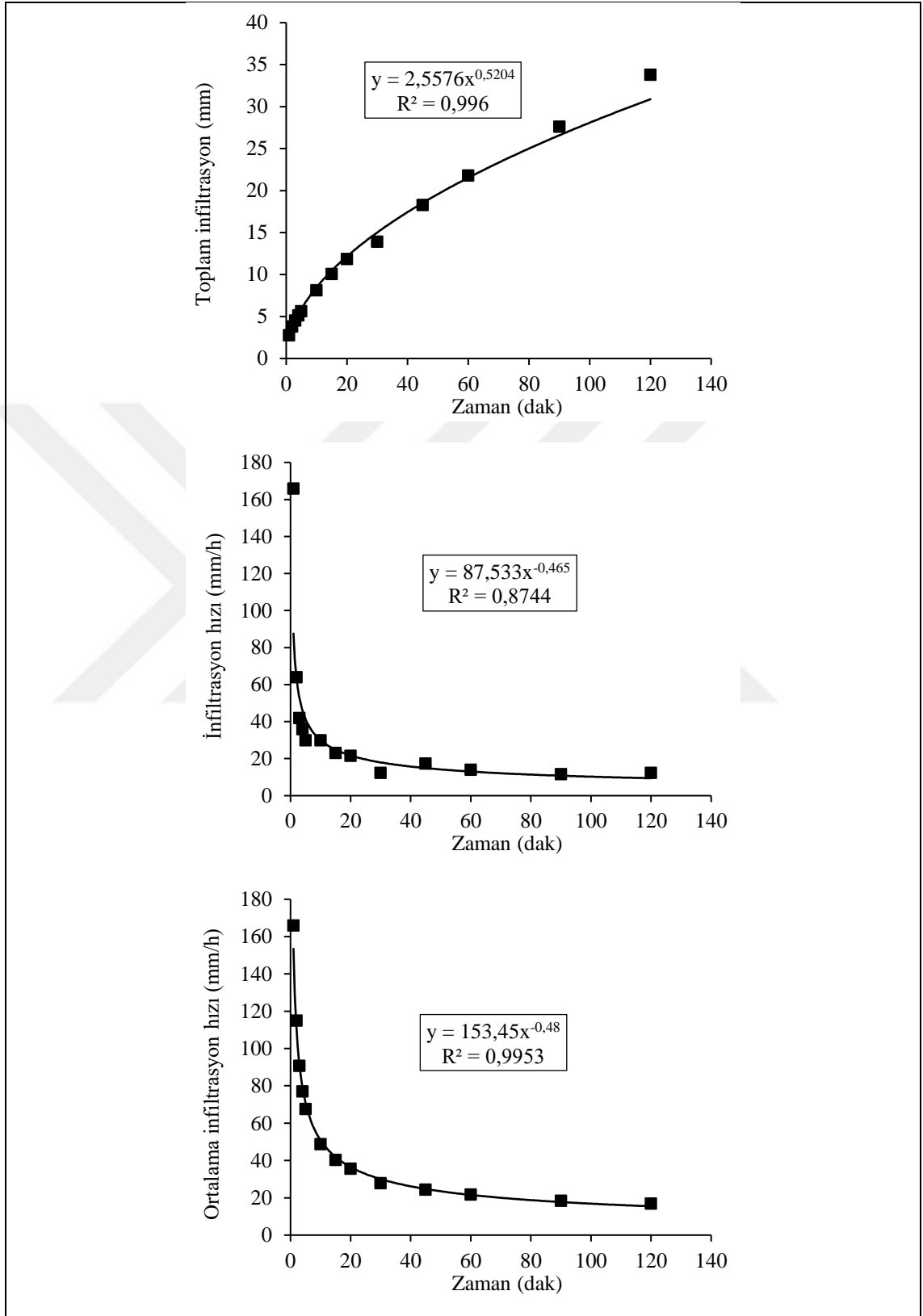




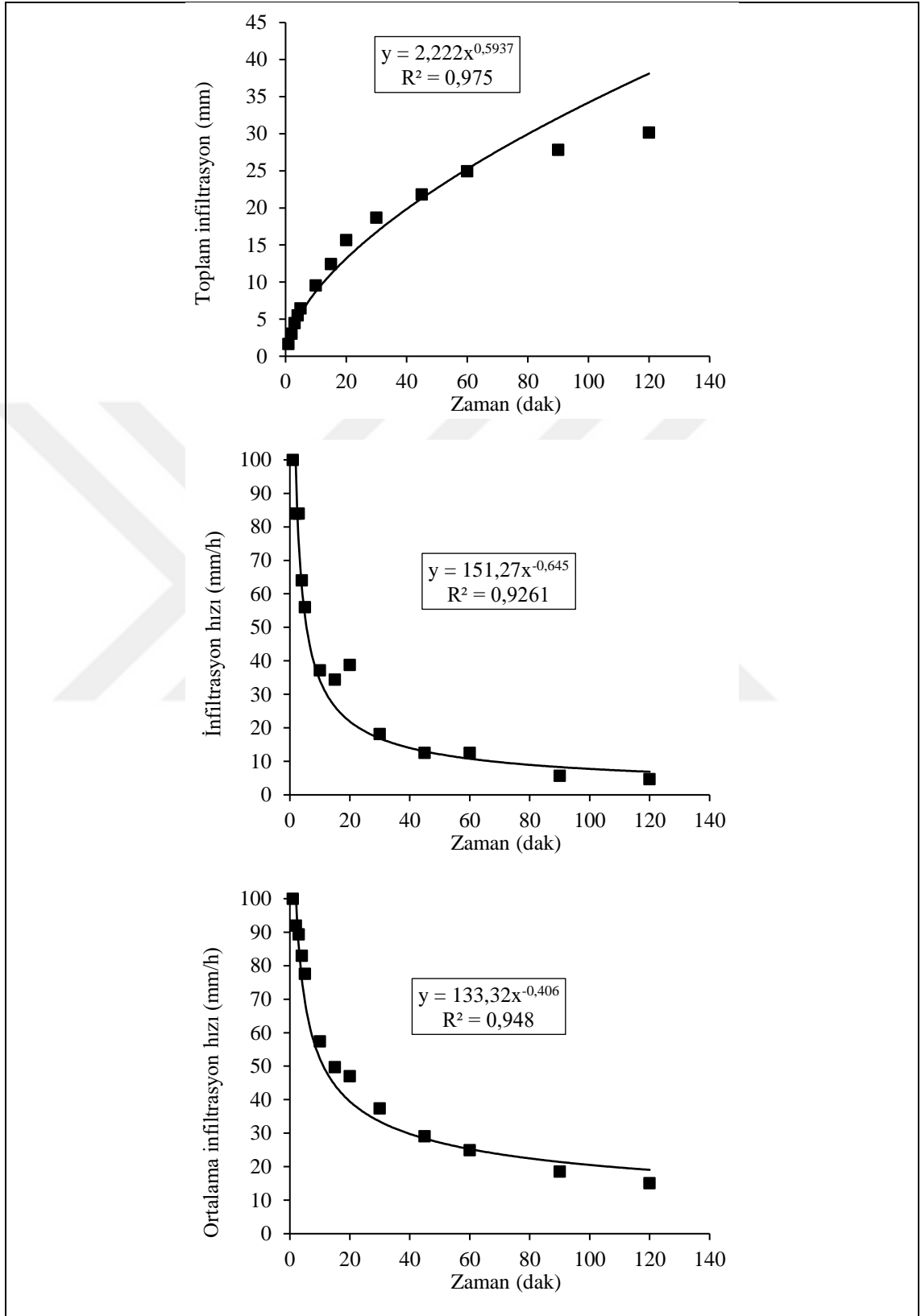
Şekil 4.2. Olimpiyat Parkı infiltrasyon değerleri



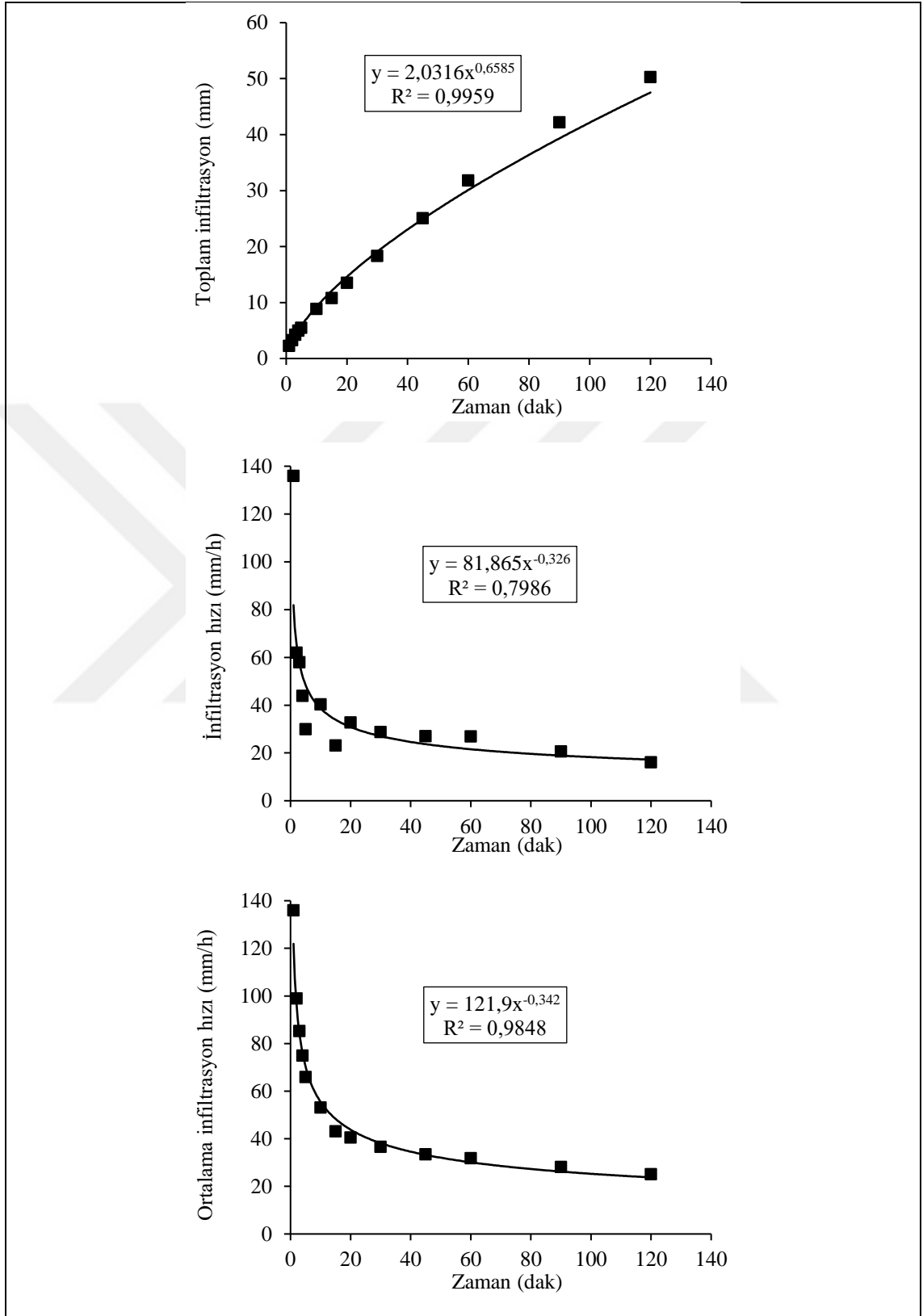
Şekil 4.3. 15 Temmuz Milli İrade Mesire Alanı infiltrasyon değerleri



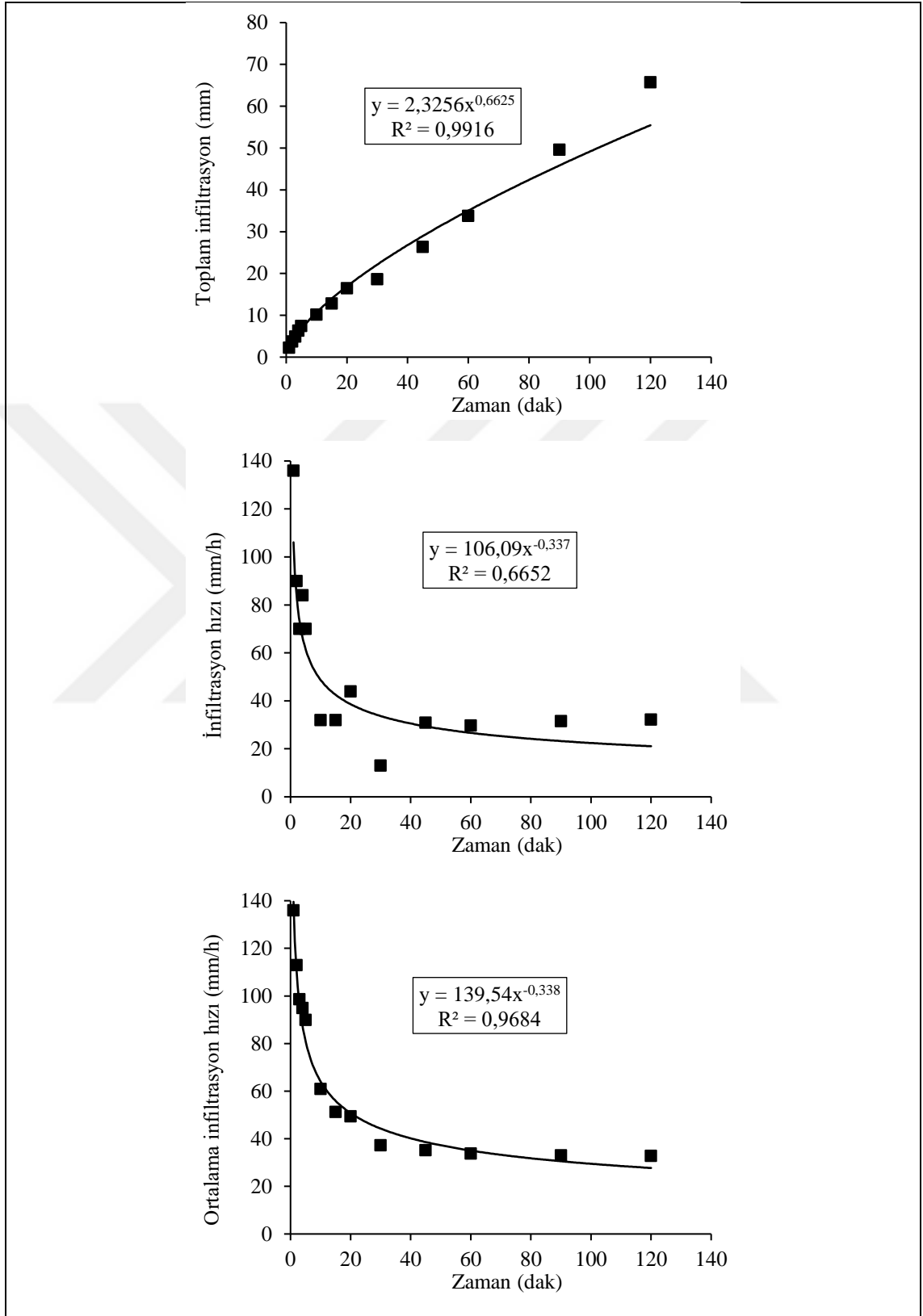
Şekil 4.4. Recep Tayyip Erdoğan Parkı infiltrasyon değerleri



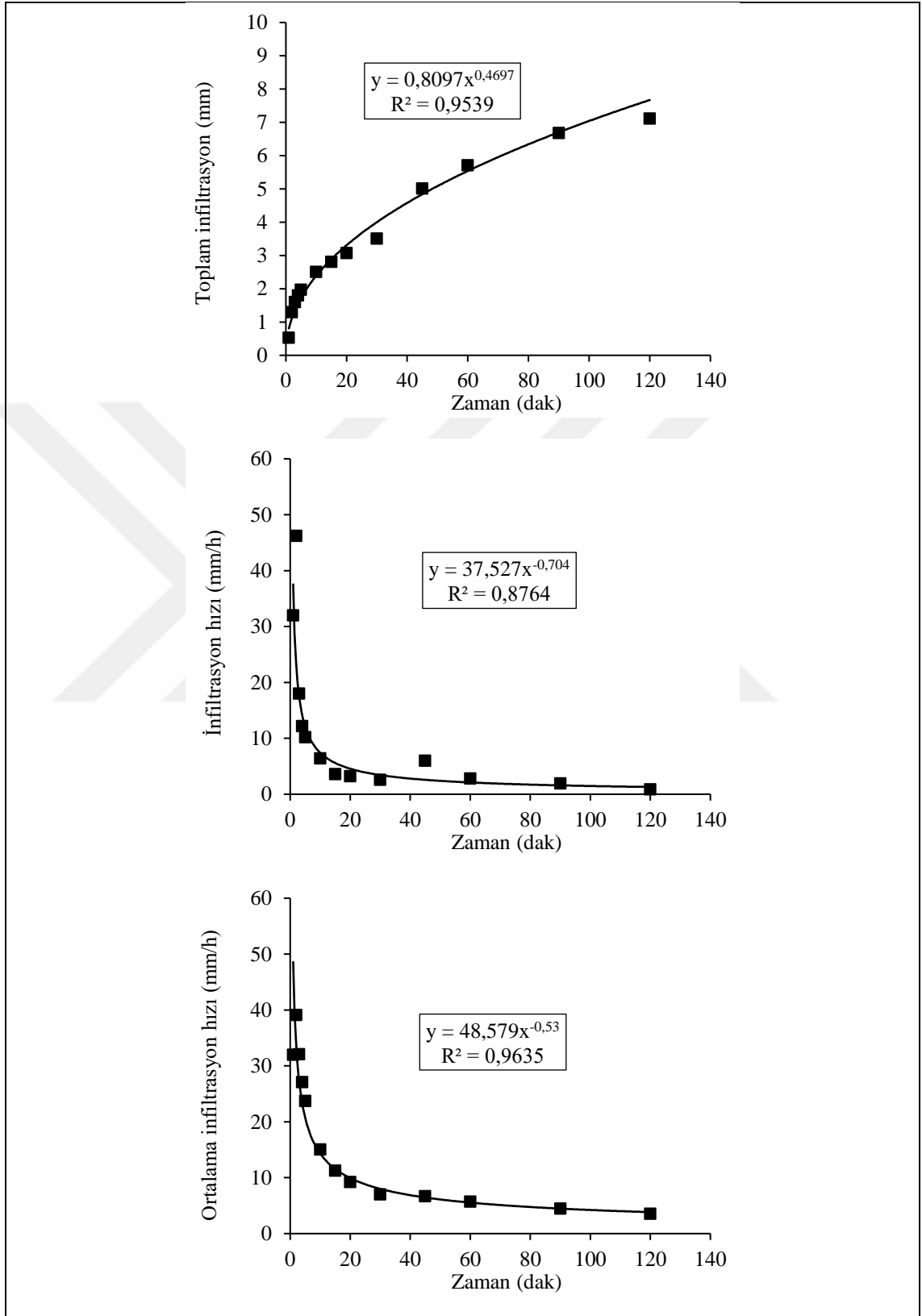
Şekil 4.5. Abdurrahman Gazi Türbesi Mesire Alanı infiltrasyon değerleri



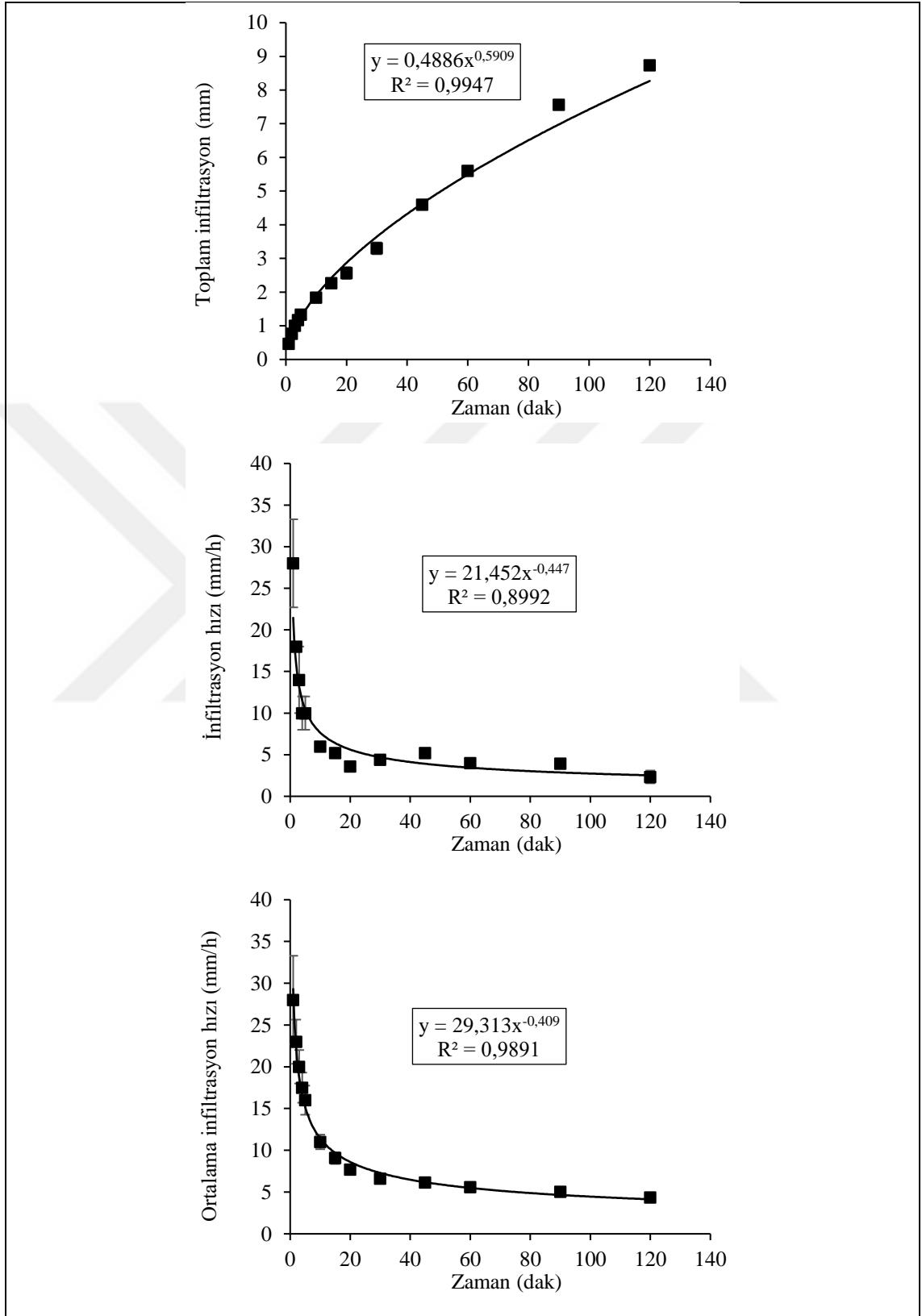
Şekil 4.6. Mehmet Akif Ersoy Parkı infiltrasyon değerleri



Şekil 4.7. Aziziye Parkı infiltrasyon değerleri

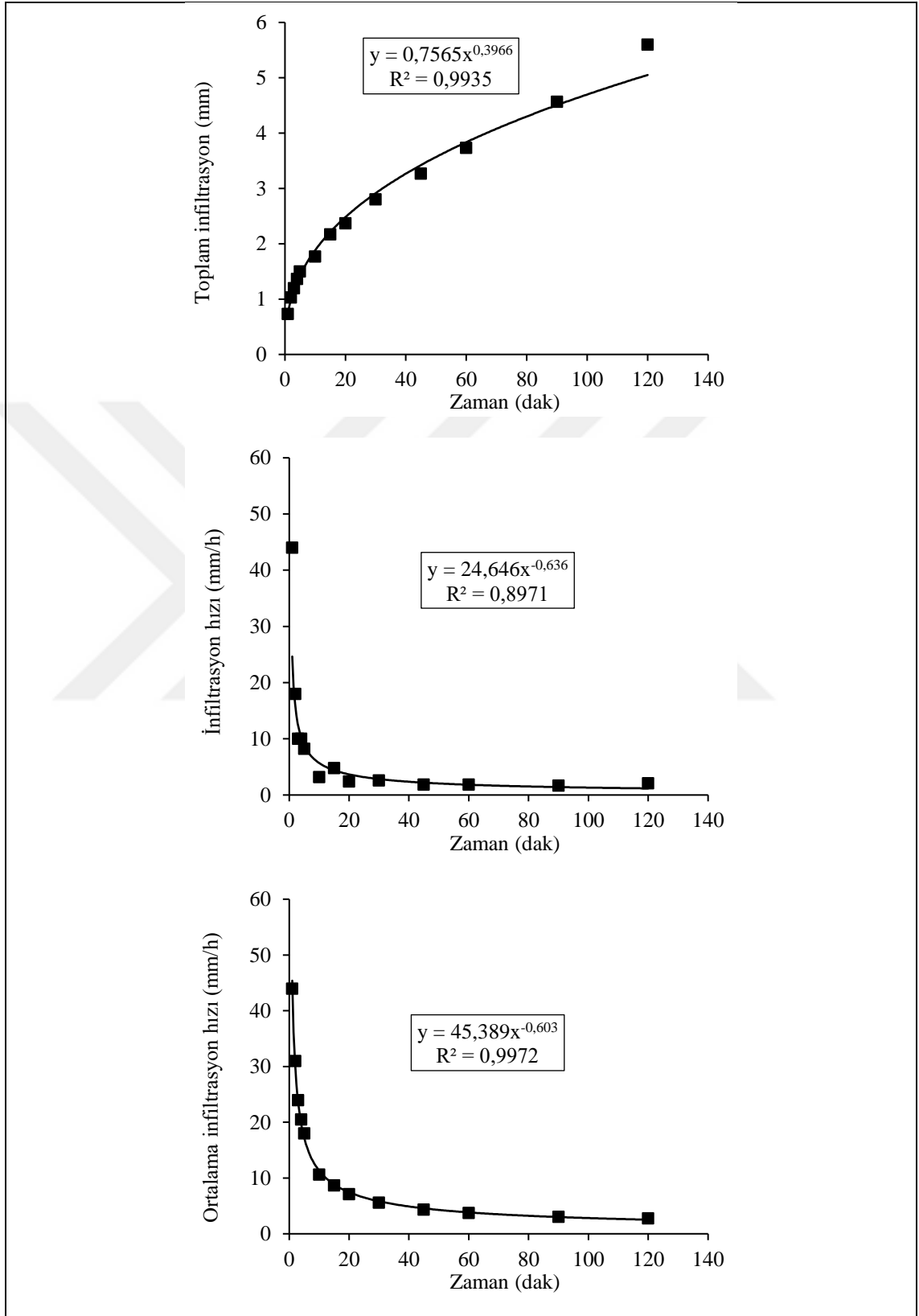


Şekil 4.8. 100. Yıl Parkı infiltrasyon değerleri

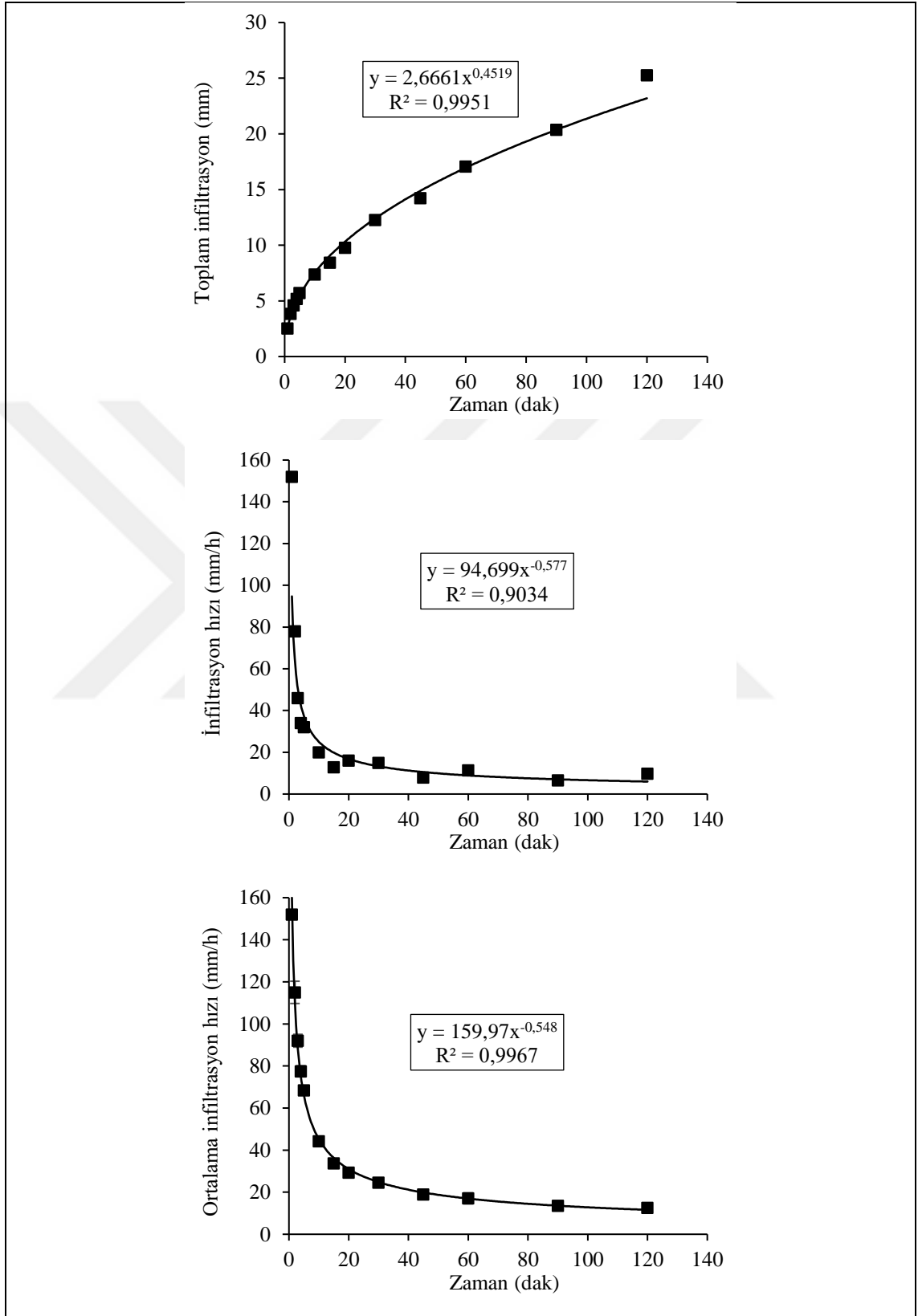


Şekil 4.9. Mevlâna Vadisi infiltrasyon değerleri



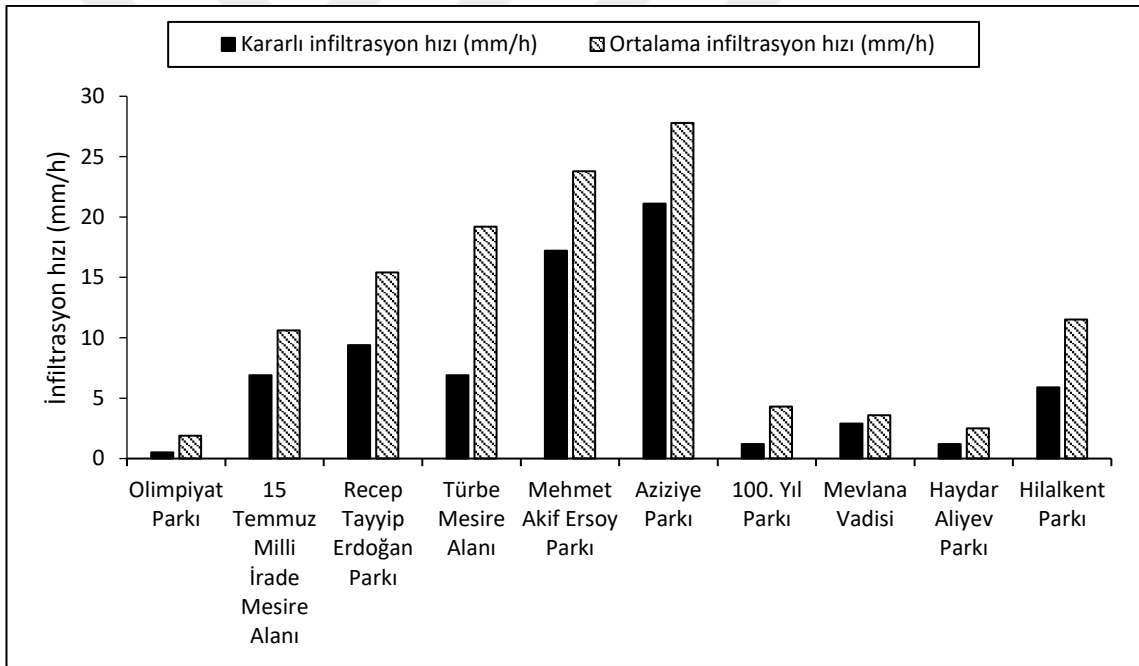


Şekil 4.10. Haydar Aliyev Parkı infiltrasyon değerleri



Şekil 4.11. Hilalkent Parkı infiltrasyon değerleri

Şekil 4.2-4.11'deki grafiklerden 120 dakika ölçüm süresi dikkate alınarak belirlenmiş kararlı ve ortalama infiltrasyon hızları da belirlenerek değerler Şekil 4.12'de gösterilmiştir. Toprakların kararlı infiltrasyon hızları 0.5 mm/h ve 21.1 mm/h arasında, ortalama infiltrasyon hızları da 1.9 mm/h ve 27.8 mm/h arasında değişmiştir. Şekil 4.1'deki toprakların yüksek kum içerikleri dikkate alındığında infiltrasyon hızlarının yüksek olmadığı görülmüştür (Güngör ve ark., 2002). Bu durumun hazır rulo çim kullanılmasından kaynaklı olabileceği düşünülmektedir. Pratikte infiltrasyonu etkileyen en önemli faktörlerden birisi yüzey tabakanın geçirgenliğidir (Kanber, 2010). Saha gözlemlerinde çim tabakasındaki kil içeriğinden kaynaklı yapışkanimsi yapı ve sulama sonrası yüzeyde su göllenmelerinin oluşması bu tespiti teyit etmektedir.



Şekil 4.12. Kararlı ve ortalama infiltrasyon hızı değerleri

#### 4.4. Net Sulama Suyu Gereksinimleri

Türkiye’de sulanan bitkilerin bitki su tüketimleri rehberinden bölge için temin edilen referans bitki su tüketimi ( $ET_o$ ) değerleri bölgede sulama periyodu (15 Mayıs - 15 Ekim) dikkate alınarak Çizelge 4.2’de verilmiştir. Çim için  $ET_o$ ,  $ET'$  ye eşittir (Anonim, 2017). Bu durumda Erzurum koşullarında sulama periyodu için çim mevsimlik su tüketimi FAO Penman-Montheith yaklaşımına göre 661.5 mm’dir.

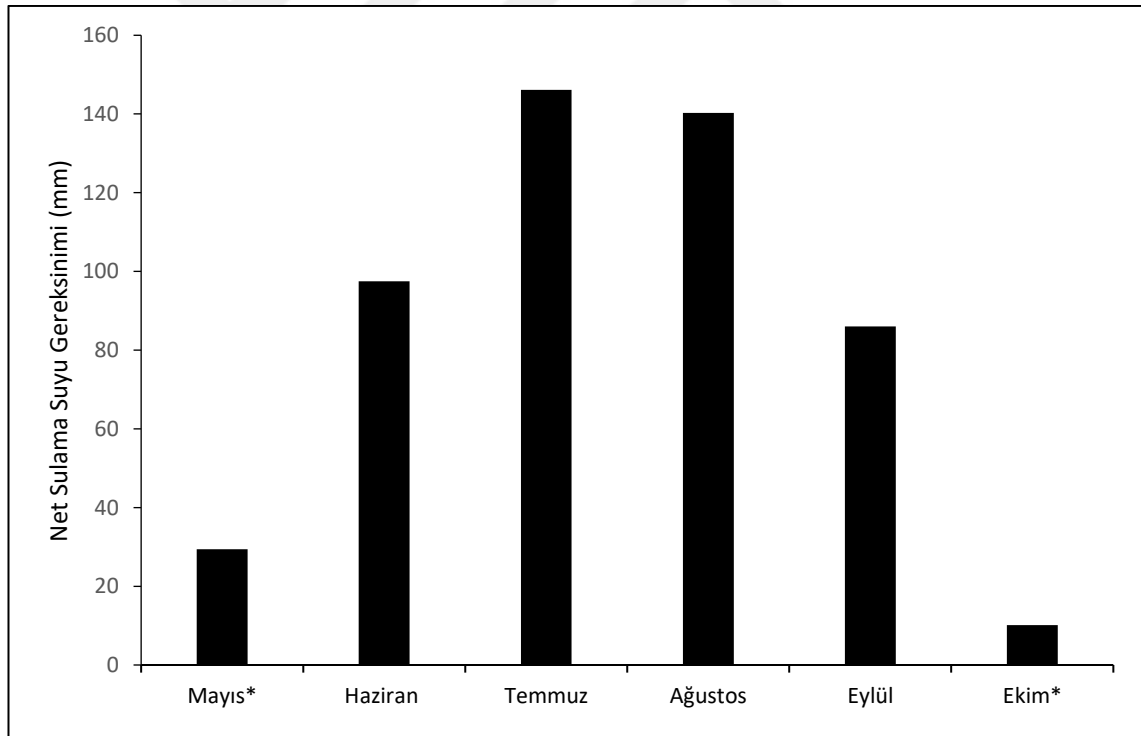
Bitki su tüketimi değerlerinden Şekil 3.5’de verilmiş etkili yağış değerleri çıkarılarak belirlenmiş aylık net sulama suyu gereksinimleri Şekil 4.13’de verilmiştir. Etkili yağış değerleri dikkate alınarak belirlenmiş mevsimlik net sulama suyu gereksinimi 509.5 mm olmuştur.

**Çizelge 4.2.** Erzurum ili  $ET_o$  değerleri (Anonim, 2017)

Aylar	Dönemler	$ET_o$ (mm/dönem)	$ET_o$ (mm/ay)
Mayıs	2*	17	60
	3	43	
	1	42	
Haziran	2	45	136
	3	49	
	1	53	
Temmuz	2	57	171
	3	61	
	1	53	
Ağustos	2	53	156
	3	50	
	1	41	
Eylül	2	36	106
	3	29	
	1	23	
Ekim	2*	9.5	32.5
Toplam (mm)		661.5	661.5

\*5 günlük değerlerdir.

Aylık net sulama suyu gereksinimleri Çizelge 3.1’de verilen yeşil alan miktarları ile çarpılarak hacimsel (m<sup>3</sup>) net su gereksinimleri belirlenmiş değerler, Çizelge 4.3 ’de verilmiştir. Çizelge 4.3’de tüm rekreasyon alanlarının mevsimlik net sulama suyu gereksiniminin 241044.4 m<sup>3</sup> olduğu görülmektedir. Sulama ihtiyacı artarak temmuz ayında en fazla değere ulaşmış sonrasında tekrar azalmıştır. En fazla suya gereksinim duyulan temmuz ayındaki ihtiyaç toplam ihtiyacın %28.7’sine karşılık gelmektedir. Erzurum Büyükşehir Belediyesi Park ve Bahçeler Şube Müdürlüğü’nün beyanı doğrultusunda 2019 yılı su uygulama süreleri dikkate alınarak mevcut sistem kapasiteleri üzerinden hesaplanan sulama miktarları da Şekil 4.14’de verilmiştir. Halihazırdaki uygulamalarda mevsimlik toplam sulama suyu miktarı 298897.2 m<sup>3</sup> olarak belirlenmiştir. Uygulama değerleri ile gereksinilen değerler karşılaştırıldığında gerçekte olması gerekenden %24 daha fazla su kullanıldığı ortaya çıkmaktadır.



\*15 günlük değerlerdir.

**Şekil 4.13** Aylık net sulama suyu gereksinimleri

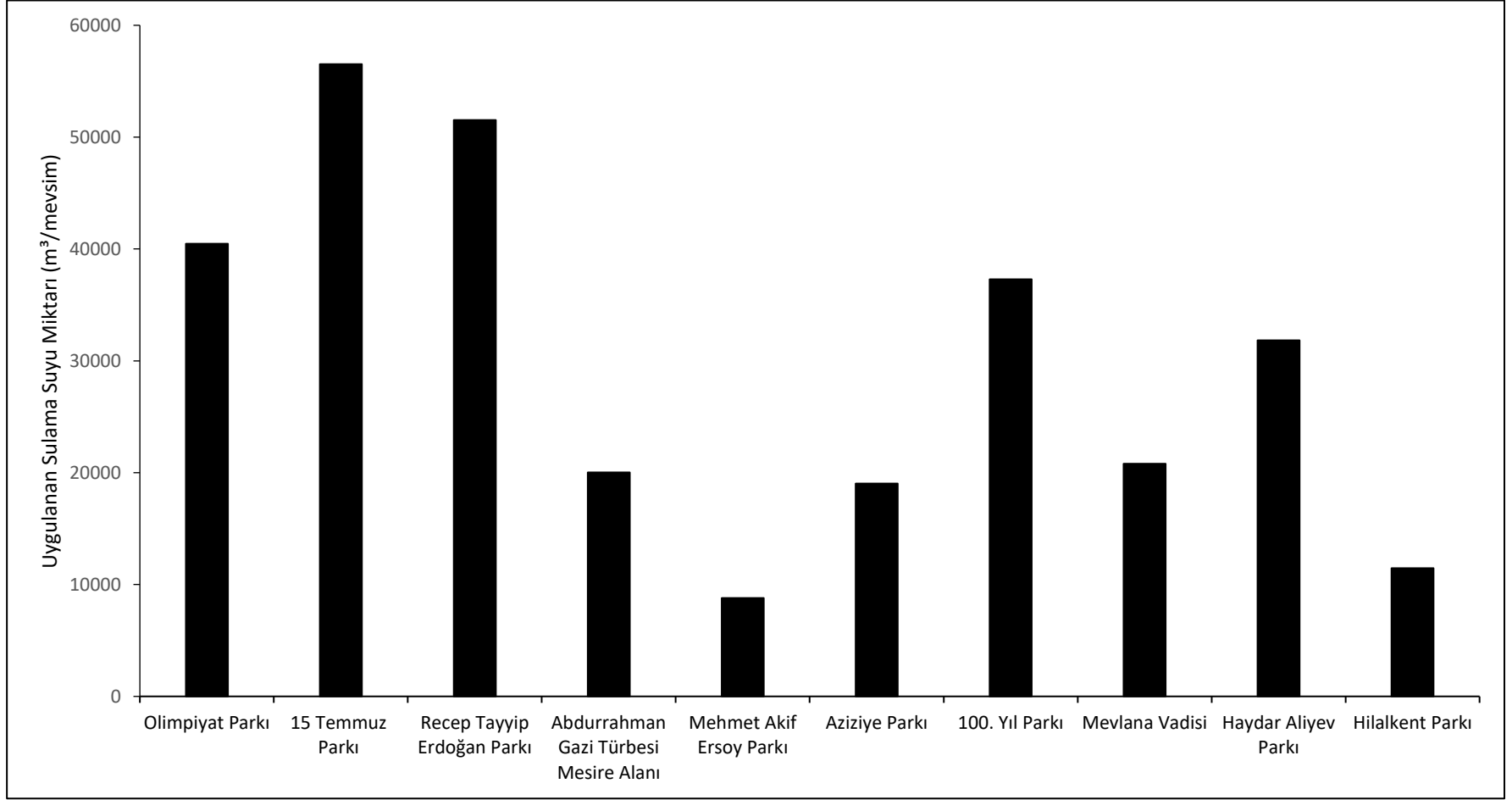
Rekreasyon alanları ayrı ayrı incelendiğinde 15 Temmuz Milli İrade Mesire Alanı, Recep Tayyip Erdoğan Parkı, Abdurrahman Gazi Türbesi Mesire Alanı, Aziziye Parkı, 100. Yıl Parkı, Mevlâna Vadisi, Haydar Aliyev Parkı ve Hilalkent Parkında gereksinilen

net ihtiyaçlara göre sırasıyla 1.2, 1.1, 1.3, 1.7, 3.5, 2.0, 3.2 ve 1.9 kat daha fazla su uygulandığı, Olimpiyat Parkı ve Mehmet Akif Ersoy Parkı'nda ise sırasıyla 1.7 ve 1.4 kat daha az su uygulandığı görölmüştür. 15 Temmuz Milli İrade Mesire Alanı, Recep Tayyip Erdoğan Parkı ve Abdurrahman Gazi Türbesi Mesire Alanı'nda mevsimlik toplamda daha fazla su uygulanmasına rağmen sulamaya en fazla ihtiyaç duyulan temmuz ve ağustos aylarında mevcut sulamaların yetersiz kaldığı tespit edilmiştir. Söz konusu parklar için yetersiz sulama oranları sırasıyla temmuz ayında %18, %21.2, % 8.9 ağustos ayında da %14.6, %18, % 5.1 olmuştur.



**Çizelge 4.3.** Rekreasyon alanlarında gereksinilen aylık ve mevsimlik net su hacimleri (m<sup>3</sup>)

	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Toplam
Olimpiyat Parkı	4020.8	13334.3	19981.0	19187.8	11761.6	1388.1	69673.6
15 Temmuz Milli İrade Mesire Alanı	2810.2	9319.7	13965.2	13410.8	8220.4	970.2	48696.5
Recep Tayyip Erdoğan Parkı	2667.0	8844.7	13253.5	12727.3	7801.5	920.8	46214.8
Abdurrahman Gazi Türbesi Mesire Alanı	889.8	2950.9	4421.9	4246.3	2602.9	307.2	15419.1
Mehmet Akif Ersoy Parkı	721.5	2392.8	3585.5	3443.2	2110.6	249.1	12502.7
Aziziye Parkı	650.8	2158.2	3233.9	3105.6	1903.6	224.7	11276.7
100. Yıl Parkı	619.1	2053.2	3076.7	2954.5	1811.1	213.7	10728.4
Mevlâna Vadisi	596.4	1977.7	2963.5	2845.9	1744.5	205.9	10333.9
Haydar Aliyev Parkı	586.4	1944.6	2913.9	2798.2	1715.2	202.4	10160.9
Hilalkent Parkı	348.4	1155.6	1731.5	1662.8	1019.3	120.3	6037.9
Toplam	13910.5	46131.8	69126.7	66382.4	40690.6	4802.4	241044.4



Şekil 4.14. Rekreasyon alanlarında uygulanan mevsimlik sulama suyu miktarları



## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Erzurum il merkezi bünyesinde aktif olarak kullanılan büyüklükleri 11581.8 m<sup>2</sup> ile 136762.3 m<sup>2</sup> arasında değişen 10 rekreasyon alanının toplam 473.2 da'lık yeşil alanı için sulama suyu gereksinimlerinin ve mevcut uygulamaların yeterliliğinin değerlendirildiği bu çalışmada yeşil alanların mevsimlik net su gereksiniminin 241044.4 m<sup>3</sup> olduğu belirlenmiştir.

Yapılan hesaplamalar sonucu belirlenen gerçek su gereksiniminin toplam 122674.3 m<sup>3</sup>'lük kısmının içme suyu şebekesinden, 118370.1 m<sup>3</sup>'lük kısmının da kuyulardan sağlanması gerektiği görülmüştür. Su gereksiniminin en fazla olduğu temmuz ayındaki durum değerlendirildiğinde de içme suyu şebekesinden uygulanacak toplam miktarın 35180.5 m<sup>3</sup> olması gerektiği ortaya çıkmıştır. Gerçek uygulama koşulunda içme suyu şebekesinden mevsimlik toplamda %64.3 daha fazla su uygulandığı, temmuz ayında da %15.3 daha fazla kullanımın söz konusu olduğu anlaşılmıştır. Bu durum kuyu ile sulama yapılan Olimpiyat Parkı ve 15 Temmuz Milli İrade Mesire Alanı'nda ise toplam mevsimlikte %17.7 Temmuz ayı özelinde de %42.3 daha az su uygulamasına karşılık gelmiştir.

Tankerle mobil sulama yapılan Abdurrahman Gazi Türbesi Mesire Alanı mevsimlik gerçek su gereksinimi halihazırda uygulanan miktarın %23 daha azına karşılık gelmektedir. Bu alanda planlı bir sulama ile tasarruf edilecek su miktarıyla tankerlerin işletim maliyetlerinde, tankerlerin oluşturacağı trafikte ve tanker yakıtının yaratacağı sera gazı emisyonlarında önemli azalmalar sağlanmış olacaktır. Bu park alanında sabit bir sulama sisteminin kurulması ile bahsedilen kazanımlar çok daha fazla olacaktır.

Su tüketimine dayalı planlı bir sulamanın yapılabilmesi için; belirlenmiş hazır bitki su tüketim değerleri kullanılabilmesi gibi anlık iklim verilerinden yapılacak hesaplamalara dayalı dinamik programlar da kullanılabilir. Bu programların etkinliğini artırmak için de konuyla ilgili park ve bahçeler birimlerine organizasyonu sağlayacak uzman eleman takviyesi, mevcut elemanların eğitimi ve organizasyonu destekleyecek teknik altyapının oluşturulması önemli olacaktır.

Parklardaki toprakların tümünün kumlu tın tekstürde olduğu belirlenmiştir. Yapılan infiltrasyon ölçümlerinde toprağın suyu alma hızının toprak tekstürü ile farklılık gösterdiği görülmüştür. Bu alanların tesisinde kullanılan rulo çimlerin toprağın

geçirgenliğini yavaşlattığı, arazinin toprak yapısından ziyade, kullanılan rulo çime ait toprak tabakasının su geçiriminde daha büyük payı olduğu ortaya çıkmıştır. Dolayısıyla parklarda kullanılan yağmurlama başlığı uygulama hızlarının toprağın kararlı su alma hızları dikkate alınarak yeniden değerlendirilmesi, su kayıplarının azaltılması ve sulamanın üniformitesi açısından yararlı olacaktır.

15 Temmuz Milli İrade Mesire Alanı kuyu suyunda ve şebeke sularında  $\text{HCO}_3$ 'ün çimde yaratabileceği leke oluşumlarına karşı gece sulamalarının yapılması veya küçük zerrelere suyu atan yağmurlama başlıklarının kullanılması veya dönme hızı yüksek başlıklarla suyun uygulanması yararlı olacaktır.

15 Temmuz Milli İrade Mesire Alanı kuyu suyundaki  $\text{NO}_3$  kirliliğine karşı sürecin takip edilmesi çevre koruma anlamında önemli olacaktır.

Rekreasyon alanlarında yer alan yeşil alanların sulanmasında temiz şebeke suyu kullanılmasını azaltmak için kentsel arıtılmış atık suların yüzey altı sistemleriyle uygulanması da düşünülebilir. Yine şebeke sularının kullanıldığı alanlarda kuyu olanaklarının değerlendirilmesi de temiz içme suyu kaynaklarının korunması anlamında yararlı olacaktır.

## KAYNAKLAR

- Anonim, 2017. Türkiye’de Sulanan Bitkilerin Bitki Su Tüketimleri. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Anonim, 2018. DSİ 2018 Yılı Faaliyet Raporu. DSİ, Strateji Geliştirme Daire Başkanlığı, Ankara.
- Ahmed, H.I., Liu, J., 2013. Evaluating Reference Crop Evapotranspiration (ET<sub>o</sub>) in the Centre of Guanzhong Basin – Case of Xingping & Wugong, Shaanxi, China. *Engineering*, 5, 459- 468.
- Avcı, M, Cengil, B., 2010. Ekonomik Damla Sulama Sistemleri. *Ekoloji Magazin*, 26., www.ekolojimagazin.com (26.09.2010).
- Aydınşakir, K., Gürbüz. E., Karagüzel, Ö., Kaya, A.S., 2014. Kısıntılı Sulamanın Çim Kalitesi Üzerine Etkileri., *Derim*, 31(2): 23-36.
- Ayers, R.S., Westcot, D.W., 1985. *Water Quality for Agriculture*. FAO Irrigation and Drainage Paper 29, Rev. 1., FAO, Rome.
- Ayyıldız, M., 1983. *Sulama Suyu Kalitesi ve Problemleri*. Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları No:876, Ders Kitabı 224, Ankara.
- Çetin, Ö., Eylen, M., Nacar, A.S., Üzen, N., 2008. GAP Bölgesinde İklim Değişikliği ve Modern Sulama Sistemlerinin Kullanımının Etkileri. *Sulama Tuzlanma Konferansı*, 12-13 Haziran, 2008. Şanlıurfa, 101-110.
- Çetin, Ö., Tolay, İ., 2009. *Fertigasyon (Sulama ile Birlikte Gübreleme)*. Hasad Yayıncılık, İstanbul.
- Çetin, Ö., Eylen, M., Sönmez, K., 2010. Basınçlı Sulama Sistemlerinin Su Kaynaklarının Etkin Kullanımındaki Rolü ve Mali Destekleri Bu Sistemlerin Yaygınlaşmasındaki Etkisi. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi*, 3(2): 53-57.
- Dan Badaou, A.N., 2019. Arıtma Çamuru Karıştırılmış İnce Bünyeli Bir Toprakta Farklı Aralıklarla Atık Su Uygulamalarının Toprak Özelliklerine Etkisi. *Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*, Erzurum.
- Dehghanianij, H., Yamamoto, T., Rasiah, V., 2004. Assesment of Evapotranspiration Estimation Models For Use in Semi-arid Environments. *Agricultural Water Management*, 64, 91-106,
- Demiralay, İ., 1993. *Toprak Fiziksel Analizleri*. Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları No: 143, Erzurum.
- Demirel, K., 2012. Toprak Altına Serilen Su Tutma Bariyerlerinin (STB) Toprak Su İçeriği ve Çim Bitkisi Gelişimi Üzerine Etkileri. *Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi*, Çanakkale.
- Demirel, K., 2005. *Peyzaj Projelerinde Kullanılan Farklı Yağmurlama Sulama Başlıklarının Performanslarının Belirlenmesi Üzerinde Bir Araştırma*. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Peyzaj Mimarlığı Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Çanakkale.
- DMİ, 2020. *Erzurum İli Uzun Yıllar (1981-2010) İklim Verileri*. Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Doğangönül, Ö., Doğangönül, C. 2008. *Peyzaj Sulamasının Teknik Esasları ve Projelendirme*, Teknik Yayınevi, Ankara.

- Ekinci, B., 2015. Su Kaynaklarının Verimli Kullanılmasına Yönelik Örnek Ülke Uygulamaları ve Ülkemizde Bu Çalışmaların Uygulanabilirliği. T.C Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Uzmanlık Tezi, Ankara.
- Eltan, E., 1998. İçme suyu Sulama Suyu Analiz Yöntemleri. Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Yayın No:18, Ankara.
- EPA, 1999. Method 300.1. Determination of Inorganic Anions in Drinking Water by Ion chromatography. National Exposure Research Laboratory Office of Research and Development U.S. Environmental Protection Agency, Cincinnati, Ohio.
- Erdoğan, O., 2002. Kocaeli İli Sahil Düzenlemesinin Sulama Sistemi Projelendirilmesi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Peyzaj Mimarlığı Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- Ergün, 2019. Farklı Tekstüre Sahip Topraklarda Yüzeydeki Su Derinliğinin İnfiltrasyon Hızına Etkilerinin Araştırılması. Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Tekirdağ.
- Güngör, Y., Erözel, Z., Yıldırım, O., 2002. Sulama. Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Yayın No:1525, 2. Baskı, Ankara.
- Haroğlu, R., 2002. Peyzaj Uygulamalarında Sulama Sistemi Seçimi Üzerinde Bir Araştırma. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Peyzaj Mimarlığı Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Ankara.
- Işık, Ö.B., 2011. Hibrit Çim Yönteminin Futbol Sahalarında Uygulanırlığı. Artium Araştırma Dergisi, 5(2): 1-10.
- İstanbuluoğlu, A., 2015. Hidroloji. Namık Kemal Üniversitesi Genel Yayınları No:17, Ders Notu Yayın No:6, Tekirdağ.
- İşcan, S., Tepeli, E., Uyan, A., Yaşar, M., Çavdar, A., 2001. Sulamanın Temel Esasları 1. T.C. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı, Adana Zirai Üretim İşletmesi ve Mekanizasyon Eğitim Merkezi Müdürlüğü, Yayın No: 2, Adana.
- Jensen, M.E., Burman, R.D. and Allen, R.G. 1990. Evapotranspiration and Irrigation Water Requirements. ASCE Manuals and Reports on Engineering Practice, No. 70, American Society of Civil Engineers, New York.
- Kanber, R., Ünlü, M., 2010. Tarımda Su ve Toprak Tuzluluğu. Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama, Yayın No: 281, Adana.
- Kanber, R., 2010. Tarla Sulama Sistemleri. Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama, Yayın No: 283, Adana.
- Kara, M., 1983. Sulama-Kurutma, Cilt 1, Tarım Arazilerinin Sulanması. Akdeniz Üniversitesi, Isparta Mühendislik Fakültesi Yayınları, No: 5, 162 s., Isparta.
- Kara, M., 2005, Sulama ve Sulama Tesisleri. Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi. Ders Kitapları Yayın No: 52, Konya.
- Karcher, D. E., Richardson, M. D., Hignight, K. Rush, D., 2008. Drought Tolerance of Tall Fescue Populations Selected for High Root/Shoot Ratios and Summer Survival. Crop Sci., 48: 771-777.
- Kaya, S., 2010. Konya Selçuklu İlçesi Yeşil Alanlarında Uygulanan Sulama Sistemleri ve Sancaktepe Parkı Örneği. Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Konya.

- Kaynak, H., 2019. Sulama Suyu Kalitesi ve Tuzluluk Özellikleri. <https://www.tesisat.org/sulama-suyu-kalitesi-ve-tuzluluk-ozellikleri.html>. (16.01.2020).
- Kibaroglu, A., İlker, B., 2003. Güneydoğu Anadolu Projesi Sulama Yönetiminde Sürdürülebilirlik. 2. Ulusal Sulama Kongresi, 16-19 Ekim 2003, İzmir, 33-41.
- Küçüksayan, C., 2010. Peyzaj Uygulamalarında Otomatik Sulamanın Önemi ve Ankara Kent Örneğinde Uygulanmasının İrdelenmesi. Bartın Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Bartın.
- Manav, S., 2009. Peyzaj Mimarlığı'nda Kullanılan Sulama Sistemleri, Teknolojileri ve Rekreasyon Alanlarının Projelendirilmesi. Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Tekirdağ.
- Okman, C., 1994. Hidroloji. Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayın No:1388, Ankara.
- Özer, M.N., 1993. Evapotranspirasyon. Sulama Teknolojisinde Yeni Gelişmeler Semineri, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Yayınları No: 76, Ankara.
- Pereira, L.S. Allen, R.G., Smith, M., Raesda, D.R., 2015. Crop Evapotranspiration Estimation With FAO56: Past and Future. Agricultural Water Management, 47 4-20.
- Tüzüner, A., 1990. Soil and Water Analysis Laboratories Handbook. Ministry of Agriculture, Forestry and Rural Affairs, General Directorate of Rural Services, Ankara.
- Uçar, Y., Kadayıfçı A., Yılmaz İ., Yardımcı N. 2005. Isparta Koşullarında Fasulyenin Su Tüketimi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi, 19 (35): 1-7.
- Yıldırım, O., 1994. Çim Alanların Sulanması. Çağdaş Yaşamda Çim Alanlar Sempozyumu, 2 ve 3. Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü. Ankara.
- Yıldırım, O., 2008. Sulama Sistemlerinin Tasarımı. Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Yayın No.1565, Ankara.
- Yurtseven, E., Bozkurt, D.O., 1997. Sulama Suyu Kalitesi ve Toprak Nem Düzeyinin Marulda Verim ve Kaliteye Etkisi. Tarım Bilimleri Dergisi, 3(2): 44-51.

## ÖZGEÇMİŞ

1985 Yılında Edirne’de doğdu. İlk, Orta ve Lise öğrenimini Erzurum’da tamamladı. 2006 yılında girdiği Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü’nden 2010 yılında mezun oldu. 2016 yılında Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Ana Bilim Dalı’nda Yüksek Lisans Eğitimine başladı. Evli ve 2 erkek çocuk annesidir.

