

T.C
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**TOPRAĞA KARIŞTIRILAN
FARKLI İRİLİK VE ORANLARDAKİ POMZANIN
ÇİM BİTKİSİNİN SULANMASINA ETKİSİ**

MEHMET ALİ DÜNDAR

YÜKSEK LİSANS TEZİ

TARIMSAL YAPILAR VE SULAMA ANABİLİM DALI

KONYA, 2009

T.C
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**TOPRAĞA KARIŞTIRILAN
FARKLI İRİLİK VE ORANLARDAKİ POMZANIN
ÇİM BİTKİSİNİN SULANMASINA ETKİSİ**

MEHMET ALİ DÜNDAR

YÜKSEK LİSANS TEZİ

TARIMSAL YAPILAR VE SULAMA ANABİLİM DALI

Bu tez 26 / 02 / 2009 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oybirliği/oyçokluğu ile kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Nizamettin ÇİFTÇİ
(Danışman)

Prof. Dr. Mehmet KARA
(Üye)

Yrd. Doç. Dr. Ahmet TAMKOÇ
(Üye)

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

TOPRAĞA KARIŞTIRILAN FARKLI İRİLİK VE ORANLARDAKİ POMZANIN ÇİM BİTKİSİNİN SULANMASINA ETKİSİ

Mehmet Ali DÜNDAR
Selçuk Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Nizamettin ÇİFTÇİ
2009, Sayfa: 52

Jüri: Prof. Dr. Mehmet KARA

Prof. Dr. Nizamettin ÇİFTÇİ

Yrd. Doç. Dr. Ahmet TAMKOÇ

Çoğu peyzaj alanlarının sulanması için gerekli olan su, şehir şebekelerinden karşılanmaktadır. Kentsel alanlarda yapay olarak oluşturulan çim alanların en önemli girdisi su ve sulama giderleridir. Bu çalışmada çim yetiştirme toprağına belirli çap ve hacimsel oranda pomza (sünger taşı) karıştırılarak, karışımların toprağın faydalı su kapasitesine, sulama aralığına, sulama sayısına ve çim bitkisinin su tüketimine etkileri araştırılmıştır. Bu amaçla ısı ve nem kontrollü sera ortamında; 1 mm, 2 mm ve 4 mm çaplı pomzalardan, toprağına % 20 ve % 40 hacim oranlarında karıştırılmış ve Konya bölgesinde çim alanların tesisinde kullanılan çim tohumu karışımı, saksılarda yetiştirilmiştir. Bitki su tüketimi takibi gravimetrik yöntemle toprak nemi ölçülerek yapılmıştır.

Araştırma sonuçlarına göre 2 mm çapındaki pomzanın % 40'lık karışımında tarla kapasitesinde en yüksek artış (% 6.93), solma noktasında en fazla düşüş (% 28.04) meydana gelmiştir. Bu karışımda faydalı su kapasitesi (FSK) değeri, pomza karışımsız toprağa göre % 41 gibi büyük bir oranda artmıştır. Bunun sonucunda sulama aralığı artmış, sulama sayısında % 50'ye varan azalışlar meydana gelmiştir. Bitki su tüketimleri de pomza karışımı olan konularda ciddi oranlarda azalmıştır. En büyük azalma; 2 mm pomzanın % 40 karışımında % 27 olarak gerçekleşmiştir.

Sonuçlar genel olarak değerlendirildiğinde, 2 mm ve 4 mm çaplı pomzanın % 40'lık hacimsel karışımları; faydalı su kapasitelerini arttırmış, bitki su tüketimini azaltmış, sulama aralığını uzatarak sulama sayısında önemli azalmalar meydana getirmiştir. Bu nedenle im alanların tesisinde, bitki kök bölgesi toprağı oluşturulurken, 2 mm ya da 4 mm çaplı pomzanın % 40 hacimsel oranda toprağa ilave edilmesinin faydalı olduğu sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Pomza, faydalı su kapasitesi, im su tüketimi, sulama aralığı, sulama sayısı, im toprağı karışımı.

ABSTRACT

MASTER THESIS

THE EFFECT OF IN DIFFERENT SIZE AND DOSES PUMICE ADDED WITHIN THE SOIL ON GRASS IRRIGATION

Mehmet Ali DÜNDAR
Selcuk University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Farm Structures and Irrigation

Supervisor: Prof. Dr. Nizamettin ÇİFTÇİ
2009, **Pages:** 52

Jury: Prof. Dr. Mehmet KARA

Prof. Dr. Nizamettin ÇİFTÇİ

Assist. Prof. Dr. Ahmet TAMKOÇ

Most irrigation water supplies for landscape areas are obtained from municipal pipe Networks. Water and irrigation are the most important inputs of grass lands in residential areas. In this study, the effect of different sized and volumes of pumice applications through grass growth media on available water capacity of soil, irrigation intervals, number of irrigation and crop water use of grass or grass evapotranspiration was researched. For this purpose, 1 mm, 2 mm and 4 mm particle sized pumice were applied with 20% and 40% volume ratios. The grass compositions used in designing of artificial grass lands in Konya were growth in pots. Evapotranspiration of grass was estimated by gravimetric method. In results, the application of 2 mm particle size with 40% volume resulted in the highest increment of field capacity as 6.93%, but the lowest reduction of permanent wilting point as 28.04%. In this application, available water capacity, AWC, was higher as 41% than plot with not applied pumice. As a result of this, irrigation interval increased and irrigation number reduced up to 50%.The evapotranspiration increased remarkably in pumice applied treatments. The highest reduction was found as 27% from 2 mm particle sized pumice with 40% ratio.

In general, the applications of pumice at 2 mm and 4 mm size with 40% volume ratio increased the available water capacity, irrigation interval but, reduced evapotranspiration and irrigation number notably. Thus, it is recommended that 2 mm and 4 mm sized pumice with 40% volume ratio applications into the soil are suitable for grass land areas construction.

Key words: Pumice, available water capacity, evapotranspiration of grass, irrigation interval, irrigation number, grass soil composition.

TEŞEKKÜR

Tez alıőmamda yardımlarını ve desteğini esirgemeyen danışman hocam sayın Prof. Dr. Nizamettin ÇİFTÇİ' ye, bۆlüm başkanımız sayın Prof. Dr. Mehmet KARA'ya ve sayın Yrd. Doç. Dr. Ahmet TAMKOÇ, Yrd. Doç. Dr. Mehmet ŞAHİN ve Yrd. Doç. Dr. Mehmet HAMURCU'ya sonsuz teőekkürlerimi sunarım.

Ayrıca ۆęrenim hayatım boyunca beni destekleyen kıymetli aileme en içten teőekkürlerimi sunarım.

Mehmet Ali DÜNDAR

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖZET	i
ABSTRACT	iii
TEŞEKKÜR	v
İÇİNDEKİLER	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ	viii
RESİMLER DİZİNİ.....	ix
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI.....	6
2.1. Pomza Kullanımı.....	6
2.2. Yeşil Alanlar ve Sulanması.....	12
2.3. Yeşil Alanlarda Sulama Yöntemleri.....	14
3. MATERYAL VE METOT.....	18
3.1. Materyal.....	18
3.1.1. Deneme yeri.....	18
3.1.2. Toprak ve sulama suyu özellikleri.....	19
3.1.3. Pomza (sünger taşı)'nın özellikleri.....	20
3.1.4. İklim özellikleri.....	21
3.1.5. Bitki örtüsü.....	22
3.2. Metot.....	23
3.2.1. Denemenin kurulması ve sulama.....	23
3.2.2. Deneme deseni ve konular.....	25
3.2.3. Toprak ve su örneklerinin alınması ve analiz yöntemleri.....	26
4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA.....	28
4.1. Toprağın Fiziksel ve Kimyasal Özelliklerindeki Değişimler.....	28
4.2. Bitki Su Tüketimi.....	34
4.3. Sulama Aralığı ve Aylık Sulama Sayısındaki değişimler.....	36
4.4. Bitki Gelişimi.....	39
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	43
5.1. Sonuç.....	43
5.2. Öneriler.....	47
6. KAYNAKLAR.....	48

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa No

1.	Çizelge 1.1. Türkiye’de yıllara göre farklı sektörlerde suyun kullanımı.....	2
2.	Çizelge 1.2. Konya ovası ve Konya havzası genel sulama suyu kaynakları potansiyeli....	3
3.	Çizelge 1.3. Konya kenti aktif yeşil alanlarının kullanım durumu.....	4
4.	Çizelge 3.1. Deneme öncesi toprağın bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri.....	19
5.	Çizelge 3.2. Sulama suyu olarak kullanılan şebeke suyunun bazı kimyasal özellikleri.....	20
6.	Çizelge 3.3. Asidik ve bazik pomzaların genel kimyasal bileşimi.....	21
7.	Çizelge 3.4. Denemede kullanılan asidik pomzanın fiziksel ve kimyasal özellikleri.....	21
8.	Çizelge 3.5. Deneme deseni.....	25
9.	Çizelge 4.1. Toprak ve karışımların deneme öncesi bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri..	28
10.	Çizelge 4.2. Toprak ve karışımların deneme sonrası bazı fiziksel ve kimyasal özellikler..	28
11.	Çizelge 4.3. Toprak ve karışımların faydalı su kapasitesi değişimleri.....	31
12.	Çizelge 4.4. Sera koşullarında çim bitkisinin aylara göre su tüketimi.....	34
13.	Çizelge 4.5. Temmuz-Ağustos ayları sulama aralıkları ve sulama sayıları.....	37
14.	Çizelge 4.6. Sulama aralığı ve sulama sayısında oluşan farklar.....	38
15.	Çizelge 4.7. Aylara göre çim yaş ağırlıkları.....	39

ŞEKİLLER DİZİNİ		Sayfa No
1.	Şekil 4.1. Deneme öncesi pH.....	29
2.	Şekil 4.2. Deneme sonrası pH.....	29
3.	Şekil 4.3. Deneme öncesi EC.....	29
4.	Şekil 4.4. Deneme sonrası EC.....	29
5.	Şekil 4.5. Deneme öncesi kireç.....	30
6.	Şekil 4.6. Deneme sonrası kireç.....	30
7.	Şekil 4.7. Farklı uygulamalarda tarla kapasitesi ve solma noktası değerleri.....	32
8.	Şekil 4.8. Farklı uygulamalarda faydalı su kapasitesi ve hacim ağırlığı değerleri.....	33
9.	Şekil 4.9. Aylara göre su tüketimi (%20).....	35
10.	Şekil 4.10. Aylara göre su tüketimi (%40).....	35
11.	Şekil 4.11. Sezon sonu bitki su tüketimi.....	35
12.	Şekil 4.12. Temmuz ayı sulama aralığı.....	37
13.	Şekil 4.13. Ağustos ayı sulama aralığı.....	37
14.	Şekil 4.14. Temmuz ayı sulama sayısı.....	38
15.	Şekil 4.15. Ağustos ayı sulama sayısı.....	38
16.	Şekil 4.16. Çim yaş ağırlıkları.....	40
17.	Şekil 4.17. Çim yaş ağırlıkları.....	40
18.	Şekil 4.18. Çim yaş ağırlıkları.....	40
19.	Şekil 4.19. Çim yaş ağırlıkları.....	40
20.	Şekil 4.20. Sezon sonu çim yaş ağırlıkları.....	41

RESİMLER DİZİNİ

Sayfa No

1. Resim 3.1. Denemenin yürütüldüğü araştırma serası.....	18
2. Resim 3.2. Denemede kullanılan plastik saksı.....	19
3. Resim 3.3. Toprak-pomza karışımları.....	23
4. Resim 4.1. %100 Toprak (T).....	41
5. Resim 4.2. A ₂₀ Uygulaması.....	41
6. Resim 4.3. A ₄₀ Uygulaması.....	41
7. Resim 4.4. B ₂₀ Uygulaması.....	41
8. Resim 4.5. B ₄₀ Uygulaması.....	42
9. Resim 4.6. C ₂₀ Uygulaması.....	42
10. Resim 4.7. C ₄₀ Uygulaması.....	42
11. Resim 4.8. Tüm uygulamalar.....	42

1. GİRİŞ

Gelişen sanayileşme, nüfus artışı ve kentleşme, toplumsal, ekonomik ve kültürel dengesizliklerle beraber, açık mekanların yok olmasına, kentlerin insan yaşamı için sosyal, kültürel ve biyolojik anlamda yetersiz bir çevre haline gelmesine neden olmaktadır. Sağlıklı bir çevre elde edilmesi, kent halkının rekreasyonel gereksinimlerinin karşılanması, kentin fiziksel yapısının iyileştirilmesi, insan-toplum-doğa ilişkilerinin düzenlenmesi ve ekolojik dengenin sağlanması, iyi bir açık yeşil alan sisteminin oluşturulmasına bağlıdır (Güngör 1996).

Kentsel dış mekanlarda doğaya ve yeşile, diğer yapılanmış çevre ilişkileri için gereksinim vardır. Yeşil; formu, rengi, kullanımları/tasarımsal konumları, ölçüleri ile mekanları belirginleştiren, tamamlayan, sınırlandıran, alt mekan oluşturan özellikleri ile kentsel mekan düzenleme ilkeleri içinde görsel kaliteler arasında yer almaktadır (Demirel ve ark. 2004).

Çağdaş kentlerde yer alan parklarda geniş çim alanların işlevi estetik güzellik sağlamanın çok ötesinde, üzerinde dinlenme ve oynamaya olanak veren yeşil bir örtü niteliği taşır. Yeşil mekanlarda yüzey etkisi oluşturan çim alanlar, kitle etkisi oluşturan ağaç ve ağaççıklarla çeşitli mekan ve optik etkileri yaratırlar (Yazgan 1991).

Çim alanları; toprak yüzeyini örten, sık bir halde gelişen, homojen bir görünüme sahip, devamlı biçilerek kısa tutulan, genellikle buğdaygiller (Graminae) Familyası'ndan olan bitki veya bitki topluluklarının bulunduğu yapay olarak tesis edilen yeşil yüzeylerdir. Çim alanlar park ve bahçelerde ağaç ve ağaççıklar, çeşitli renkte çiçeklere sahip, tek ve çok yıllık bitkilerle renk ve form bakımından güzel bir kontrast oluştururlar (Orçun 1979).

Çoğu yerlerde peyzaj alanlarının sulanması için gerekli su, şehir şebekelerinden karşılanmaktadır. Her şeyden önce belli bir maliyeti olan içme ve kullanma sularının, peyzaj alanlarının sulanmasında kullanılması ve hatta rasgele kullanılması su kaynaklarının devamlılık ilkesi çerçevesinde kullanılması ile çelişmektedir. Su, gerek tarım gerekse diğer alanlarda özellikle de insan hayatında vazgeçilmez bir öğedir. Bu derece önemli olan suyun, bütün alanlarda etkin bir şekilde kullanılması zorunludur (Şahin 2005).

Ülkemizde iklim, kurak ve yarı kurak özelliktedir. Ancak iklim değişimi mevsimsel ve bölgesel farklılıklar göstermektedir. Yıllık ortalama yağış 643 mm'dir. Bu da yıllık 501 milyar m³ suya karşılık gelmektedir. Bu miktarın 274 milyar m³'ü evapotranspirasyonla atmosfere geri dönmekte, 41 milyar m³'ü yüzeyden sızmalarla yeraltına sızmakta, arta kalan 186 milyar m³ su yüzey akışına geçerek potansiyel suyu oluşturmaktadır. Yüzey akışına geçen suların 98 milyar m³'ü kullanılabilir özelliktedir. Ülkenin çekilebilir yer altı su potansiyeli ise 12 milyar m³'tür. Günümüz şartlarında ülkenin kullanılabilir toplam su hacmi 110 milyar m³/yıl'dır (Çiftçi ve ark. 2003).

Ülkenin toplam yüzölçümü 78 milyon hektar olup bunun yaklaşık 28 milyon hektarı tarıma elverişlidir. Tarım arazilerinin 16.5 milyon hektarı sulamaya elverişli olurken günümüz imkânları ile ekonomik ve teknik olarak sulanabilir arazi varlığı 8.5 milyon hektar civarındadır. 2008 yılı itibarıyla sulamaya açılan arazi varlığı 5.1 milyon hektardır. Sulamaya açılan arazilerin 2.9 milyon hektarı (% 57) Devlet Su İşleri (DSİ), 1.3 milyon hektarı (% 25) Mülga Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü (KHGM) ve 0.9 milyon hektarı (% 18) ise halk sulamalarıdır (Çiftçi ve ark. 2008).

Suyun insanlar için başlıca üç kullanım alanı vardır. Bunlar; evsel tüketim (içme suyu dahil), tarım ve endüstridir. Dünya genelinde ülkelerin gelişmişlik düzeyine bağlı farklılıklar olmakla beraber tarımda kullanılan su oranı ortalama % 70, konutta % 10 ve endüstride ise % 20 civarındadır. Bu da gösteriyor ki tarımdaki kullanım en yüksek düzeydedir. Dünya yüzeyinde 270 milyon hektar alanda tarımsal sulama yapılmaktadır. Tarımsal sulama alanı arttıkça su tüketimi de artacaktır (Çiftçi ve ark. 2007).

Türkiye'de de su kaynaklarının en yoğun olduğu alan tarımsal sulamadır. Su kullanımına ilişkin rakamlar ve bunların yıllara göre değişimi Çizelge 1.1. de verilmiştir.

Çizelge 1.1. Türkiye'de yıllara göre farklı sektörlerde suyun kullanımı (Şener ve ark. 2005).

Yıllar	Toplam Tüketim (10 ⁶ m ³) %		Farklı Sektörlerde Su Kullanımı					
			Sulama (10 ⁶ m ³) %		İçme-Kullanma (10 ⁶ m ³) %		Sanayi (10 ⁶ m ³) %	
1975	11800	11	9000	76	1600	14	1200	10
1990	30600	28	22016	72	5141	17	3443	11
2000	42000	38	31500	75	6400	15	4100	10
2030	110000	100	71500	65	18000	15	22000	20

Çizelgeden de görüleceği gibi 2000'li yıllarda toplam suyun % 75'i tarımsal alanda, % 15'i içme- kullanma ve % 10'da endüstride kullanılmaktadır. Bu da ülkemizde tatlı su

kaynaklarında tarımsal kullanımın ne denli önemli olduğu ve tarımsal sulamada su tasarrufu sağlayan sulama uygulamalarının önemini arz etmektedir.

Konya Ovası'nda kullanılabilir su kaynaklarının % 72'sini (2.932 milyar m³/yıl) yerüstü, % 28'ini (1.150 milyar m³/yıl) ise yer altı su kaynakları oluşturmaktadır. Emniyetli çekilebilir yer altı su potansiyeli 1.150 milyar m³'dür (Çizelge 1.2.).

Çizelge 1.2. Konya ovası ve Konya havzası genel sulama suyu kaynakları potansiyeli (milyar m³/yıl) (Anonymous 2007).

Su Kaynağı	Yıllık Potansiyel		Kullanım Durumu			
			Kullanılabilir		Kullanıma Açılan	
	Konya	Havza Geneli	Tarım	Kentsel	Tarım	Kentsel
Yerüstü	2.939	5.949	1.390	0.119	0.900	0.047
Yer altı	1.115	1.671	1.360	0.311	1.408	0.263
Toplam	4.089	7.620	2.750	0.430	2.308	0.310

Konya yeşil alanlarının sulanmasında yer altı ve yer üstü su kaynakları kullanılmaktadır. Kullanılan şehir şebeke suyu üç farklı kaynaktan; yüzey suları (baraj), yer altı suları ve pınarlardan sağlanmaktadır (Şahin 2005).

Konya kentinin; ağaçlık, çim, mezarlık ve oyun alanlarından oluşan kentsel yeşil alanların dağılımı çizelge 1.3.'de verilmiştir. Mevcut yeşil alan miktarı 857 hektar olup 180 hektar'lık kısmı çim alanlarıdır. Bu rakamlar dikkate alındığında kişi başına düşen yeşil alan miktarı yaklaşık 11.5 m² olup Türkiye koşullarında bir çok ilin yeşil alan miktarına göre fazladır. Konya kent içi yeşil alanlarının % 21'ini çim alanları oluşturmaktadır. Tüm bu rakamlara ve oranlara bakılarak yeşil alan ve özellikle çim alanlarının sulanmasında su tasarrufu sağlayacak önlemlerin alınması gerekmektedir.

Çizelge 1.3. Konya kenti aktif yeşil alanlarının kullanım durumu (Şahin 2005).

Yeşil Alanlar	Kullanım Alanı (ha)	%
Ağaçlık	507	59
Çim	180	21
Mezarlıklar	150	18
Oyun Sahaları	20	2
Toplam	857	100

Tarımsal sulama, bitkisel üretimde yağışın yetersizliğinde istenilen verime ulaşmada uygulanan en önemli teknolojik faktörlerden birisidir. Su, bitkisel üretime katkı sağlarken, aynı zamanda toprak ve diğer üretim faktörlerini de etkiler. Sulamanın etkinliği iklim, bitki, toprak özelliğine bağlıdır (Çiftçi ve ark. 2007). Sulama; bitkilerin gelişmesini sürdürdürebilmesi için gerekli olan, ancak doğal yağışlarla karşılanamayan suyun bitkilere ölçülü ve kontrollü biçimde verilmesi şeklinde tanımlanmaktadır. Sulamada temel amaç; bitki gelişimi için gerekli olan suyun kök bölgesinde her noktada eşit olarak depolanmasıdır. Bunun için suyun bitki kök bölgesine en uygun biçimde verilmesi gerekir. Bitkilerin normal gelişimlerini sürdürebilmeleri için büyüme mevsimi boyunca bitki kök bölgesinde yeterli seviyede nemin bulunması şarttır. Bunun için sulama yapmak zorunludur (Kara 2005). Çim alanlarda su gereksinimi, verimden çok kalite ve performans standartlarını karşılamak için gerekli olan suyu ifade eder (Baştuğ 1999).

Pomza taşı, suyu tutan ve koruyan, bu özelliği ile de su kullanımında ekonomi sağlayan bir agregat olması nedeniyle kurak ve yarı kurak bölgeler için önemi bir kat daha artmaktadır. Pomza, toprakların faydalı su tutma kapasitesini, porozitesini ve sulama aralığını artırması bakımından önemli bir materyaldir. Pomza taşı, fazla miktarda ve daha uzun süre elverişli düzeyde su tutabilme özelliğine sahip olduğundan önemli bir toprak düzenleyicisidir.

Pomza terimi İtalyanca bir sözcüktür. Değişik dillerde farklı olarak adlandırılır. Fransızca'da Ponce, İngilizce'de orta taneli olanlara Pumice, doğal olarak ince taneli olanlara Pumicite denmektedir. Almanca'da ise iri taneli olanlara Bimstein, küçük taneli olanlara Bims adı verilmektedir. Türkçe'de ise sünger taşı, nasır taşı, topuk taşı, hisir taşı, kisir gibi adlarla anılmaktadır. Bu araştırmada "pomza" olarak anılacaktır.

Pomza, açık renkli, boşluklu, süngerimsi, volkanik olaylar neticesinde oluşmuş, fiziksel ve kimyasal etkenlere karşı dayanıklı, gözenekli, silisli volkanik bir kayadır.

Pomza, çok poröz olan volkanik cam taşır, yaygın biçimde gaz boşlukludur. Oluşumu sırasında, bünyedeki gazların, ani olarak bünyeyi terk etmesi ve ani soğuma nedeniyle, makro ölçekten mikro ölçeye kadar sayısız gözenek içerir. Doğada asidik ve volkanik faaliyetler neticesinde iki tür pomza gözlenmektedir. Bunlar, asidik pomza ve bazik pomzadır. Asidik pomza beyaz ve kirli beyaz renkte olup hacim ağırlığı $0.5-1 \text{ g/cm}^3$ 'tür. Bazik pomza ise kahverengi veya siyah renktedir ve hacim ağırlığı $1-2 \text{ g/cm}^3$ 'tür. Pomza taşı agregası yaklaşık %70 boşluk içermektedir (Özkan ve ark. 2001).

En büyük girdisi sulama olan çim alanlarının tesisinde kullanılan toprakların oluşturulmasında belirli oranlarda sünger taşı (pomza) karıştırarak; toprakların faydalı su tutma kapasitesinin ve sulama aralığının artırılmasından dolayı, sulama suyundan ve işçilik giderlerinden sağlanacak tasarruf, Konya gibi su kıtlığı çeken bölgeler için oldukça önemlidir.

Sulama aralığı, iki sulama arasında geçen süredir. Bu, işçilik giderleri açısından önemlidir. Bir sezonda yapılan sulama sayısının azaltılması demek aynı dönemdeki sulama giderlerinin aynı oranda azalması anlamına gelir ki; özellikle kurak ve yarı kurak bölgelerde sulama suyu tasarrufu açısından da oldukça önemlidir. Özellikle sulama suyu şehir içme ve kullanma suyu şebekesinden sağlanıyorsa bu durum daha da önemli hale gelir. Ayrıca sünger taşı suyu tutma özelliği nedeniyle evaporasyonu da etkilemektedir. Yani evaporasyonu azaltmaktadır. Evaporasyonun azalması da sulama aralığını artırır ve sulama sayısını ve dolayısıyla verilen su miktarını azaltır.

Yapılan bu çalışma ile; önemi günden güne artan tatlı su kaynaklarını korumak amacıyla, en büyük girdisi su olan ve çoğunlukla şehir şebekelerinden karşılanan çim alanlarının, daha az su ve işçilik harcanarak işlevini yerine getirmesi için pomza kullanımı denenmiş ve önerilmiştir.

Araştırma beş bölümden meydana gelmiştir. Giriş bölümünde konuyla ilgili genel bilgiler verilmiş, kaynak araştırması bölümünde araştırma konusu ile ilgili çalışmaların özeti verilmiş, materyal ve metot bölümünde araştırmada kullanılan materyal ve yöntemler tanıtılmış, dördüncü bölümde çalışmadan elde edilen bulgular tartışılmış, beşinci bölümde çözüm ve öneriler sunulmuştur. Çalışmanın sonuna kaynak listesi eklenmiştir.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1. Pomza Kullanımı

Harman ve Zengerle (1979), domatesleri torba içerisindeki pomzalı karışımlarda yetiştirmenin toprakta yetiştirmeye göre daha ekonomik olduğunu, hastalık ve zararlıların azaldığını ortaya koymuşlardır.

Chen ve ark. (1980), parçacık büyüklüğü, gözenekliliği, su tutma kapasitesi, havalanma kapasitesi, hidrolik iletkenliği gibi özelliklerinin uygun olması nedeniyle, pomza ve torf ile bunların belirli hacimlerde karışımlarının sera yetiştiriciliğinde yetiştirme ortamı olarak kullanılabilirliğini belirtmişlerdir.

Leque(1981), topraksız kültürde ve toprak düzenleyicisi olarak kullanılan pomzanın fiziksel özelliklerini incelemiş, substrat porozitesinin % 71.3, su tutma kapasitesinin % 19.6, kation değişim kapasitesinin 5 me/100 g ve pH'nın 7-9 arasında olduğunu belirtmiştir.

Verdonck (1984), parçacık iriliklerine göre pomzayı, çok ince, orta ve çok iri olarak gruplandırarak, çok ince olanın tarımda kullanılamayacağını, ince pomzanın çam döküntüsü gibi su tutma kapasitesi düşük ortamların su tutma kapasitelerini artırmak için kullanılabilirliğini, orta irilikteki pomzanın, yetiştirme ortamı olarak en uygun olduğunu, çok iri pomzanın ise substratlarda havalanmayı artırmayı sağladığını bildirmiştir.

Diñç ve ark. (1984), domates üretiminde, Nevşehir'den sağlanan pomza ve organik toprağı denemişlerdir. Araştırmacılar, pomzanın toprağına göre 15 gün erkencilik sağladığını ve daha yüksek ürün verdiğini belirtmişlerdir. Bu nedenle de pomzanın domates yetiştiriciliğinde kullanılabilirliğini vurgulamışlardır.

Szmidt ve ark. (1988), pomza kültürü üzerine yapılan çalışmalar neticesinde, mineral gübre, kompost artıkları takviyeli % 80'e varan miktarda pomzadan oluşan ortamlarda, 1982 yılında 24.4 kg, 1983'de 22.8 kg, 1984'de 26.1 kg, 1985'de 25.5 kg, 1986'da 24.3 kg domates/m² ürün elde edildiğini saptamışlardır.

Linardakis ve Manios (1991), serada mineral toprak, organik toprak ve pomza ile bunların belirli hacimlerdeki karışımlarında çilek yetiştirmişler ve en fazla çilek ürünün (250 gr meyve/bitki) % 80 pomza+% 20 toprak karışımından elde etmişlerdir.

Clemens ve Singer (1992), üç çeşit kireçle toprak ve hacimce % 15'den fazla pomza karıştırılmış toprağa demir şelatı karıştırılmış pomzalı toprakta yetişen bitkilerin yapraklarındaki klorofil oranının normale göre daha yüksek olduğunu belirlemişlerdir.

Einarsson ve ark. (1993), besince zenginleştirilmiş pomza kültüründe rhizobium lupini bakterisini çoğaltarak lupinus nootkatensis tohumlarına aşılama ve bu tohumları erozyona açık kumlu topraklara ekmişlerdir. İlk yılda kontrole göre bu bitkilerin % 56'sı iyi bir şekilde nodül oluşturarak gelişim göstermişlerdir.

Karaman ve ark. (1993), bitki yetiştirme ortamı olarak pomza taşının farklı azot dozlarında mısır bitkisinin gelişimine etkisini belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada, pomzanın azotlu gübre etkisinde; bitki su tüketimi, kuru madde miktarı ve alınan azot (N), fosfor (P), potasyum (K) miktarlarına etkisini araştırmışlardır. Azot dozları, amonyum sülfat formunda gelişme ortamına karıştırılmıştır. Deneme sonuçlarına göre; toprağa belirli oranlarda karıştırılan pomza taşı, bitki su tüketimini azaltmış, sap ve kök kuru madde miktarını artırmıştır. Genel olarak pomza ve azotlu gübre uygulaması, mısır bitkisine alınan N,P ve K miktarına olumlu etkide bulunmuştur. Sonuç olarak; besin elementlerine takviye edildiği takdirde pomza taşı, bitki yetiştirme ortamı olarak güvenle kullanılabilir.

Paksoy (1995), değişik ortamlarda domates yetiştirerek verim ve kalite özelliklerini araştırmış, perlit ve pomzanın mantar kompost atığı ile ayrı ayrı 1:1 oranında karıştırıldığı zaman, perlit, pomza ve mantar kompost atığının tek başına kullanılmasına göre daha yüksek verim ve kaliteli ürün alındığını belirtmiştir.

Şahin ve ark. (1997), seralarda topraksız kültürde pomzanın kullanılabilirliği üzerine bir araştırma yapmışlardır. Araştırmada Erzurum-Pasinler ve Van-Erciş pomzalarının bazı özellikleri, seralarda topraksız tarım uygulamalarında yaygın olarak kullanılmakta olan Etibank işletmesine ait perlitte, 4 değişik dane büyüklüğünde karşılaştırılmıştır. Bu amaçla söz konusu malzemelerin ; dane yoğunlukları, kütle yoğunlukları, poroziteleri, pF-% nem ilişkileri, hava kurusu nem miktarları, hidrolik iletkenlikleri, katyon değişim kapasiteleri (KDK), reaksiyonları (pH), kireç içerikleri ve elektriksel iletkenlikleri (EC) belirlenmiştir. Sonuçta, belirlenen bu özelliklerin dane büyüklüğüne göre değişim gösterdiği, aynı zamanda malzeme türleri arasında da farklılıklar olduğu gözlenmiştir. Yapılan değerlendirme sonucunda, Erzurum-Pasinler ve Van-Erciş pomzalarının seralarda topraksız kültürde kullanılabileceği, özellikle bölgede yer alan Erzurum-Uzundere ve Artvin-Yusufeli seralarında ise Erzurum-Pasinler pomzasının ulaşım kolaylığı ve ekonomi yönünden daha avantajlı olacağı söylenebilir. Erzurum-Pasinler pomzasının en uygun dane büyüklüğü olarak ta, sulama yönünden tarla

kapasitesi civarlarında daha fazla su içeren, 0.5 mm'den küçük, 0.5-1.0 mm ve 1.0-2.0 mm'lik dane büyüklüklerini önermişlerdir.

Şahin ve ark. (1998), pomza ve perlitte farklı tane büyüklüğünde, farklı damlatıcı debileri ve toplam sulama suyu miktarının nem dağılımına etkisini araştırmışlardır. Denemede, toplam 5 l ve 10 l'lik su hacimleri, 2 l/h, 4 l/h, 6 l/h, 8 l/h'lik debiler halinde uygulanmıştır. Deneme, 80 cm çapındaki drenaj tipli silindirlere 80 cm derinliğinde örnekler oluşturularak yürütülmüştür. Her uygulamadan sonraki yatay ve düşey nem ilerlemesine; debi, su uygulama miktarı ve tane büyüklüğü çok önemli derecede etkili olmuştur. Materyal olarak perlitte pomzadan daha az yatay ve düşey ilerleme olurken, her iki materyalde de 10 l su uygulama miktarında yatay ve düşey ilerlemenin daha fazla olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, ıslatılan kesit şeklinin debi ve tane büyüklüğü ile değiştiği gözlenmiştir.

Şahin ve ark. (1998), kum-çakıl filtrelerde pomzanın kullanılabilirliği üzerine araştırma yapmışlardır. Damla sulama sisteminin önemli bir elemanı olan kum-çakıl filtrelerde filtre malzemesi olarak pomza kullanmışlardır. Pomza, biri geleneksel olmak üzere iki farklı tabaka düzeninde denenmiştir. 1000 ppm yoğunluğunda, 90 mikrondan küçük çaptaki sediment içeren su, filtreye uygulanmıştır. Uygulama debisi 300 l/h olarak seçilmiştir. Geleneksel kum-çakıl filtrenin tıkanma süresi esas alındığında, değiştirilmiş tabaka düzenlemeli pomzada çıkan sedimentin, geleneksel kum-çakıl filtreden az olduğu belirlenmiştir. Çıkan sediment miktarı; pomzada, kum-çakıla göre % 74.51 daha az olmuştur. Geleneksel kum-çakıl filtrenin tıkanma süresinde çıkan sediment miktarının pomzada çıktığı süreye göre analiz yapıldığında da, pomzanın yaklaşık % 38 daha fazla kullanım süresi sağladığını saptamışlardır.

Özgümüş ve Ataman (1999), Türkiye'nin değişik yörelerinde yer alan pomzaların bitki yetiştirme ortamı olarak kullanım olanaklarının araştırılması amacıyla 27 pomza örneğinde fiziksel ve kimyasal özelliklerini belirlemişlerdir. Bu örneklerden üç tanesi ile ayrıca sera denemesi kurulmuş ve kesme çiçek olarak Gerbera (Gerbera Jamesonii) yetiştirilmiştir. Laboratuvar çalışmaları, bir örnek dışında bütün pomza örneklerinin bitki yetiştirme ortamı olarak iyi fiziksel ve kimyasal özelliklere sahip olduğunu göstermiştir. Farklı irilikteki pomzaların su tutma özellikleri ile ilgili analizler, pomzanın genel olarak yüksek bir hava kapasitesine sahip olduğuna, ancak, kolay alınabilir su yüzdesinin ve su tamponlama kapasitesinin düşük olduğunu göstermiştir. Sera denemesinde kullanılan substratlar arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık görülmemiş olmakla birlikte, pomza ve pomza-torf ortamlarında yetiştirilen Gerberaların çiçek verimleri perlitte oranla

daha yüksek bulunmuştur. Çalışma sonuçları, çeşitli yörelerden alınan pomza örneklerinin bitki yetiştirme ortamı olarak, tek başlarına veya torf ile karıştırılarak, başarılı bir şekilde kullanılabilceğini göstermiştir.

Şeker (1999), killi tın toprağın pomza, kum ve ahır gübresiyle hazırlanmış karışımlarının sıkıştırma, penetrasyon dirençleri üzerine bir araştırma yapmış ve çeşitli faaliyetler sonucu toprak sıkışması sorunu bulunan tarım alanlarında, seralarda ve yeşil sahalarda basınçlardan kaynaklanan sıkışmanın azaltılmasında; pomza, ahır gübresi ve kumun uygun özelliklere sahip olduğunu belirtmiştir. Ancak, sıkışmanın olumsuz etkilerinin azaltılmasında, pomza ve ahır gübresinin kuma göre daha etkili olduğunu saptamıştır. Karışımlardaki kum oranlarının artışı, hacim ağırlığını önemli derecede artırmıştır. Bunun sebebi, kumun yoğunluğunun doğal olarak pomza ve ahır gübresinden daha yüksek olması ve gözenekliliğin daha düşük olmasıdır. Her üç materyalin de penetrasyon direncini azaltmadaki olumlu etkileri en fazla 6:4 oranlarında hazırlanan karışımlardan saptanmıştır.

Şahin ve ark. (2001), yapılan çalışmayla, bazı organik (turba oluşturan yosun, turba, talaş) ve inorganik (perlit, pomza, dere kumu) maddelerin; pH, elektriksel iletkenlik, kation değişim kapasitesi, karbonatlar, organik madde, parçacık boyut dağılımı, hacim yoğunluğu, su tutma özelliği ve gözenek boyut dağılımı gibi özellikleri tespit edilmiştir. Düşük tansiyonda (<pF 2.52) tutulan su miktarı; pomza, talaş, turba oluşturan yosun, perlit, turba ve dere kumu yüzde değerleri sırasıyla: 62.6, 59.2, 57.1, 53.7, 53.00, 28.9 olarak bulunmuştur. Bununla birlikte, organik-organik, inorganik- inorganik ve organik-inorganik karışımlarda bu değerler en yüksek, turba-talaş karışımında %60.0, perlit-dere kumu karışımında % 40.1 ve talaş-perlit karışımında % 57.2 bulunmuştur. Organik, inorganik, organik-organik, inorganik- inorganik, organik- inorganik karışımlarda makrogözeneklerin miktarı ile sağlanan en yüksek havalanma, talaşta (% 56.9), pomzada (% 60.2), turba-talaş karışımında (% 56.0), perlit-dere kumu karışımında (% 34.4), talaş-perlit karışımında (% 52.6) olarak tespit edilmiştir. Kullanılan maddelerin en düşük hacim yoğunluğu ise sırasıyla, 0.086 g/cm³ (turba oluşturan yosun), 0.118 g/cm³ (perlit), 0.121 g/cm³ (turba oluşturan yosun:talaş), 0.325 g/cm³ (perlit:pomza) olmuştur. Substratların pH değerleri; 5.1'den (turba oluşturan yosun ve turba) 7.6'ya (pomza) kadar değişmektedir. En yüksek elektrik iletkenliği, kation değişim kapasitesi, karbonatlar ve organik madde miktarları sırasıyla 1.065 dS/m (turba), 206.4 cmol/kg (turba oluşturan yosun), % 0.75 (pomza) ve % 95 (turba oluşturan yosun) olarak bulunmuştur.

Erpul ve Bayramin (2004), tarımsal amaçlı kullanım potansiyelinin belirlenmesi amacıyla beyaz ve sarı pomza örneklerinin su tutma özelliklerine ait sonuçları belirlemişlerdir. Dört farklı tane büyüklüğünde (>4 mm, 4-2 mm, 2-1 mm ve <1 mm) her bir pomza örneğinin, cm su sütunu olarak 0,10,50,100,333 ve 15 000 uygulanan basınçlarda tutabildikleri rutubet kapsamları incelenmiş ve bu özelliklerden yararlanılarak, bitki yetiştirme ortamı olarak kullanılmasında önem oluşturan özellikleri, havalanma kapasitesi, kolaylıkla kullanılabilir su ve tamponlama kapasitesi değerleri belirlenmiştir. Bu değerlere göre, sarı ve beyaz pomzanın 2-1 mm ve <1 mm tane boyutlarının bitki yetiştirme ortamı olarak optimum ve ideal değerlere ulaştığı ve çok yaklaştığı gözlenmiştir. Bu boyuttaki sarı ve beyaz pomzanın kendi içerisinde veya birbirleriyle uygun oranlarda karıştırılması sonucu, havalanma kapasitesi yönünden optimum ve kolaylıkla kullanılabilir su ile tamponlama kapasitesi açısından ideal bir bitki yetiştirme ortamının sağlanabileceği sonucuna varılmıştır. Ayrıca sarı ve beyaz pomzaların, ağır bünyeli toprakların fiziksel koşullarının iyileştirilmesinde başarı ile kullanılabilceği tespit edilmiştir.

Şahin ve ark. (2004), yapılan çalışmayla çilek bitkisinde toprağın ıslahında farklı düzeylerdeki pomzanın etkisi araştırılmıştır. İki çapta pomza (2-4 mm ve 4-8 mm) toprağa karıştırılmış ve üç doz (% 15, % 30 ve % 45) uygulanmıştır. Bunun sonucunda altı farklı büyüme ortamı elde edilmiştir. Bu büyüme ortamlarında, farklı tansiyon ve gözenek büyüklüğü dağılımına göre tutulan nem miktarları tespit edilmiştir. Bu büyüme ortamlarında günlük nötr-çilek bitkisi Fern çeşidinde, yaprak sayısı, yaprak alanı, yaş ve kuru kök ağırlığı, en gelişmiş kök uzunluğu ve artan yaş ağırlık gibi bitki özellikleri tespit edilmiştir. En iyi bitki gelişimi, 4-8 mm çapında pomzada ve % 45 pomza ıslah oranındaki toprakta gözlemlenmiştir.

Şahin ve ark. (2006), bahçe kültürü ortamında toprağa eklenen pomzanın, toprağın fiziksel özelliklerine etkisini incelemişlerdir. Bu çalışmanın amacı, farklı çap ve orandaki pomzanın toprakla karışımının gözenek boyut dağılımına ve karışım ortamının hacim yoğunluğuna etkilerini tespit etmektir. Farklı çaplardaki pomzanın (<4 mm, <8 mm ve 4-8 mm) hacimsel olarak karışım oranı (% 10, 20, 30, 40, 50) 8 mm'lik elekten geçirilen iki çeşit toprağa karıştırılmıştır. Nem karakteristik eğrisi ve hacim yoğunluğu her bir karışım ortamı için tespit edilmiştir. Nem karakteristik eğrisinden gözenek boyut dağılımı elde edilmiştir. Havalanma, su geçirgenliği ve ortamın su tutması hesaplanmıştır. Sonuçlara göre pomzanın artan oranı ve artan boyutuna göre toplam gözeneklilik artmıştır. Gözeneklerin miktarı drenaj ve havalanmanın artması için önemlidir ancak, hacim yoğunluğu, karıştırılan pomzanın oranının artmasına bağlı olarak belirgin derecede

azalmıştır ($p<0.01$). % 50 pomza uygulamasında makroporlardaki ($>100 \mu\text{m}$ çap) artış birinci ve ikinci toprak için sırasıyla: % 98.2 ve % 70.3 olup hacim yoğunluğunda ise % 24.8 ve % 21.0 olmuştur. Su geçirgenliği için önemli olan mesoporlar (30-100 μm çap) birinci toprağa pomza uygulanmasıyla belirgin olarak azalırken ikinci toprak için belirgin bir değişiklik tespit edilememiştir. Her iki toprakta da % 30 ya da daha fazla pomza uygulamasında tutulan suyun miktarı (0.01 MPa-0.10 MPa) belirgin olarak azalmıştır. Tutulan su miktarı pomza uygulamasıyla birlikte, 0.10 MPa ya da daha fazla büyük emişte azalmaktadır. Toprak-pomza karışım ortamında fiziksel özelliklerde belirgin değişiklikler farklı boyutlarda pomza uygulanarak elde edilmiştir.

Can (2007), Konya- Erenkaya'da üretilen kaynaktüf (iğnimbirit)'ün toprağın faydalı su kapasitesine ve sulama aralığına etkisini belirlemek amacıyla yaptığı çalışmada; sera koşullarında, üç farklı irilikteki kaynaktüf (pomza) (orta ince: 2 mm, ince: 1 mm, çok ince: 0,1 mm), dört farklı doz (hacimsel olarak % 10,% 20,% 30,% 50) ve kontrol olarak pomza katılmamış toprak (% 0) kullanarak üç tekerrürlü deneme gerçekleştirmiştir. Denem sonuçlarına göre; pomzanın irilik ve doza bağlı olarak test edilen toprak özelliklerine olumlu etkilerini ortaya çıkarmıştır. En fazla etki, orta ince (2 mm) materyalde görülmüş, bunun karışım oranı arttıkça, faydalı su kapasitesi ile sulama aralığı artmış, % 50 karışımında, karışimsız toprağa göre faydalı su kapasitesi % 22.17, sulama aralığı da 30 cm kök derinliğindeki domates bitkisi için karışimsız toprakta 4 gün iken, ağustos ayında 8.6 güne yükselmiştir. Pomza karışımları genel olarak evaporasyonu azaltıcı etki göstermiştir. Bu etki, özellikle % 50'lik ince (1 mm) pomza karışımında en yüksek olup, karışimsız toprağa göre evaporasyonu % 58 azalttığını bildirmiştir.

2.4. Yeşil Alanlar ve Sulanması

Çim alanların yapımında çoğunlukla buğdaygiller familyasına bağlı türler kullanılır. Bazı şartlarda baklagiller veya nadiren diğer familyalardan türler yetiştirilir (Açıkgöz 1994). Çim alanların bakımı oldukça zor ve pahalıdır. Sık sık sulanması, biçilmesi ve yabancı ot mücadelesi gerektirir. En önemli girdi sulama suyudur. Bu nedenle, su kaynağı kıt olan alanlarda bu gibi örtü materyaline fazla yer verilmemelidir (Tanrıverdi 1987).

Çim bitkileri dünyanın değişik iklim koşullarında çok çeşitli cins ve türler halinde yaygın olarak yetişebilmektedir. Peyzaj Mimarlığı çalışmalarında kullanılan çim bitkileri ise çok fazla sayıda değildir. Bu amaçla ülkemizde kullanılan çimler iklim istekleri yönünden iki grupta toplanabilir. Bunlar; ülkemizin kıyı kesimlerinde kullanılabilen “Sıcak iklim çimleri” ile Orta Anadolu koşullarında kullanılabilen “Serin iklim çimleri” dir. Serin iklim çimleri için optimum yetiştirme sıcaklığı 10-21 °C, sıcak iklim çimleri ise 15-27 °C ‘dir. Bu sıcaklıkların dereceleri dışında, çimlerin gelişmelerinde yavaşlama ve durma olması yanında daha düşük sıcaklıklarda sarararak uyku devresine girme gibi fizyolojik olaylar da görülür (Uzun 1989).

Park ve yeşil alanlarda iki tür materyal kullanılarak tasarım ve planlama yapılır. Bunlar canlı ve cansız materyallerdir. Cansız materyaller olarak; döşeme elemanları, duvarlar, çitler, havuzlar, doğal taşlar, demir ve ahşap malzemeler, kapılar, yollar, sulama kanalları, drenaj tesisleri aydınlatma elemanları ve fiskiyeler sayılabilir. Canlı materyaller ise; ağaçlar, çalılar, yer örtücüleri, çim bitkileri, çiçekler, su, bataklık ve sahil bitkileri, iç mekanda kullanılan bitkiler ve süs bitkileri sayılabilir. Çim bitkisi park ve yeşil alanlarda en çok kullanılan canlı materyaldir. Yapı çevrelerinde olduğu kadar, spor ve oyun alanlarında da çim bitkisi, üstlendiği fonksiyonlarla birlikte kentsel ortama estetik yönden güzel ve zengin görünüm sunar. Çünkü kent yeşil alan sistemi içerisinde çim alanlar; estetik güzellik sağlama, üzerinde spor yapma, oyun oynama ve dinlenmeye olanak sağlayan yeşil bir örtü oluşturur. Çim alanlar, güzel düzenlenmiş yollar, kent meydanları ve yaya bölgeleri içerisinde kentsel yeşil dokusunun temel yapısını oluştururlar. Diğer yandan; şehir içi ve çevre yollarının banket ve orta refüjlerinde, bölgesel park ve piknik alanlarında çim alanlar hem estetik hem de fonksiyonel işlevlere sahiptir (Uzun 1989).

Çoğu zaman çim alanlarda istenilen kalite ve fonksiyonu sağlamak için doğal yağışa ek olarak sulama yapmak gerekmektedir. Sulama, çimin su kullanımını etkileyen

diğer kültürel uygulamalarla etkileşim içindedir. Yaygın kabul gören çim yönetim önerisi, derin ve sık olmayan sulama biçimindedir (Carrow ve ark. 1990).

Rekreasyon alanlarının uzun süre ve etkin bir şekilde kullanılabilmesi için gerekli koşul; bu alanların uygun bir sulama yöntemiyle tekniğine uygun bir şekilde sulanabilmesi, gerektiğinde fazla suların drene edilmesi ve bu alanlarda sulama sistemlerinin gerek tesis gerekse işletiminin yeterli teknik bilgiye sahip elemanlarca yapılmasıdır (Çakmak ve Aküzüm 1992).

Ankara Kenti yeşil alanlarında yapılan çalışmada, sulama uygulamalarının, çim alanları, ağaç ve çalıların su isteklerine göre yapılmadığı belirlenmiştir. Hatalı yapılan su uygulamaları sonucunda; birçok yeşil alanda ve refüjde kurumlardan ve çim alanlarda bozulmalardan dolayı yenileme çalışmaları yapılmış bu da maliyeti arttırmıştır. Ayrıca yapılan bu yanlış sulamalar ile özellikle refüjlerden taşıt yollarına doğru sızmalar meydana gelerek, hızlı akan trafik için tehlikeli ortam yaratabileceği tespit edilmiştir (Özden 1994).

Soylu'ya (1994) göre, çim için en iyi sulama programı, bitki kök gelişim bölgesinde (en az 20 cm) tutulan suyun çim tarafından tüketilmesini beklemektir. Sulanacak çim alanın sulama ihtiyacının yarısı sağlandıktan sonra sulamaya birkaç saat ara verilmeli ya da bir gün sonra sulama tamamlanmalıdır. Bu işlemde amaç, tüm kök sistemini canlı ve sürekli faaliyette tutmaktır.

Çim alanlar, yağışın yeterli ve eş dağılımlı olduğu nemli bölgelerde, ancak nispeten kurak geçen periyotlarda çim rengini muhafaza etmek amacıyla destekleyici nitelikte sulanmaktadır. Bu tip bölgelerde bir sezondaki sulama sayısı oldukça azdır. Kurak ve yarı kurak bölgelerde ise, tüm sezon boyunca, sık aralıkla ve her defasında az miktarda su uygulayarak sulama yapmak zorunluluğu vardır. Tarla ve bahçe bitkilerine oranla çim alanların sulanması daha karmaşıktır. Bunun nedenleri arasında; çim alanlar içerisinde değişik kök derinliğine ve farklı su ihtiyacına sahip ağaç, ağaççık, çalı, yer örtücü bitkiler, çiçekler vb. bitkilerin bulunabilmesi, farklı çim çeşitlerinin kullanılabilmesi, alan içerisinde toprak özelliklerinin farklılık gösterebilmesi, genellikle eğimli ve dalgalı arazinin söz konusu olması ve alan içerisinde sulanmayacak bölgelerin bulunabilmesi sayılabilir (Yıldırım 1994).

Bitki su gereksinimi, belirli bir verimi sağlayabilmek için gerek duyulan yağış ve sulama suyu olarak tanımlanabilir. Ancak çim alanlarda su gereksinimi, verimden çok

kalite ve performans standartlarını karşılamak için gerekli olan suyu ifade eder (Kneebone ve ark. 1992, Baştuğ 1999).

Sulama programları, bitkiye, toprağa ve iklime göre, tam ve kısıtlı olmak üzere iki grupta incelenebilir (Martin ve ark. 1990). Martin ve ark. (1984) değişik sulama stratejileri, topraklar ve sulama sistemlerinin, maksimum ürün elde etmek için farklı sulama suyu uygulamaları gerektirdiğini vurgulamışlardır (Lİ ve ark. 2005).

Şahin (2005), Konya kent merkezinde yapmış olduğu çalışmada, çim bitkisinin günlük ve mevsimlik su tüketimi, hem arazi denemeleri ile normal ve kısıtlı sulama koşullarında ölçmüş hem de meteorolojik verilere dayalı yöntemlerle hesaplamıştır. Yapılan araştırma ve deneme sonuçlarına göre, Mayıs-Ekim aylarını kapsayan sulama döneminde tam sulama koşullarında çim bitkisi su tüketimi 771 mm, sulama suyu ihtiyacı ise 803 mm olarak ölçülmüştür. Deneme ile bulunan günlük su tüketimine en yakın değerleri, meteorolojik verilere dayalı hesap yöntemlerinden Penman-Monteith yöntemi vermiştir ve bitki katsayısı (Kc) değerleri 0.91-1.01 arasında bulunmuştur.

2.3. Yeşil Alanlarda Sulama Yöntemleri

Sönmez ve ark. (1980), parkların sulanmasında en uygun sulama yönteminin seçilmesi amacıyla göz önüne alınabilecek temel ilkeleri; az bir su debisiyle geniş bir alanın sulanması, farklı bitkilerin ihtiyaç duyduğu suyun zamanında ve eş dağılımlı bir biçimde karşılanması, sulamanın yapılmasında işçilik ihtiyacının az olması, toprakta sulama nedeniyle drenaj sorunu yaratılmaması ve sistemin bir bütün olarak peyzaj planına uygun bir görünüm sağlaması biçiminde altı madde altında toplamışlardır. Park ve bahçelerde, topraktaki nem miktarının azalmasına karşı çok duyarlı olan çiçekler ve çim bitkileri bulunduğu gibi, topraktaki nem azalmasına dayanıklı olan ağaçcık ve ağaçlar da bulunmaktadır. Bu nedenle, sistem işletimine esas olacak sulama parametrelerinin hesaplanmasında, alanda suya karşı en hassas olan çim bitkilerinin esas alınabileceğini belirtmişlerdir (Çakmak 1990).

Park ve bahçeler, genellikle değişken eğimli bir topoğrafyaya sahip olmaları yanında sulama işletilmesinde temel alınan çim bitkilerinin yüzlek köklü olmaları nedeniyle çok sık aralıklarla sulanırlar. Böyle alanlarda, peyzaj bütünlüğünü bozmayacak ekipmanlardan oluşan sulama sistemlerini uygulama gerekliliği ile işgücü ve sulama

suyundan tasarruf isteği gibi faktörler göz önüne alındığında, basınçlı sulama yöntemlerinin kullanılması uygun olmaktadır (Korukçu ve Öneş 1981).

Toprak altına gömülü sistemlerle çim alanlarının sulanması görece olarak yenidir. Çim sulama endüstrisi 1950'lerde önce çabuk bağlayıcı sistemler, daha sonra otomatik , hidrolik ya da elektriksel sistemlerin yayılımı ile başlamıştır. Gelişme en çok golf alanlarında olmuştur. Ancak 1960'lardan sonra rekreasyonel alanlar, evlerin çim alanları, iş yerleri ve park alanları sulanmaya başlamıştır (Carrow ve ark 1990).

Çim yağmurlama başlıkları üzerinde yapılan çalışmalarda sabit ve hareketli tipler için yeknesaklık katsayısı ortalama olarak minimum 0.70 olarak bulunmuştur (Kerr ve ark. 1977, Çakmak ve Aküzüm 1992).

Günümüzde çim alanlarının sabit yağmurlama sistemleri ile sulanmasında sabit (pop-up) yağmurlama başlıkları kullanılır. Bu başlıklar, kapağı çimle aynı düzeyde olacak biçimde toprağa gömülü olup uzaktan fark edilemez. Sistem çalıştırıldığında basıncın etkisi ile yükselerek toprak yüzeyine çıkar. Sulama tamamlandığında basınç kalkacağından tekrar yuvasına iner. Söz konusu başlıklar dönerik veya sabit püskürten tipte olabilirler (Yıldırım 1994).

Çim alanların sulanmasında yağmurlama ve sızdırma sulama yöntemleri uygulanabilmektedir. Bu alanların sulanmasında en uygun sulama yöntemi ise yağmurlama sulama yöntemidir. Sızdırma sulama yöntemi özellikle dar şerit biçimindeki çim alanların sulanmasında kullanılabilir. Bunun yanında, çim alanlarda bulunan diğer bitkilerin, özellikle çiçeklerin, sulanmasında damla sulama yöntemi de kullanılmaktadır (Yıldırım 1994).

Su kaynaklarının korunması ve sulama sistemlerinin yönetimi tüm araştırmacıların üzerinde yoğunlaştığı konulardan birisidir. Peyzaj alanlarında uygun sulama sisteminin seçilerek uygulanması ve sulamanın bir kontrol ünitesi yardımı ile yapılması su kaybını azaltarak randımanı artıracaktır (Smith 1996).

Park ve yeşil alanlarda sulanacak bitki örtüsü, genellikle çim bitkileri, tek yıllık ve çok yıllık süs bitkileri, çalılar ve ağaççıklar ile ağaçlardan oluşmaktadır. Park ve yeşil alanların oluşturulmasında farklı farklı bitki türlerinin kullanılması, genellikle taşınarak oluşturulan harç toprağı ve arazinin topoğrafik yapısının düz olmaması, bu alanları tarım alanlarından ayıran önemli özelliklerdendir. Park ve yeşil alanlardaki bitkilerin sulanmasında; bitki, toprak, topoğrafya, su kaynağı, sulanacak alanın büyüklüğü ve

ekonomik koşullara göre çeşitli sulama yöntemleri uygulanmaktadır. im alanların sulanmasında az su kullanımıyla geniş alanların sulanması, farklı bitkilere suyun zamanında ve eş dağılımla uygulanması, toprakta drenaj problemi yaratılmaması ve kurulacak sistemin bir bütün olarak peyzaj alanına uygun bir görünüm sağlaması gibi faktörler de gözönüne alınmaktadır. Bahsedilen sebeplerden dolayı, bu alanları klasik yöntemlerle sulamak çok zordur ve işgücüne gerek vardır (şahinler 1997).

Gunumuzun iyi tasarlanmış ve programlanmış otomatik sulama sistemleri, suyu çimin gerçek gereksinimine duyarlı biçimde uygulanma ozellikleriyle su tasarrufu sağlarlar. Söz konu su sistemler tek merkezden denetim, suyu toprağın infiltrasyon ve perkolasyon kapasiteleri ile uyumu olarak uygulama ozelliklerine de sahiptirler (Baştuğ 1999).

Peyzaj sulamasında, bu alanların sulanması konusunda projelermeye gemeden ozce sulamaya ilişkin bazı planlama kararlarının alınması gereklidir. Bunlardan ilki ve en onemlisi, alanda kullanılması ongorulen sulama yöntem ya da yöntemlerine karar vermektir. Bu kararı verecek planlama grubu içinde yer alan sulama mühendisleri ve peyzaj mimarları farklı seçim kriterleri kullanırlar. Ozneğin, bir sulama mühendisi sulama yöntemine karar verirken yalnızca sulama uygulamasının gereklerini tam olarak yerine getirecek bir yöntem ararken, peyzaj mimarları bunun yanında yöntemin gerektirdiği sulama sisteminin estetik görünümüne, sulama uygulamasının alan kullanımını ne kadar etkilediğine, bitkilerin yerleşiminin ve tasarım ozgurluğunun ne kadar kısıtlanacağına göre karar verir. Bu nedenle, her iki meslek grubunun da birbirlerinin konuları hakkında bilgi sahibi olmaları iyi bir peyzaj alanı oluşturulmasında ozem içermektedir (Haroğlu 2000).

Yeşil alanların çoğunlukla kent merkezi ya da merkeze yakın yerleşim alanlarında bulunması, bu alanlara verilecek sulama suyunun çoğunluğunun şehir içme ve kullanma suyu şebekesinden alınmasını gerektirmektedir. Bu da, bu alanlarda su kullanımının dikkatli ve kontrollü olmasını gerektirmektedir. Peyzaj projeleri yapılırken sulama

sistemlerinin planlanmasında bitki deseni, su miktarı ve kalitesi, toprak özellikleri ilişkisi iyi etüt edilerek, teknik bir sulama programı ve projesi hazırlanmalıdır. Sulama yönünden peyzaj alanlarını diğer tarım alanlarından ayıran önemli özelliklerden birisi de, sulamada verilecek suyun bir defada değil aralıklarla verilmesidir (Şahin 2005).

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Materyal

Deneme; Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü'nün ısı, ışık ve nisbi nemi bilgisayar kontrollü serasında 2008 yılı; 15 Haziran - 30 Eylül tarihleri arasında gerçekleştirilmiştir. Araştırmanın yürütüldüğü sera (Resim 3.1.)'da vejetasyon süresi boyunca gündüzleri sera içi sıcaklığın 26 ± 2 °C, solar radyasyonun 1600 ± 50 kcal/m² ve nisbi nemin $\%65\pm 5$ olması sağlanmıştır.



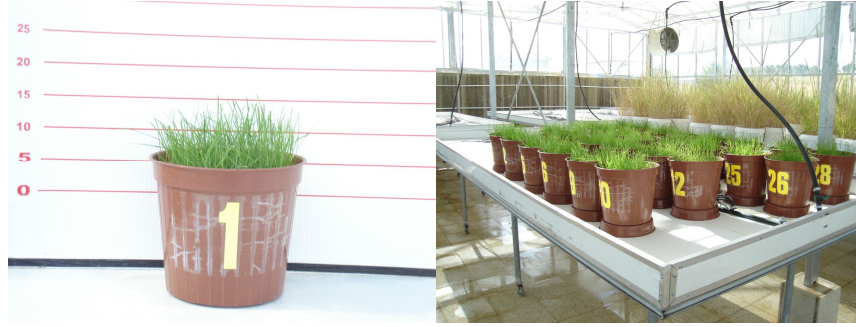
Resim 3.1. Denemenin yürütüldüğü araştırma serası.

3.1.1. Deneme yeri

Deneme, Konya Selçuk Üniversitesi Alaaddin Keykubat kampus alanı içerisindeki araştırma serasında gerçekleştirilmiştir. Konya ili, coğrafik olarak $36^{\circ} 41'$ ve $39^{\circ} 16'$ kuzey enlemleri ile $31^{\circ} 14'$ ve $34^{\circ} 26'$ doğu boylamları arasında yer alır. Deniz seviyesinden ortalama yüksekliği 1016m'dir. Kuzeyden Ankara, Eskişehir, batıdan Isparta, Afyonkarahisar, güneyden Mersin, Karaman, Antalya, doğudan Niğde, Aksaray illeri ile çevrili olan Konya ilinin yüzölçümü $38\ 257$ km²'dir. Konya'nın genel nüfusu 1 959 082 olup, 967 055 'i şehir merkezinde yaşamaktadır (Anonymous 2008).

3.1.2. Toprak ve sulama suyu özellikleri

Denemede, Selçuk Üniversitesi Alaaddin Keykubat Kampusu içerisinde uygun bir bölgeden, genellikle çim alanlarında kullanılan taşıma toprağın özelliklerine yakın toprak kullanılmıştır. Deneme toprağı, killi bünyeye sahip olup çeşitli fiziksel ve kimyasal analizlere tabi tutulmuştur (Çizelge 3.1.). Deneme toprağı 4 mm'lik elekten geçirilerek, farklı çaptaki (1 mm,2 mm,4 mm) pomza ile hacimsel olarak belirli oranlarda (% 20, % 40) karıştırılmış ve 17 cm derinliğindeki saksılara doldurulmuştur (Resim 3.2.). Denemede sulama suyu olarak kullanılan şebeke suyunun bazı kimyasal özellikleri çizelge 3.2.'de verilmiştir.



Resim 3.2. Denemede kullanılan plastik saksı.

Çizelge 3.1. Deneme öncesi toprağın bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri.

	Saturasyon Ekstratında		Tarla Kapasitesi (Ağırlık %)	Solma Noktası (Ağırlık %)	FSK (mm/17cm)	KFSK (mm/17cm)	Toprak Bünyesi				Organik Madde %	Kireç %
	pH	EC (mmhos/cm)					Kum %	Kil %	Silt %	Bünye Sınıfı		
Çim Toprağı	7.62	1.65	25.83	14.80	24.75	12.39	30.0	46.6	23.4	Killi	0.86	22.39

Not: Toprak derinliği 17 cm, Toprak hacim ağırlığı 1.32 g/cm³, KFSK= % 50 FSK.

Çizelge 3.2. Sulama suyu olarak kullanılan şebeke suyunun bazı kimyasal özellikleri.

Örnek	pH	EC (µmhos/cm)	SUDA ÇÖZÜNEBİLİR										RSC	SAR	% Na	Sınıfı	Bor ppm
			Anyonlar (me/l)					Katyonlar (me/l)									
			CO ₃ ⁼	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ⁼	Top.	Na ⁺	K ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Top.					
şebeke suyu	7.79	500	-	2.40	2.10	1.01	5.51	0.66	0.08	3.72	1.50	5.96	-	0.41	11.07	T ₂ S ₁	-

3.1.3. Pomza (sünger taşı)'nın özellikleri

Pomza terimi İtalyanca bir sözcüktür. Değişik dillerde farklı olarak adlandırılır. Fransızca'da Ponce, İngilizce'de orta taneli olanlara Pumice, doğal olarak ince taneli olanlara Pumicite denmektedir. Almanca'da ise iri taneli olanlara Bimstein, küçük taneli olanlara Bims adı verilmektedir. Türkçe'de ise sünger taşı, nasır taşı, topuk taşı, hisir taşı, kisir gibi adlarla anılmaktadır (Özkan ve ark. 2001).

Pomza, açık renkli, boşluklu, süngerimsi, volkanik olaylar neticesinde oluşmuş, fiziksel ve kimyasal etkenlere karşı dayanıklı, gözenekli, silisli volkanik bir kayadır. Bir başka deyişle, pomza çok poröz olan volkanik cam taşıdır. Pomza yaygın biçimde gaz boşlukludur. Oluşumu sırasında, bünyedeki gazların, ani olarak bünyeyi terk etmesi ve ani soğuma nedeniyle, makro ölçekten mikro ölçeğe kadar sayısız gözenek içerir. Gözenekler arası genelde bağlantısız boşluklu olduğundan, permeabilitesi (geçirgenliği) düşük, ısı ve ses yalıtımı oldukça yüksektir (Özkan ve ark. 2001).

Doğada asidik ve volkanik faaliyetler neticesinde iki tür pomza gözlenmektedir. Bunlar, asidik pomza ve bazik pomzadır. Asidik pomza beyaz ve kirli beyaz renkte olup hacim ağırlığı 0.5-1 g/cm³'tür. Bazik pomza ise kahverengi veya siyah renktedir ve hacim ağırlığı 1-2 g/cm³'tür. Pomza taşı agregası yaklaşık % 70 boşluk içermektedir (Özkan ve ark. 2001). Asidik ve bazik pomzaların genel kimyasal bileşimi çizelge 3.3.'de verilmiştir. Denemede kullanılan pomzanın fiziksel ve kimyasal özellikleri ise çizelge 3.4.'de verilmiştir.

Çizelge 3.3. Asidik ve bazik pomzaların genel kimyasal bileşimi (Özkan ve ark. 2001).

Bileşen	Asidik Pomza (%)	Bazik Pomza (%)
SiO ₂	70	45
Al ₂ O ₃	14	21
Fe ₂ O ₃	2.5	7
CaO	0.9	11
MgO	0.6	7
Na ₂ O+K ₂ O	9	8

Çizelge 3.4. Denemede kullanılan asidik pomzanın fiziksel ve kimyasal özellikleri.

Özellik	Birim	0-4 mm
Renk		Açık Gri
EC	µmhos/cm	670
pH		6
Hacim Ağırlığı	g/cm ³	0.8
Kükürt	%	0.27
SiO ₂	%	68.83
Al ₂ O ₃	%	14.57
Fe ₂ O ₃	%	0.56
TiO ₂	%	Eser
CaO	%	1.05
MgO	%	0.63
Na ₂ O	%	0.9
K ₂ O	%	5.2

3.1.4. İklim özellikleri

Konya ilinde karasal iklim tipi hakimdir. Karasal iklim şartlarının oluşmasında coğrafik konum, yeryüzü şekilleri, yükselti ve hava kütleleri ile cephelerin ortaklaşa etkileri rol oynar. Yıllık yağış ortalaması 320.9 mm olup, Türkiye'nin en az yağış alan bölgesidir. Yağışlar daha çok ilkbahar mevsiminde konveksiyonel yağışlar şeklindedir. Yıllık ortalama yağışın % 72 si kış ve ilkbahar aylarında düşer. Yıllık yağışlı gün sayısı yaklaşık 82 gündür. Günlük yağış şiddetinin en yüksek değeri sonbahara; en düşük değeri ise yaz aylarına rastlamaktadır. Yıllık ortalama kar yağışlı gün sayısı 11.8 dir. En çok kar yağışı Ocak ayında görülür. Yazları sıcak ve kurak, kışları soğuk ve yağışlıdır (Anonymous 2006).

Konya’da yıllık ortalama sıcaklık 11.4 °C. Ocak ayında ortalama sıcaklık –0.3 °C iken bu değer Temmuz ayında 23.2 °C dir. Maksimum sıcaklık 40 °C ve minimum sıcaklık –28.2°C dir. Sıcaklığın -10°C nin altına düştüğü gün sayısı ortalama 10 gün, don olaylı gün sayısı ise yaklaşık 100 gündür. Konya’nın hakim rüzgarları, birinci dereceden doğudan esen poyraz ile ikinci derecede güneybatıdan esen lodos rüzgarlarıdır. Rüzgar hızı en yüksek 29.1 m/sn olarak ölçülmüştür. Kapalı günlerin sayısı 67.2, ortalama nisbi nem % 60 olmaktadır. Yılda ortalama sisli günler 22.9 gündür (Anonymous 2006).

3.1.5. Bitki örtüsü

Konya Büyükşehir park ve yeşil alanlarında, altı ana grupta toplanabilecek, bölge iklimine uygun yaklaşık 150 farklı tür ve çeşitte bitki vardır. Bu bitki gruplarının en önemlileri;

- Yapraklı ağaçlar,
- İbrelili ağaçlar,
- Yapraklı ağaçcık ve çalılar,
- İbrelili ağaçcık ve çalılar,
- Mevsimlik çiçekler ve yer örtücülere,
- Çim bitkileridir.

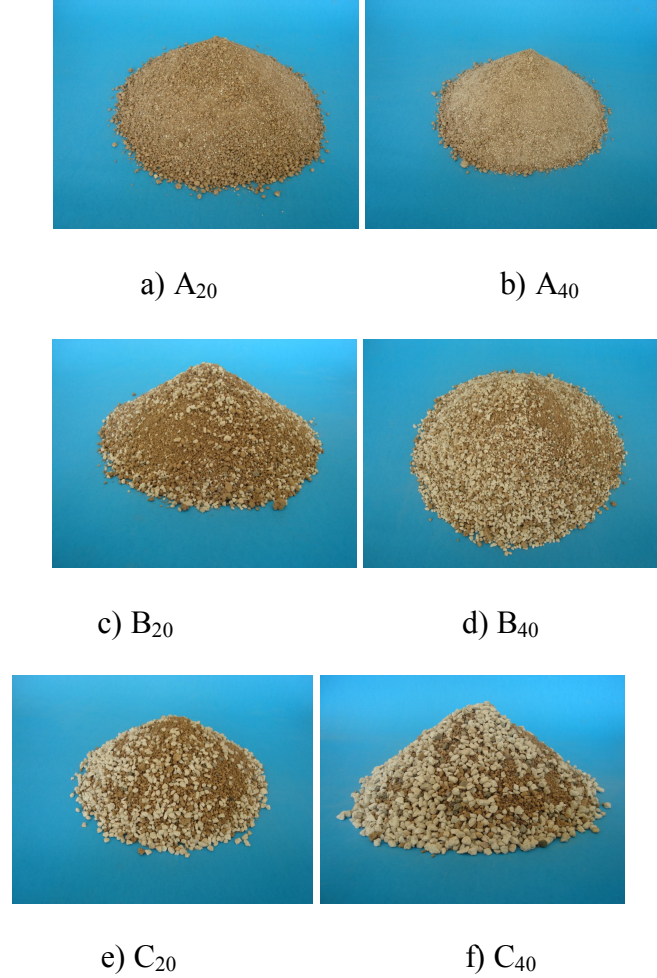
En yoğun kullanılan ağaç türleri, *Platanus orientalis* (doğu çınarı), *Acer negundo* (adi akçağaç) ve *Fraxinus angustifolia* (dişbudak) ağaçlarıdır. Orta refüjlerde daha çok çim, yapraklı ağaçlar ve çalı grubu süs bitkileri, yan refüjlerde ise çim bitkisinden ziyade yapraklı ağaçlar kullanılmaktadır. Park alanlarda ise kullanılan bitki örtüsü çimin yanında daha estetik, gösterişli çiçekli bitkiler kullanılmaktadır (Şahin 2005).

Bölgede kullanılan çim karışımları genellikle; % 25-30 *Lolium perenne*, % 40-60 *Festuca rubra* ve verzeteleri, % 10-15 *Poa pratensis* ve % 10 *Agrostis tenuis* şeklindedir. Yeşil alanların oluşturulmasında bu karışımların değişik dozajlarının kullanılmasından dolayı, denemede bu çim karışımları kullanılmıştır.

3.2. Metot

3.2.1. Denemenin kurulması ve sulama

Araziden getirilen topraklar açık havada kurutulup kaba materyallerden temizlendikten sonra 4mm'lik elekten geçirilmiştir. Elekten geçirilen deneme toprağına farklı çaplardaki (1 mm, 2 mm, 4 mm) pomza (sünger taşı) hacimsel olarak belirli oranlarda (% 20, % 40) karıştırılmıştır (Resim 3.3.). Toprak ve pomza homojen bir şekilde karıştırılarak eşit ağırlıklarda deneme saksılarına doldurulmuştur. Denemede kullanılan saksılar 22 cm çapında, 17 cm derinliğinde olup hesaplamalarda bitki kök derinliği olarak kabul edilmiştir.



Resim 3.3. Toprak-pomza karışımları: a) 1 mm-% 20, b) 1 mm-% 40, c) 2 mm-% 20
d) 2 mm-% 40, e) 4 mm-% 20, f) 4 mm-% 40.

Saksılara doldurulan toprak ve karışımların, doğal sıkışma ortamına benzer koşulları kazanması için drene olmayacak kadar su, saksılara eşit miktarda verilmiştir. Saksılardaki toprak ve karışımlar ekime hazır durumda iken çim ekimine geçilmiştir. Denemede kullanılacak çim tohumu, Konya kent merkezi yeşil alanlarında yaygın olarak kullanılan çim tohumu karışımıdır (% 50 Lolium perenne , % 20 Festuca rubra rubra , % 20 Festuca rubra commutata , % 10 Poa pretensis). Her bir saksıya ekilecek tohum miktarı, 50 000 adet/m² olacak şekilde (Beşkonaklı 1989), karışımda her çeşit için gerekli olan tohum miktarları hesaplanmıştır. Tüm bu işlemlerden sonra, mayıs ayında tohum ekimi yapılmıştır. Kaplama malzemesi olarak yanmış ve elenmiş hayvan gübresi kullanılmıştır. Ekimden sonra sıkıştırma yapılarak tohum-gübre-toprak teması tam sağlanmış ve sulama işlemine geçilmiştir. Çimlenme ve çıkış gerçekleşene kadar, az miktarda sulama suyu ile sık sulama yapılmıştır. Daha sonraki sulamalar toprak nemi takibi yapılarak devam ettirilmiştir. Çim boyları 10-12 cm olduğunda 4-5 cm'den biçilmiştir.

Sulama; her bir konuda topraktaki nem azalması, gravimetrik olarak ölçülerek topraktaki faydalı su kapasitesi (FSK)'nin % 50'si tüketildiğinde yapılmış ve nem azalmaları her bir konuda ayrı ayrı ölçülmüştür. Faydalı su kapasitesi (FSK) aşağıdaki formülle hesaplanmıştır (Kara 2005).

$$d_{FSK} = [(TK - SN) \times \& \times D] / 100 , \quad d_{KFSK} = \% 50 d_{FSK}$$

d_{FSK} : Faydalı su kapasitesi (cm), d_{KFSK} : Kullanılabilir faydalı su kapasitesi (cm),

TK : Tarla kapasitesi nemi (% ağırlık), SN : Solma noktası nemi (% ağırlık),

& : Hacim ağırlığı (gr/cm³), D : Etkili bitki kök derinliği (cm) (Saksı derinliği, 17 cm).

3.2.2. Deneme deseni ve konular

Deneme; bir adet kontrol konusu (pomzasız), üç farklı irilikteki (1 mm, 2 mm, 4 mm) pomza konusu ve her bir ana konunun da % 20 ve % 40 karışımlarından oluşan alt konular olmak üzere 28 saksıdan oluşmuştur. Deneme deseni çizelge 3.5.'de verilmiştir. Sonuçların değerlendirilmesinde dört saksının ortalamaları kullanılmıştır.

Çizelge 3.5. Deneme deseni.

Deneme		Karışım Oranı (%)	TEKERRÜR (Saksı No)			
T Kontrol		% 100 Toprak	1	2	3	4
Pomza Çapı (mm)	A 1 mm	% 20	5	6	7	8
		% 40	9	10	11	12
	B 2 mm	% 20	13	14	15	16
		% 40	17	18	19	20
	C 4 mm	% 20	21	22	23	24
		% 40	25	26	27	28

T: Kontrol % 100 çim toprağı

% 20: % 20 oranında pomza karıştırılmış çim toprağı

A: 1 mm çapında pomza

% 40: % 40 oranında pomza karıştırılmış çim toprağı

B: 2 mm çapında pomza

C: 4 mm çapında pomza

3.2.3. Toprak ve su örneklerinin alınması ve analiz yöntemleri

Çim deneme saksılarından 0-17 cm derinlikten bozulmuş ve bozulmamış toprak örnekleri alınmıştır. Örneklerin alınmasında Demiralay (1977) tarafından önerilen metot ve prensiplere uyulmuştur. Alınan örnekler naylon poşetler içinde numaralandırılıp muhafaza edilerek laboratuara getirilmiştir.

Çim deneme saksılarında, deneme sürecinde, topraktaki nem durumunu belirlemek amacıyla, sulama öncesi ve sonrası 0-17 cm derinlikten toprak örnekleri alınmıştır. Örnekler 2 cm çapında yarı açık boru tipi çakma burguyla alınarak, oluşan boşluklar her seferinde aynı özelliklere sahip toprak ve pomza karışımıyla doldurulmuştur.

Denemede kullanılan sulama suyu, kampus içme-kullanma suyu şebekesinden alınmıştır.

Toprak örneklerinde yapılan ölçme ve tayinler ile bunların yapılış metotları aşağıda açıklanmıştır.

Toprak bünyesi : Bouyoucus (1951) tarafından geliştirilen hidrometre yöntemine göre yapılmıştır (Demiralay 1977).

Hacim ağırlığı: Bozulmamış toprak örneklerinde A.B.D. Tuzluluk Laboratuvarı 38 numaralı metoda göre yapılmıştır (Anonymous 1954).

Tarla kapasitesi: 1/3 atmosferlik emiş altında basınçlı tabla kullanılarak belirlenmiştir (Demiralay 1977).

Solma noktası: 15 atmosferlik emiş altında basınçlı tabla kullanılarak belirlenmiştir (Demiralay 1977).

pH: Cam elektrodlu, dijital göstergeli pH metre ile saturasyon ekstraktında ölçülmüştür (Richards 1954).

Elektriksel iletkenlik: Dijital göstergeli iletkenlik ölçer ile saturasyon ekstraktında ölçümler yapılmıştır (Richards 1954).

Organik madde (%): Smith-Weldon metoduna göre tayin edilmiştir (Sağlam 1978).

Kireç (Kalsiyum Karbonat) (%): CaCO₃ yüzdesi Scheibler metodu ile volumetrik olarak tayin edilmiştir (Çağlar 1958).

Su örneklerinde yapılan ölçme ve tayinler ile bunların yapılış metotları aşağıda açıklamıştır.

pH: Cam elektrotlu, dijital göstergeli pH metre ile ölçülmüştür (Richards 1954).

Elektriksel iletkenlik ($EC \times 10^6$ 25 °C) : Dijital göstergeli iletkenlik ölçme aleti ile ölçülmüştür (Richards 1954).

Suda çözünebilir anyon ve katyonlar: Kalsiyum ve magnezyum versanet metoduyla; sodyum ve potasyum alev fotometresi kullanılarak,; karbonat ve bikarbonat H_2SO_4 ile titre edilerek; klor $AgNO_3$ ile titrasyon suretiyle; sülfat $BaSO_4$ şeklinde çökelti olarak belirlenmiştir (Richards 1954).

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

4.1. Toprağın Fiziksel ve Kimyasal Özelliklerindeki Değişimler

Denemede kullanılan toprak ve karışımların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri ile bu özelliklerdeki değişimler analiz edilerek çizelge 4.1. ve çizelge 4.2.'de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Toprak ve karışımların deneme öncesi bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri.

Karışımlar	pH		EC		Kireç (%)		Organik Madde (%)		Tekstür				
	Değer	%	Değer	%	Değer	%	Değer	%	Kil	Silt	Kum	Sınıfı	
Toprak	7.60	100	1650	100	22.39	100	0.86	100	47	23	30	Killi	
1 mm Pomza	20%	7.22	95	1750	106.06	20.38	91.02	0.76	88.37	43	23	34	Killi
	40%	7.25	95.39	1815	110	20.62	92.1	0.78	90.70	45	19	36	Killi
2 mm Pomza	20%	7.15	94.08	1780	107.88	20.28	90.58	0.76	88.37	43	17	40	Killi
	40%	7.18	94.47	1805	109.39	20.49	91.51	0.77	89.53	39	13	48	Kumlu Kil
4 mm Pomza	20%	7.24	95.26	1720	104.24	20.23	90.35	0.75	87.21	39	17	44	Killi Tın
	40%	7.30	96.05	1812	109.82	20.45	91.34	0.77	89.53	52	12	36	Kumlu Kil

Çizelge 4.2. Toprak ve karışımların deneme sonrası bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri.

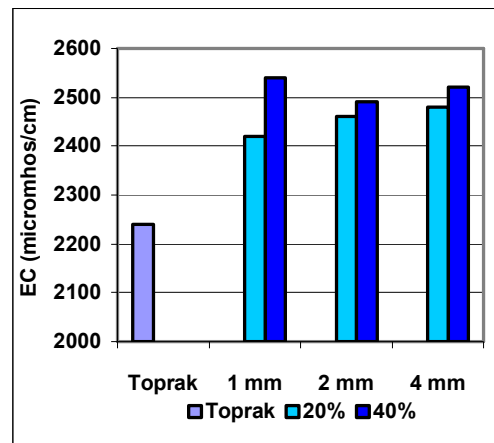
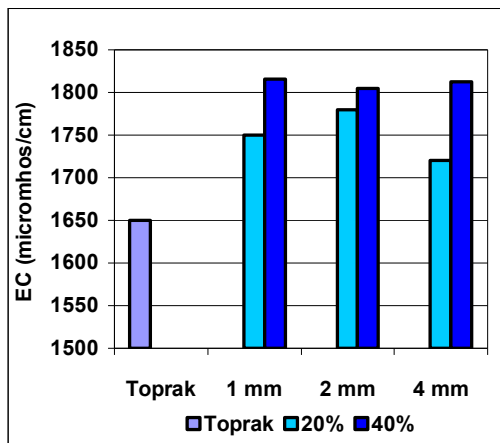
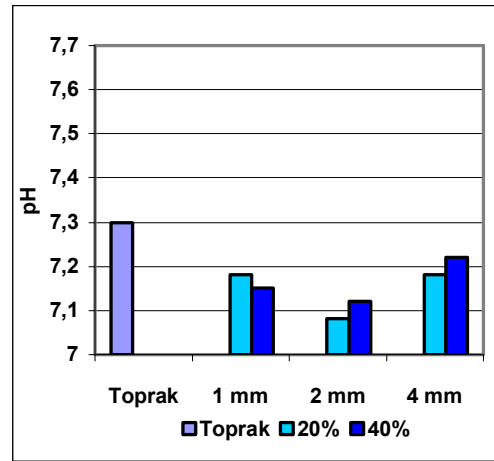
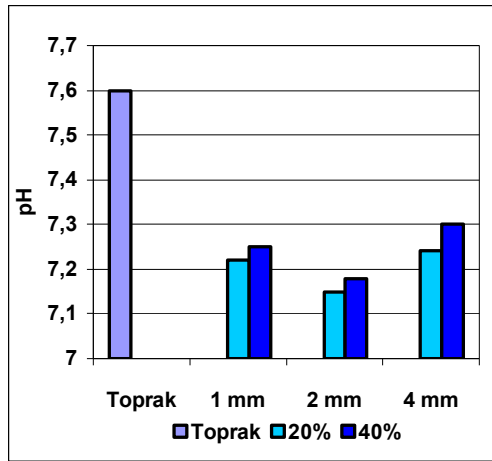
Karışımlar	pH		EC		Kireç (%)		Organik Madde (%)		Tekstür				
	Değer	%	Değer	%	Değer	%	Değer	%	Kil	Silt	Kum	Sınıfı	
Toprak	7.30	100	2240	100	21.59	100	0.92	100	47	23	30	Killi	
1 mm Pomza	20%	7.18	98.36	2420	108.04	19.20	88.93	0.85	92.39	43	23	34	Killi
	40%	7.15	97.95	2540	113.39	19.40	89.86	0.85	92.39	45	19	36	Killi
2 mm Pomza	20%	7.08	96.98	2460	109.82	19.35	89.62	0.86	93.48	43	17	40	Killi
	40%	7.12	97.53	2490	111.16	19.70	91.25	0.86	93.48	39	13	48	Kumlu Kil
4 mm Pomza	20%	7.18	98.36	2480	110.71	19.25	89.16	0.85	92.39	39	17	44	Killi Tın
	40%	7.22	98.9	2520	112.5	19.62	90.88	0.86	93.48	52	12	36	Kumlu Kil

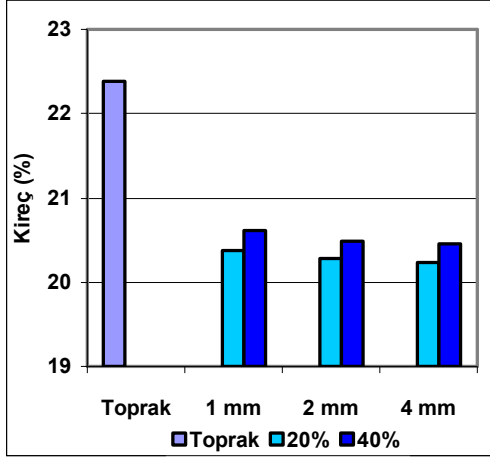
Deneme öncesi toprak ve karışımların bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerinin verildiği çizelge 4.1.'den görüleceği gibi toprakların pH değerleri 7.6 - 7.15 arasında değişmiştir. En küçük pH değeri 2 mm pomza çapı ve % 20 karışım oranında çıkmıştır (pH: 7.15). Pomza karışımlarının pH değerleri topağa göre azalma (% 4-6) göstermiştir. Bunun nedeni ise pomzanın asidik karakterde (pH: 6) olmasıyla açıklanabilir.

Toprakların EC değerleri 1650 μ mhos/cm ile 1815 μ mhos/cm arasında değişmiştir. Pomza karışımları toprağın EC değerini % 4-10 arasında yukseltmiştir. Artışa, genelde % 40 oranındaki karışımlar % 20 oranındaki karışımlardan daha fazla etki etmiştir.

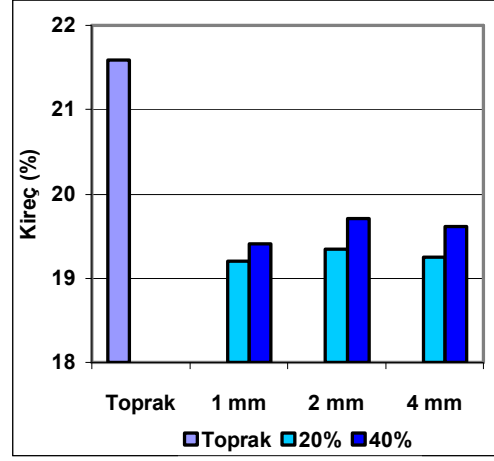
Deneme topraklarının bünnyeleri; toprakta, 1 mm'lik pomza karışımlarında ve 2mm'lik pomza karışımlarında % 20 oranlarında killi, diğerlerinde ise kumlu kil ve killi tın bünnyede çıkmıştır. Bünnye analizleri fiziksel analiz olup çap bñyñklñęñne gñre yapıldığından 2 mm'lik ve 4 mm'lik pomza karışımlarının killi bñnyeden kumlu kil ve killi tın bñnyeye dñnñřmesi, pomza çaplarının tın gibi gñrñnmesinden kaynaklanmaktadır.

Deneme ncesi ve sonrası, karışımların toprağa gñre pH, EC ve kireç içeriklerindeki değişimler şekil 4.1.- 4.6.'da gñsterilmiřtir.





Şekil 4.5. Deneme öncesi kireç



Şekil 4.6. Deneme sonrası kireç

Araştırma sonunda toprak ve karışımların bazı fiziksel ve kimyasal analizler tekrar yapılmış olup araştırma süresince pomzanın bu özelliklere etkileri belirlenmiştir. Çizelge 4.2.'den de görüldüğü üzere toprakların pH değerleri 7.30 - 7.08 arasında değişmektedir. En yüksek pH kontrol grubunda 7.32, en düşük pH 2 mm'lik pomzanın % 20 karışım oranında 7.08 olarak bulunmuştur. Deneme sonrası pH değerleri, deneme öncesi pH değerlerine göre tüm konularda azalma göstermiştir. Bunun nedeni pomzanın sulama süresince asit karakterinin toplam toprak karışımına etkisinin artmasıdır.

Toprakların EC değerleri; 2240 ile 2540 $\mu\text{mhos/cm}$ arasında değişmektedir. EC kontrol grubunda 2240 $\mu\text{mhos/cm}$ iken en yüksek EC 1 mm'lik pomzanın % 40 karışım oranında 2540 $\mu\text{mhos/cm}$ olmuştur. Toprağa göre EC değerlerinde % 9-13 oranında bir artış vardır. Bunun nedeni sulama suyundaki tuz iyonlarının pomza tarafından tutulmasıyla açıklanabilir. Toprakların EC değerlerinin deneme öncesine göre yüksek çıkması sulama suyundaki tuz iyonları (EC: 500 $\mu\text{mhos/cm}$) ve çim tohumlarının üzerine kapak malzemesi olarak serilen organik maddeden kaynaklanmaktadır.

Deneme topraklarının kireç içerikleri % 21.59 (Toprak) ile % 19.20 arasında (1 mm'lik % 20 karışım oranında) değişmektedir. Kireç muhtevaları toprağa göre % 9-11 arasında azalmıştır. Bu azalma da doğaldır zira pomzanın kireç oranı toprağa göre yok denecek kadar azdır. Karışımların kireç oranları deneme sonrası nispeten azalmıştır. Bu azalmanın nedeni sulama suyu zamanla kireci yıkamıştır. Yine çizelge 4.2.'den görülebileceği gibi toprakların bünyeleri deneme sonrası değişmemiştir.

Sonuç olarak; deneme topraklarının pH değerleri deneme öncesine göre azalmış, EC değerleri kısmi bir artış göstermiş ve kireç oranlarında az da olsa yıkanmadan kaynaklanan azalma gözlenmiştir.

Tarla kapasitesi (TK), toprakta 1/3 atm kuvvetle tutulan su miktarıdır. Sulamadan sonra fazla suyun tamamen drene olup aşağı doğru su hareketinin pratik olarak durduğu anda toprakta tutulan su miktarı olarak tanımlanmaktadır. Tarla kapasitesi, yerçekimi kuvvetine karşılık, toprakta tutulan maksimum su miktarı olarak da nitelendirilebilir. Solma noktası (SN), toprakta 15 atm kuvvetle tutulan su miktarıdır. Bitkilerin topraktan su alamayarak solmaya başladığı anda toprakta bulunan nem miktarıdır. Faydalı su kapasitesi (FSK) ise, toprakta tarla kapasitesi ile solma noktası arasında tutulan su miktarıdır. Bitkiler bu suyu kullanmaktadır. Bu nedenle sulama hesaplarında faydalı su kapasitesi esas alınmaktadır. Tarla kapasitesi ile daimi solma noktası arasındaki nem farkı bitkilerin faydalandığı nem düzeyidir. Bir toprak örneğine ait tayin edilen tarla kapasitesi değerinden devamlı solma noktası değeri çıkarılarak faydalı su kapasitesi elde edilir (Kara 2005).

Farklı çaplardaki pomzanın toprağa farklı oranlarda (% 20-% 40) karıştırılmasıyla elde edilen karışımların toprağın tarla kapasitesi (TK), solma noktası (SN), hacim ağırlığı ve faydalı su kapasitesi (FSK)'ne etkileri incelenmiş ve çizelge 4.3.'de verilmiştir.

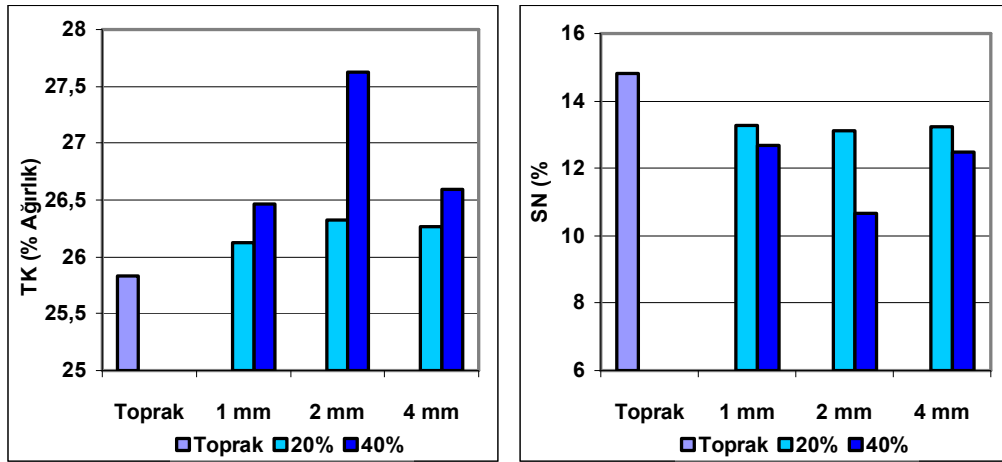
Çizelge 4.3. Toprak ve karışımların faydalı su kapasitesi değişimleri.

Karışımlar	TK (Ağırlık%)		SN (Ağırlık%)		Hacim Ağırlığı (g/cm ³)		FSK (Hacim%)		
	Değer	%	Değer	%	Değer	%	Değer	%	
Toprak	25.83	100	14.80	100	1.32	100	14.56	100	
1 mm Pomza	20%	26.12	101.12	13.27	110.34	1.30	98.48	16.71	114.87
	40%	26.47	102.48	12.67	85.61	1.11	84.09	15.32	105.22
2 mm Pomza	20%	26.33	101.94	13.12	88.65	1.25	94.70	16.51	113.39
	40%	27.62	106.93	10.65	71.96	1.21	91.67	20.53	141.0
4 mm Pomza	20%	26.27	101.70	13.25	89.53	1.28	96.97	16.67	114.49
	40%	26.59	102.94	12.49	84.39	1.26	95.45	17.77	122.05

Çizelgeden görüldüğü gibi tarla kapasiteleri % 25.83 - % 27.62 arasında değişmektedir. En yüksek tarla kapasitesi (TK) değeri 2 mm çaplı pomzanın % 40 karışımında % 27.62 olarak tespit edilmiştir. Pomza karıştırılmış topraklarda tarla kapasitesi değerleri % 1.12 ile % 6.93 değişen oranlarda yükseliş göstermiştir. En düşük tarla kapasitesi değeri 1 mm çapında pomzanın % 20 karışım oranında % 26.12 olmuştur. En düşük tarla kapasitesine sahip karışımında toprağa göre % 1.12 artış olurken en fazla artış 2 mm çapında pomzanın % 40 karışım oranında % 6.93 olarak gerçekleşmiştir.

Karışımların tarla kapasitelerinin toprağa göre artış göstermesinin nedeni, çok gözenekli yapıya sahip olan pomzanın toprağın tarla kapasitesinde tutulan nem değerini arttırması olarak açıklanabilir.

Denemede kullanılan toprak ve karışımlarda solma noktası (SN) değerlerine bakıldığında önemli bir düşüş görülmektedir. Karışımsız toprağın solma noktası % 14.80 ile en yüksek değerde iken 2 mm çaplı % 40 oranında pomza karıştırılmış toprağın solma noktası % 10.65 olarak en düşük değerdir. Toprak ve karışımların tarla kapasitelerindeki yükseliş solma noktalarındaki düşüş oranlarına göre daha azdır. Tarla kapasitesindeki yükseliş en fazla % 6.93 olurken aynı konuda solma noktasında en fazla % 28 oranında (2 mm çap % 40 karışım oranı) düşüş görülmüştür. Karışımların solma noktalarındaki bu hızlı düşüşlerin nedeni, pomzanın suyu bünyesinde yüksek basınçlarda tutamayarak kolayca vermesi olarak açıklanabilir. Yani pomza bünyesindeki su moleküllerini bitkinin kolayca alabileceği tansiyonda tutarak toprakta nemin azalmasıyla nemini toprağa ve bitkiye kolayca verebilmektedir. Kısaca pomza, toprağın solma noktasında tutulan nem miktarını önemli ölçüde azaltmıştır. Tüm bu değişimler şekil 4.7.'den görülebilmektedir.

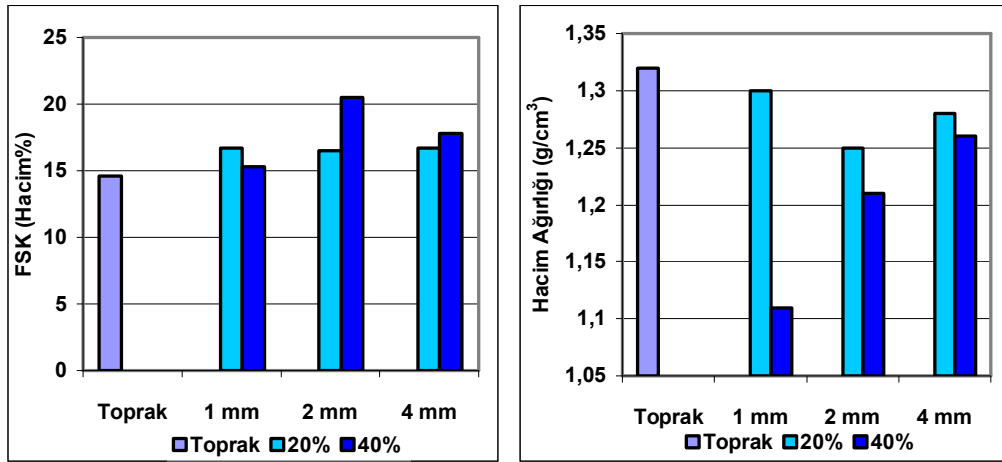


Şekil 4.7. Farklı uygulamalarda tarla kapasitesi ve solma noktası değerleri

Toprakların tarla kapasitelerinin artması ve solma noktalarının düşmesi istenilen bir durumdur. Çünkü böylece, toprağın tarla kapasitesi ve solma noktası arasındaki nem farkının artmasıyla bitkilerin faydalanabileceği su miktarının artması sağlanır. Kısaca, toprakların tarla kapasitelerinin artması ve solma noktalarının düşmesi, faydalı su kapasitelerini artırmış olur. Yapılan bu çalışmada karışımların toprağa göre tarla kapasitelerinde artış, solma noktalarında azalış görülmüş, karışımların toprağa göre faydalı

su kapasiteleri (FSK) artmıştır. Toprağın faydalı su kapasitesi % 14.56'dır. En yüksek faydalı su kapasitesi değeri % 20.53 ile 2 mm çaplı % 40 karışım oranına sahip pomza karıştırılmış toprakta görülmüştür (Çizelge 4.3.). Bu uygulamayla faydalı su kapasitesi toprağa göre % 41 gibi büyük bir oranda artmıştır. Diğer uygulamalarda faydalı su kapasitesi toprağa göre % 5.22 ile % 22.05 arasında değişen oranlarda artış göstermiştir. En az artış, 1 mm çaplı % 40 karışım oranında pomza karıştırılmış toprakta tespit edilmiştir.

Toprak ve karışımların hacim ağırlıklarına bakıldığında karışımların hacim ağırlıklarının toprağa göre düşüş gösterdiği görülmektedir. Kullanılan pomzanın hacim ağırlığı 0.8 g/cm^3 olduğu göz önünde bulundurulduğunda bu düşüşler tabiidir. Hacim ağırlığı toprağa göre en fazla düşüş gösteren uygulama 1 mm çaplı % 40 karışım oranında pomza karıştırılmış toprakta 1.11 g/cm^3 olmuş ve toprağa göre % 16 düşüş göstermiştir. Hacim ağırlığı en az düşüş gösteren uygulama ise 1 mm çaplı % 20 karışım oranında pomza bulunan toprakta % 1.5 olarak görülmüştür (1.30 g/cm^3). Toprak ve karışımların faydalı su kapasiteleri ve hacim ağırlıklarındaki değişimler şekil 4.8.'de görülebilmektedir.



Şekil 4.8. Farklı uygulamalarda faydalı su kapasitesi ve hacim ağırlığı değerleri.

Sonuç olarak karışımların tarla kapasiteleri artmış, solma noktalarında büyük düşüşler görülmüştür. Karışımların toprağa göre tarla kapasiteleri ve solma noktalarındaki bu değişimlerle faydalı su kapasiteleri % 5.22 - % 41 gibi değişen oranlarda artmıştır.

4.2. Bitki Su Tüketimi

Sulamada en önemli husus bitki su tüketiminin doğru olarak tespitidir. Bitkinin su ihtiyacı, tükettiği su miktarına yani yaprakları ve toprak üstündeki dış yüzeyleri vasıtasıyla atmosfere vererek bünyesinden kaybettiği suya bağlıdır. Bir bitkinin herhangi bir bölgede çimlenmesinden hasat edilmesine kadar geçen süreye vejetasyon süresi denir (Kara 2005). Çim bitkisinin vejetasyon süresi uzun olduğundan çalışmada çim bitkisinin su tüketimi deneme süresince (15 Haziran - 30 Eylül ayları arasında) ölçülmüş ve pomza karışımının, karışimsız toprağa göre bitki su tüketimine ne ölçüde etki ettiği araştırılmıştır. Bir başka ifade ile deneme süresince aylık ve sezonluk bitki su tüketimi değişimleri mukayese edilmiştir.

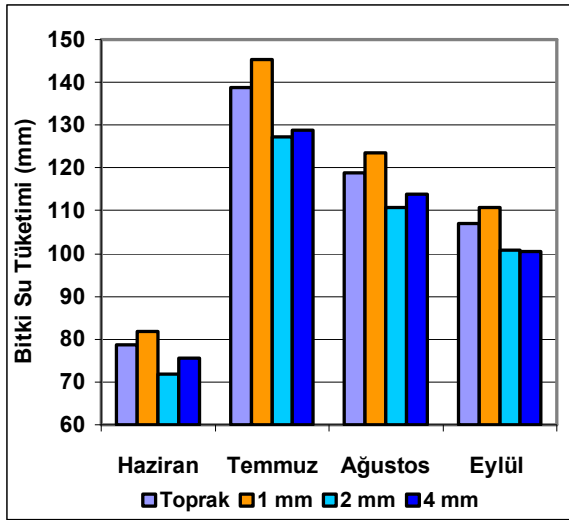
Çalışmadan elde edilen aylık bitki su tüketimleri çizelge 4.4.'de verilmiştir. Çizelgeden görüleceği gibi çim bitkisinin su tüketimleri Haziran ayında 56.53 - 78.61 mm arasında değişim göstermiş, Temmuz ayında 101.84 – 145.26 mm arasında, Ağustosta 85.08 - 123 mm arasında, Eylül ayında ise 79.66 – 110.76 mm arasında değişim göstermiştir. Sezon sonu değerleri ise 323.11 mm ile 461.47 mm arasında değişmiştir. Tüm aylarda ve sezon sonunda en yüksek bitki su tüketimi 1 mm çaplı pomzanın % 20 karışımında elde edilmiştir. Yani 1mm çaplı pomzanın yüzde % 20 karışımı bitki su tüketimini artırmıştır.

Çizelge 4.4. Sera koşullarında çim bitkisinin aylara göre su tüketimi (mm).

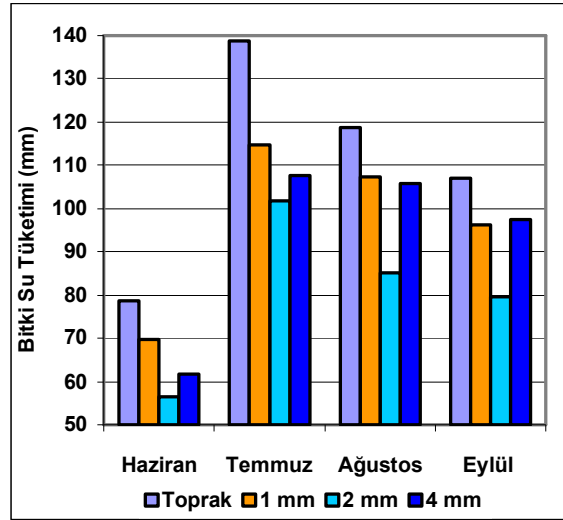
Karışımlar	Haziran		Temmuz		Ağustos		Eylül		Sezon Sonu		
	Değer	%	Değer	%	Değer	%	Değer	%	Değer	%	
Toprak	78.61	100	138.79	100	118.79	100	107.16	100	443.34	100	
1mm Pomza	20%	81.89	104.17	145.26	104.66	123.55	104.01	110.76	103.36	461.47	104.09
	40%	69.84	88.84	114.84	82.74	107.34	90.36	96.11	89.69	388.13	87.55
2 mm Pomza	20%	71.89	91.45	127.18	91.63	110.79	93.27	100.74	94.0	410.61	92.62
	40%	56.53	71.91	101.84	73.38	85.08	71.62	79.66	74.34	323.11	72.88
4 mm Pomza	20%	75.71	96.31	128.92	92.89	113.82	95.82	100.58	93.86	419.03	94.52
	40%	61.66	78.44	107.50	77.46	105.92	89.17	97.39	90.88	372.47	84.02

En az bitki su tüketimi 2 mm çaplı pomzanın % 40 karışımlarında ortaya çıkmıştır. Bu karışımda bitki su tüketimi azalışı toprağa göre % 27'dir. Bu oran ciddi bir değerdir. Yine çizelge 4.4.'den görülebileceği gibi pomza karışımlarında % 40 oranlarında bitki su tüketimleri, % 20 karışım oranlarına göre azdır.

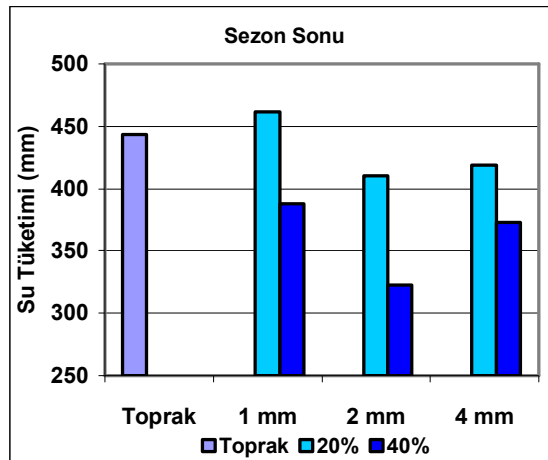
Çim bitkisinin en yüksek bitki su tüketimi temmuz ayında meydana gelmiştir. Karışimsız toprakta 138.79 mm iken 1 mm çaplı pomza ve % 20 karışımında 145.26 mm'dir. Bu aydaki en düşük bitki su tüketimi 2 mm çapta pomzanın % 40 karışımında 101.84 mm olarak bulunmuştur. Bu aydaki günlük bitki su tüketimi karışimsız toprakta 4.48 mm, 2 mm çaplı % 40 karışım toprakta 3.29 mm'dir. Sonuç olarak 2 mm'lik pomzanın % 40 karışımı ile 4 mm'lik pomzanın % 40 karışımları çim bitkisinin su tüketimlerini karışimsız toprak ortamına göre % 27 ve % 16 oranlarında azaltmıştır. En iyi değer bitki su tüketimi az olan 2 mm çaplı pomzanın % 40 karışımıdır (% 27 azalma). Aylara göre ve sezon sonu bitki su tüketimleri şekil 4.9.- 4.11.'de gösterilmiştir.



Şekil 4.9. Aylara göre su tüketimi (%20)



Şekil 4.10. Aylara göre su tüketimi (%40)



Şekil 4.11. Sezon sonu bitki su tüketimi

Çim bitkisinin su tüketimindeki bu azalış ciddi bir değerdir. Toprağa pomza karıştırılarak bitki su tüketiminin % 30'a yakın azaltılması; sulama işçiliğinin, enerji giderlerinin % 30 azaltılacağı anlamına gelir. Özellikle kentsel alanlarda yeşil alan sulama sularının şehir su şebekesine yada şehir yer altı suyu rezervine bağlı olduğu durumlarda % 30'luk su tasarrufu çok önemlidir. Pomzanın ülkemizde çok bulunuşu ve ucuz olması da çim toprağına karışım olarak katılmasını kolaylaştırır.

Çim bitkisinin bölgede yıllık bitki su tüketiminin 771.31 mm olduğu (Şahin 2005) dikkate alındığında bir sulama sezonunda % 30 su tüketiminin azalmasıyla 231.39 mm su tasarrufu yapılacaktır. Örneğin Konya Büyükşehir Belediyesi çim alanının 1 800 da olduğu düşünüldüğünde bir sulama sezonunda 416 500 m³ su tasarrufu yapılacaktır. Bu tasarruf aynı zamanda sulama işçiliği, enerji giderleri ve biçim giderlerini de % 30 oranında düşürecektir. Bu durumda sağlanacak tasarruf su kaynakları kısıtlı olan Konya için ciddi bir değer ortaya koyacaktır.

4.3. Sulama Aralığı ve Aylık Sulama Sayısındaki Değişimler

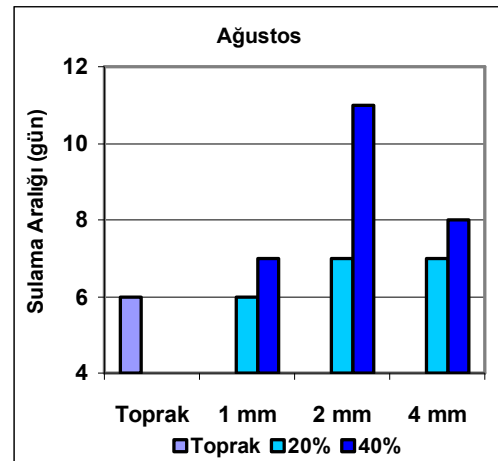
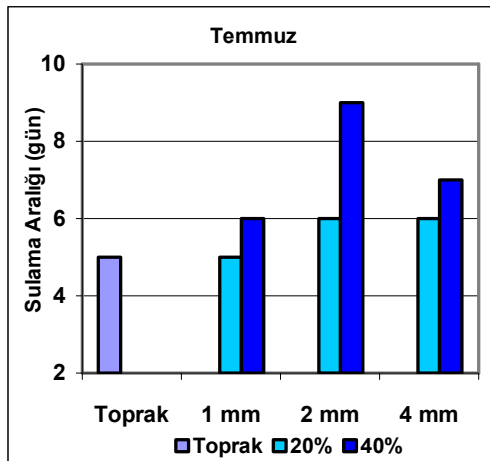
Sulama aralığı, iki sulama arasında geçen süredir. Sulama aralığı, işçilik giderleri açısından önemlidir. Çünkü, sulama aralığı aylık sulama sayısını belirleyerek sulama işçiliğinin de hesaplanmasında kullanılmaktadır. Örneğin ayda dört kez yapılan sulamanın ayda iki kez yapılacak şekilde düşürülmesiyle sulama işçiliği giderlerinin de aynı oranda düşmesi sağlanacaktır. Yapılan denemede en yüksek bitki su tüketiminin olduğu aylar temmuz ve ağustostur. Bu aylardaki değerler dikkate alınarak Konya bölgesi peyzaj alanlarındaki çim bitkisinin sulama açısından kök derinliğinin 30 cm olduğu kabul edilerek bölge için temmuz ve ağustos aylarında sulama aralıkları ve sulama sayıları örnek olarak çizelge 4.5.'de verilmiştir.

Çizelge 4.5. Temmuz-Ağustos ayları sulama aralıkları ve sulama sayıları.

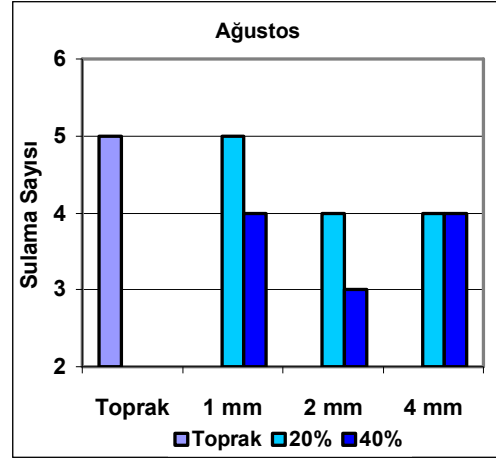
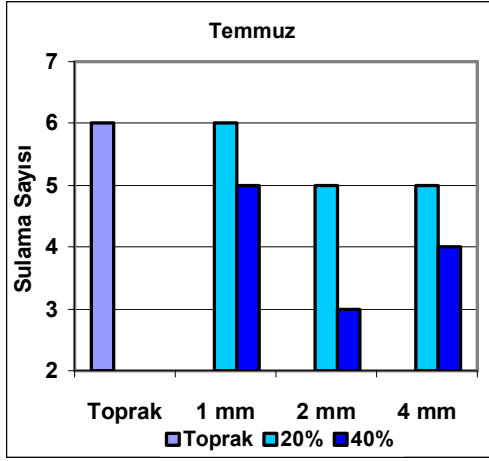
Karışımlar	Hacim Ağırlığı (g/cm ³)	FSK (%)	KFSK		Temmuz Ayı Bitki Su Tüketimi		Ağustos Ayı Bitki Su Tüketimi		Sulama Aralığı (Gün)		Sulama Sayısı		
			KFSK (%)	mm/30cm	mm/ay	mm/gün	mm/ay	mm/gün	Temmuz	Ağustos	Temmuz	Ağustos	
Toprak	1.32	11.03	5.52	21.86	138.79	4.48	118.79	3.83	5	6	6	5	
1mm pomza	20%	1.30	12.85	6.43	25.08	145.26	4.69	123.55	3.99	5	6	6	5
	40%	1.11	13.80	6.90	22.98	114.84	3.71	107.34	3.46	6	7	5	4
2 mm pomza	20%	1.25	13.21	6.61	24.79	127.18	4.10	110.79	3.57	6	7	5	4
	40%	1.21	16.97	8.49	30.82	101.84	3.29	85.08	2.75	9	11	3	3
4 mm pomza	20%	1.28	13.02	6.51	25.00	128.92	4.16	113.82	3.67	6	7	5	4
	40%	1.26	14.10	7.05	26.65	107.50	3.47	105.92	3.42	7	8	4	4

Not: KFSK:0,50 x FSK, kök derinliği 30 cm.

Deneme sonunda çim bitkisinin sulama aralığı ve sulama sayısında değişimler meydana gelmiştir. Çizelge 4.5.'de görülebileceği gibi karışımsız toprakta çim bitkisi temmuz ayında 5 günde bir sulanmıştır. Yine karışımsız toprakta ağustos ayında sulama aralığı 6 gün olarak gerçekleşmiştir. Bu sulama aralıklarına göre karışımsız toprakta çim bitkisi temmuza ayında 6 kez, ağustos ayında 5 kez sulanmıştır. Deneme sonunda pomza uygulanan saksılarda toprağa göre sulama aralıklarında artış ve bunun doğal sonucu olarak sulama sayılarında ise azalış gözlemlenmiştir (Şekil 4.12.- 4.15.).



Şekil 4.12. Temmuz ayı sulama aralığı **Şekil 4.13.** Ağustos ayı sulama aralığı



Şekil 4.14. Temmuz ayı sulama sayısı Şekil 4.15. Ağustos ayı sulama sayısı

Yapılan pomza uygulaması neticesinde sulama aralığında artış sağlanmış ve aylık sulama sayısı 2 mm pomzanın % 40 karışım oranındaki saksılarda önemli oranda azalmıştır. Temmuz ayında sulama aralığı toprakta 5 gün iken 2 mm pomzanın % 40 karışım oranında çim bitkisinin sulama aralığı % 80 artışla 9 güne çıkmıştır. Yine aynı uygulamada ağustos ayında sulama aralığı 6 gün'den 11 güne çıkmış ve sulama aralığının % 83 oranında arttığı görülmüştür. Çizelge 4.6.'da görüldüğü gibi sulama aralığının artmasıyla aylık sulama sayıları da önemli ölçüde düşürülmüştür. Örneğin % 100 toprak uygulanarak temmuz ayında 6 kez, ağustos ayında ise 5 kez sulama yapılırken, 2 mm çaplı pomzanın % 40 oranında toprağa uygulanmasıyla ayda 3 kez sulamayla çim bitkisinin işlevini yerine getirmesi sağlanmıştır.

Çizelge 4.6. Sulama aralığı ve sulama sayısında oluşan farklar.

Karışımlar	Sulama Aralığı (gün)				Sulama Sayısı				
	Temmuz	%	Ağustos	%	Temmuz	%	Ağustos	%	
Toprak	5	100	6	100	6	100	5	100	
1 mm Pomza	20%	5	100	6	100	6	100	5	100
	40%	6	120	7	116.67	5	83.33	4	80
2 mm Pomza	20%	6	120	7	116.67	5	83.33	4	80
	40%	9	180	11	183.33	3	50	3	60
4 mm Pomza	20%	6	120	7	116.67	5	83.33	4	80
	40%	7	140	8	133.33	4	66.67	4	80

Toprağa uygulanan pomza sayesinde sulama aralığı önemli ölçüde arttırılmıştır. Ancak, 1 mm çaplı pomzanın % 20 karışım oranındaki uygulamasında sulama aralığı ve sulama sayısında bir değişimin olmadığı görülmüştür. Diğer tüm uygulamalarda sulama aralığı % 16.67 - % 83.33 arasında değişen oranlarda arttırılmıştır. Sulama aralıklarındaki bu artışlar sayesinde sulama sayıları da % 16.67 - % 50 arasında değişen oranlarda azaltılmıştır.

Pomza uygulamasıyla sulama aralığının arttırılması ve sulama sayısının azaltılmasından sağlanan faydanın sebebi, pomza uygulamasının toprağın faydalı su kapasitesini % 53'e varan oranda arttırmış olmasıdır. Bu sayede tek seferde toprağa depolanacak su miktarı arttırılmış ve sulama aralıkları açılarak aylık sulama sayısının düşmesi sağlanmış ve bu sayede sulama işçiliğinin önemli ölçüde azaltılabileceği görülmüştür.

4.4. Bitki Gelişimi

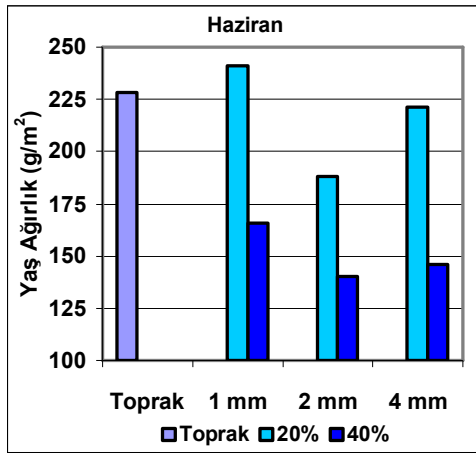
Yapılan çalışmada toprağa çeşitli çap ve dozlarda karıştırılan pomzanın çim bitkisinin sulanmasına etkisine bakmak amacıyla çimde verim göstergesi olarak çim yaş ağırlıkları, biçim sayısı ve çimin renginde meydana gelen değişiklikler gözlemlenmiş ve çizelge 4.7.'de aylara göre çim yaş ağırlıkları ve sezon sonu değişimler ile gerçekleştirilen biçim sayıları verilmiştir.

Çizelge 4.7. Aylara göre çim yaş ağırlıkları (g/m²).

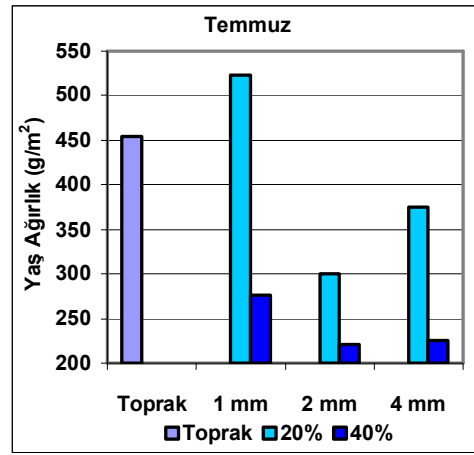
Karışımlar	Haziran		Temmuz		Ağustos		Eylül		Sezon Sonu		
	Değer	%	Değer	%	Değer	%	Değer	%	Değer	%	
Toprak	228	100	455	100	321	100	246	100	1250	100	
1 mm Pomza	20%	241	105.70	523	114.95	343	106.85	312	126.83	1419	113.52
	40%	166	72.81	277	60.88	228	71.03	216	87.81	887	70.96
2 mm Pomza	20%	188	82.46	300	65.93	260	81.00	228	92.68	976	78.08
	40%	140	61.40	221	48.57	200	62.31	177	71.95	738	59.04
4 mm Pomza	20%	221	96.93	375	82.42	288	89.72	232	94.31	1116	89.28
	40%	146	64.04	226	49.67	213	66.36	204	82.93	789	63.12

Not: Haziran 1, Temmuz 3, Ağustos 2, Eylül 2 biçim yapılmıştır.

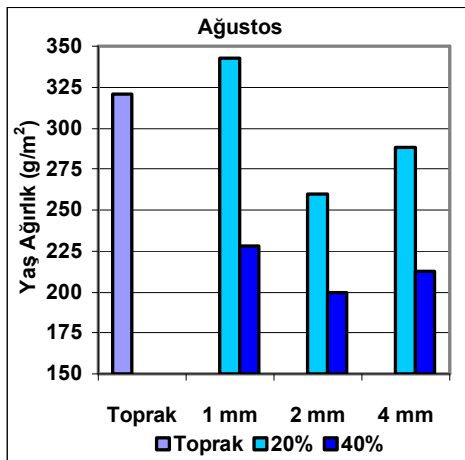
Aylara göre ve sezon sonu çim yaş ağırlıkları verilen çizelge 4.7.'de görüldüğü gibi tüm aylarda ve sezon sonunda çim yaş ağırlığı en fazla olan uygulama 1 mm çaplı pomzanın % 20 karışımında gerçekleşmiştir. Bu uygulamada sezon boyunca toprağa göre daha fazla verim elde edilmiş ve sezon sonunda toprağa göre % 13.5 daha fazla yaş ağırlık elde edilmiştir. Sezon sonunda % 100 toprak bulunan saksıdan m²'ye 1250 g çim biçilmiştir. En fazla çim 1419 g/m² ile 1 mm çaplı pomzanın % 20 karışımı kullanılan saksıdan elde edilirken en az çim yaş ağırlığı 738 g/m² ile 2 mm çaplı pomzanın % 40 karışımından elde edilmiştir. En az çim yaş ağırlığı elde edilen 2 mm çaplı pomzanın % 40 karışımı kullanılan saksılarda toprak uygulanan saksılara göre % 51 daha az çim yaş ağırlığı tespit edilmiştir. Tüm bu tespit ve değişimler şekil 4.16.- 4.20.'de görülmektedir.



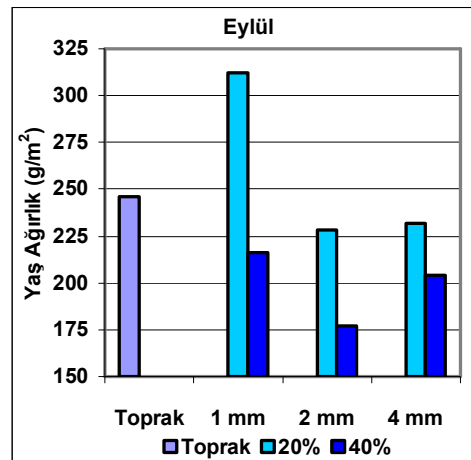
Şekil 4.16. Çim yaş ağırlıkları



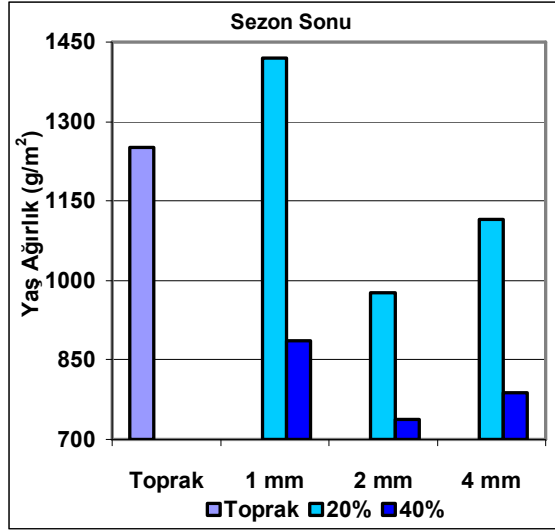
Şekil 4.17. Çim yaş ağırlıkları



Şekil 4.18. Çim yaş ağırlıkları



Şekil 4.19. Çim yaş ağırlıkları



Şekil 4.20. Sezon sonu çim yaş ağırlıkları

Sezon boyunca haziran ayında bir, temmuz ayında üç, ağustos ayında iki, eylül ayında iki kez olmak üzere toplam sekiz kez çimler biçilmiştir. En fazla biçim sayısı ve çim yaş ağırlıkları temmuz ayında elde edilmiştir. Bunun nedeni temmuz ayında büyüme hızının pik noktaya ulaşarak çim su tüketiminin de en fazla olmasıyla açıklanabilir. Temmuz ayından sonra büyümede, dolayısıyla çim yaş ağırlıklarında da düşüş başlamıştır. Çim bitkisinin sezon sonu durumu resim 4.1.- 4.8.'de görülmektedir.



Resim 4.1. %100 Toprak



Resim 4.2. A₂₀ Uygulaması.



Resim 4.3. A₄₀ Uygulaması.



Resim 4.4. B₂₀ Uygulaması.



Resim 4.5. B₄₀ Uygulaması.



Resim 4.6. C₂₀ Uygulaması.



Resim 4.7. C₄₀ Uygulaması.



Resim 4.8. Tüm Uygulamalar.

Sezon sonu çim yaş ağırlıklarıyla sezon sonu bitki su tüketimleri karşılaştırıldığında su tüketimleri ile çim yaş ağırlıklarının birbirine paralel oldukları görülmektedir. Yani yapılan uygulamalarda çim su tüketimi arttıkça çim yaş ağırlıkları da artmış, su tüketimleri düştükçe de çim yaş ağırlıklarında düşüş görülmüştür. Bu durum su verim ilişkisiyle açıklanabilmektedir. Örneğin % 100 toprağa göre sezon sonunda % 27 su tasarrufu sağladığımız 2 mm çaplı pomzanın % 40 karışımının uygulandığı saksıdan sezon sonunda % 100 toprağa göre % 51 daha az çim yaş ağırlık değeri elde edilmiştir.

Yani sudan sağlanan % 27'lik tasarruf % 51 daha az verim elde etmemizi sağlamıştır ki bu durumda neredeyse yarı yarıya az biçim yapılmasıyla biçim maliyetlerinde de önemli bir tasarruf sağlamış olacaktır. Bu oranlara bakılarak çim bitkisinin suya vermiş olduğu tepki avantaja dönüştüğü görülmektedir. Zira önemi günden güne artan su kaynaklarımızı korumak amacıyla, çim alanların sulanmasında kullanılan suyun pomza uygulaması sayesinde su tasarrufu sağlanması ve aynı zamanda daha az biçim yapılarak işçilik giderlerinin azaltılmasıyla büyük bir ekonomi sağlanmış olacaktır.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

5.1. Sonuçlar

Bu araştırmada; peyzaj alanların vazgeçilmez unsuru olan çim alanların, oluşturulmasında genellikle kullanılan taşıma toprağın su tutma kapasitesini arttırarak çim bitkisinin daha az su ile daha fazla aralıklarla ve daha az sulama sayısı ile işlevini yerine getirmesinin mümkün olup olmadığının belirlenmesi amaçlanmıştır. Çünkü çim alanlarda su gereksinimi, verimden çok kalite ve performans standartlarını karşılamak için gerekli olan suyu ifade eder (Baştuğ 1999). Çoğu yerlerde peyzaj alanlarının sulanması için gerekli su şehir şebekelerinden karşılanmaktadır. Bu nedenle çim alanların işlevlerini yerine getirirken daha az su kullanımı ve daha az işçilikle yapılması, kaynaklarımızın daha verimli kullanılmasını sağlayacaktır.

Tüm bu amaçlar çerçevesinde; çim toprağına, gözenekli yapısından dolayı yüksek su tutma kapasitesine sahip olan pomza taşının, belirli çap (1 mm, 2 mm, 4 mm) ve oranlarda (% 20-40) karıştırılarak, çim bitkisinin sulanmasına etkisi araştırılmış ve araştırma sonuçları aşağıda özetlenmiştir.

1. Deneme öncesi ve sonrası yapılan fiziksel ve kimyasal analizler neticesinde toprağın; pH, EC, kireç, tekstür değişimleri gözlemlenmiştir. Denem toprağı killi bünyeye sahiptir. Toprağın bünye sınıfı ile hacim ağırlığı, tarla kapasitesi, solma noktası gibi değerleri uyum içerisindedir. Ayrıca, toprağına uygulanan pomza ile karışımların bünye sınıflarında büyük bir değişim olmamıştır. Toprağın bünyesi killi iken, 2 mm ve 4 mm pomzanın % 40 karışım oranlarında bünye sınıfı kumlu kil, 4 mm çaplı pomzanın % 20 karışım oranında ise killi tın olmuş, diğer uygulamalarda bünye sınıfı değişmemiştir. Bu da kullanılan pomzanın karışımlarda tın görevi görmesiyle açıklanabilir.
2. Toprağına uygulanan pomzanın, karışımın hacim ağırlığını düşürdüğü görülmüştür. Çünkü bu düşüşte, pomzanın hacim ağırlığının oldukça düşük (0.8 g/cm^3) olması etkili olmuştur. Hacim ağırlığı en fazla düşüş gösteren uygulama, 1 mm çaplı pomzanın % 40 karışım oranında görülmüş ve toprağına göre % 16 düşüş göstermiştir. Diğer uygulamalarda da % 1.5 - % 9 oranında düşüşler görülmüştür.

3. Denemede kullanılan toprağın pH değeri 7.6'dır. Toprağa pomza uygulanması ile karışımların pH değerlerinde % 4-6 arasında değişen oranlarda azalma görülmüştür. Bunun nedeni ise pomzanın asidik karakterde (pH: 6) olmasıyla açıklanabilir.
4. Deneme sonrasında toprak ve karışımların pH değerleri tüm konularda düşüş göstermiştir. Deneme sonunda toprağın pH değeri 7.30 olarak tespit edilmiştir. Pomza uygulanan tüm konularda pH değerleri toprağa göre % 1-2.5 oranında azalma göstermiştir. Bunun nedeni pomzanın sulama süresince asit karakterinin toplam toprak karışımına etkisini arttırmasıdır.
5. Deneme öncesi toprağın EC değeri 1650 μ mhos/cm iken pomza uygulaması ile tuzluluk değerleri % 4-9 oranlarında artış göstermiştir. Deneme sonrasında pomza uygulamasıyla tuzluluk değerleri % 8-13 arasında değişen oranlarda artış göstermiştir. Bu artışlarda çim tohumlarının üzerine kapak malzemesi olarak serilen organik maddenin etkisi vardır. Ancak, tuz konsantrasyonundaki artışın asıl sebebi pomzanın sulama suyundaki tuz iyonlarını tutmasıyla açıklanabilir. Denemede sulama suyu olarak kullanılan şebeke suyu tuzluluk bakımından ikinci sınıf (T₂), sodyumluluk bakımından ise birinci sınıf (S₁) sulama suyudur. Bu nitelikteki sulama suyu çim için rahatlıkla kullanılabilir özelliktedir.
6. Toprağın kireç muhtevası deneme öncesinde % 22.39 olarak tespit edilmiştir. Karışımlarda ise kireç oranları % 8-10 oranlarında azalış göstermiştir. Bu azalışta pomzanın yapısında kireç miktarının yok denecek kadar az olması etkili olmuştur. Deneme sonrasında toprak ve karışımların kireç muhtevalarında az da olsa yıkanmadan kaynaklanan düşüşler görülmüştür.
7. Yapılan çalışmanın ana hedefi, toprağın tarla kapasitesi, solma noktası ve faydalı su kapasitesinde meydana gelecek olumlu değişimlerdir. Uygulanan pomza sayesinde karışımların toprağa göre tarla kapasitesi % 1 (1 mm % 20 karışım oranı) - % 6.93 (2 mm % 40 karışım oranı) gibi değişen oranlarda artmıştır. Bu da gözenekli yapısıyla pomzanın, karışımların tarla kapasitesinde tutulan nem miktarını artırdığını göstermiştir.
8. Pomza uygulamasıyla, solama noktasında tutulan nem miktarında önemli oranda düşüş sağlanmıştır. Karışımların solma noktaları, toprağa göre % 10 (1 mm % 20 karışım oranı) - % 28 (2 mm % 40 karışım oranı) gibi değişen oranlarda düşüş

- göstermiştir. Bu azalış, pomzanın suyu bünyesinde düşük tansiyonda muhafaza ederek, bitkinin kullanabileceği nem miktarını artırdığını göstermektedir.
9. Bitkinin kullanabileceği suyu ifade eden faydalı su kapasitesi, toprağa pomza uygulanmasıyla önemli ölçüde arttırılmıştır. Karışımların tarla kapasitelerindeki artışların ve solma noktalarındaki azalışların neticesinde, faydalı su kapasiteleri % 5.22 (1 mm % 40 karışım oranı) - % 41 (2 mm % 40 karışım oranı) arasında değişen oranlarda arttırılmıştır.
 10. Pomza uygulamasının sağladığı en büyük avantaj, faydalı su kapasitesini arttırarak tek seferde toprağa depolanacak su miktarını arttırmasıdır. Bu sayede, sulama aralığı açılarak aylık sulama sayıları düşürülmüş olacaktır. Bu çalışma sayesinde, temmuz ayında çim bitkisi için sulama aralığı sera şartlarında 5 gün iken, yapılan pomza uygulaması ile sulama aralığı 9 güne (2 mm % 40 karışım oranı) çıkarılmıştır. Ayrıca, ağustos ayında sulama aralığı 6 gün iken, pomza uygulanarak sulama aralığı 11 güne (2 mm % 40 karışım oranı) kadar çıkarılmıştır. Bu artışlara bakıldığında pomza uygulaması, sulama aralığını % 83.33 (2 mm % 40 karışım oranı) varan oranda arttırmıştır. Sulama aralığında en az artış % 16.67 ile ağustos ayında gerçekleşmiştir. Ayrıca, 1 mm çaplı pomzanın % 20 oranında toprağa karıştırılmasının sulama aralığını değiştirmedeği gözlemlenmiştir.
 11. Toprağa belirli çap ve karışım oranında karıştırılan pomzanın, sulama aralığını arttırması sayesinde aylık sulama sayısını da düşürdüğü görülmüştür. 2 mm çaplı pomzanın % 40 oranında toprağa karıştırılmasıyla, temmuz ayında sera şartlarında çim bitkisi 6 kez sulanırken, 3 kez sulanmıştır. Yine ağustos ayında aynı uygulama ile sulama sayısı 5'den 3'e düşürülmüştür. Bu da gösteriyor ki toprağa pomza uygulanması, aylık sulama sayısını % 50'ye varan oranda düşürebilmektedir.
 12. Çalışmanın sonuçları daha önce yapılmış çalışmalarla da örtüşmektedir. Örneğin Can (2007)'ye göre; 2 mm çaplı pomza % 50 oranında toprağa karıştırıldığında, faydalı su kapasitesinde toprağa göre yaklaşık % 113 artış sağlanmıştır. Ayrıca, 30 cm kök derinliğindeki domates bitkisi için karışımsız toprakta sulama aralığı 4 gün iken, Ağustos ayında 8.6 güne yükselerek % 115'lik artış sağlanmıştır.
 13. Bu çalışma ile elde edilen bir diğer önemli sonuç, toprağa uygulanan pomzanın, çim bitkisinin sezon boyunca ve sezon sonunda, bitki su tüketimini düşürmesidir. Örneğin, 2 mm çaplı pomzanın % 40 karışım oranında toprağa uygulanmasıyla,

çim bitkisinin sezon sonunda toprağa göre % 27 daha az su tükettiği görülmüştür. Bir diğer uygulama olan, 4 mm pomzanın % 40 karışım oranında toprağa uygulanmasında ise çim bitkisine sezon sonunda % 16 daha az su verildiği görülmüştür. Tüm bunlara rağmen, 1 mm pomzanın % 20 karışım oranında toprağa uygulanmasıyla çim bitkisinin sezon sonu % 4 daha fazla su tükettiği tespit edilmiştir. Bu oranlara bakıldığında toprağa pomza uygulanarak bitki su tüketiminin azalacağı görülmektedir. Bu sonucu doğuran etkenler toprağın faydalı su kapasitesinin artması ve özellikle de pomzanın topraktan meydana gelen buharlaşma olarak tarif edilen, evaporasyonu düşürerek, topraktaki suyun bitki tarafından kullanılarak transpirasyonla topraktan buharlaşmasını teşvik ettiği söylenebilir. Bu sonucu destekleyen bir çalışmada (Can 2007); toprağa belirli çap ve oranlarda pomza uygulanarak, evaporasyonun % 58'e varan oranlarda azaldığı tespit edilmiştir. Kısaca, pomza toprakta meydana gelen evapotranspirasyonda, evaporasyonu azaltarak, transpirasyon lehine dönüştürmesiyle bitkinin ihtiyaç duyduğu suyu karşılamış ve doğrudan topraktan buharlaşmayı azaltıp bitki su ihtiyacını dolaylı olarak azaltmıştır.

14. Çalışma sonunda elde edilen olumlu başka bir sonuç da; çim yaş ağırlıklarında düşüşlerin görülmesidir. Çünkü bu durum çimin biçim maliyetlerini direkt olarak etkilemektedir. Toprağa pomza uygulanmasıyla, çim bitkisinin su tüketiminin düşürülmesi ile birlikte, çim yaş ağırlıkları da önemli ölçüde düşürülmüştür. Bu durum, su-verim ilişkisiyle açıklanabilmektedir. Örneğin, 2 mm pomzanın % 40 oranındaki karışımında, sezon sonunda % 27 oranında su tasarrufu sağlanmış, bu da çim bitkisinde verimi yani yaş ağırlığı % 51 gibi büyük bir oranda düşürmüştür. Bu oranlara bakılarak, çim bitkisinin suya vermiş olduğu tepki olumlu yönde kullanılmış olacaktır. Zira, çimin biçilmesi maliyetlidir ve çim bitkisi ne kadar az biçilirse maliyet o kadar düşecektir. Çim bitkisi tamamen görsel kaliteye hizmet ettiği için, yeşil formunu koruduğu müddetçe, maksimum su ve işçilik tasarrufu sağlanmalıdır. Bu amaçla toprağa pomza uygulanarak, sulama ve bakım masraflarında tasarruf sağlanacaktır.

5.2. Öneriler

Sonuç bölümünde değinilen bilgiler ışığında, çim alanların oluşturulması aşamasında, toprağa belirli oran ve belirli çapta pomzanın homojen olarak karıştırılması ve pomzanın sağlayacağı faydalar neticesinde, çim alanların daha az su, daha az sulama işçiliği ve bakım maliyetleri ile işlevlerini yerine getirmesi sağlanmalıdır. Bu amaçlarla, araştırma sonuçlarına göre, öneriler aşağıda belirtilmiştir.

1. Çim alanlar oluşturulurken, çim toprağına belirli oranlarda ve mümkün olduğunca belirli çapta (>1 mm) pomza, homojen olarak karıştırılmalıdır.
2. Toprağına karıştırılan pomzadan maksimum faydanın elde edilmesi için, pomza karışım oranı % 40 gibi yüksek oranda olmalıdır. Zira pomza ile sağlanan faydalarda yüksek karışım oranları (% 40) büyük ölçüde fayda sağlarken, düşük karışım oranlarında (% 20) toprağına göre büyük farklar oluşmamıştır.
3. Yapılan bu çalışma sonucunda, 2 mm çaplı pomzanın % 40 oranında toprağına karıştırılmasıyla maksimum fayda sağlanmıştır. Ayrıca, 4 mm çaplı pomzanın % 40 oranında toprağına karıştırılmasıyla ikinci derece en iyi sonuç alınmıştır.
4. Ülkemizde pomza rezervinin çok oluşu ve ucuz temini, kentsel yeşil alanlarda bitki kök bölgesi toprağı karışımında kullanımını kolaylaştıracaktır.
5. Kullanılacak pomzanın çap seçimi bu bilgilere göre yapılmalıdır.

6. KAYNAKLAR

- Açıkgöz, E., (1994). "Çim Alanlar Yapım ve Bakım Tekniği" Çevre Ltd. Şirketi Yayınları:4, 1.Basım, Bursa.
- Anonymous, 1954. Diagnosis and Improvement of Saline and Alkaline Soils. Agriculture Handbook 60. U.S. Dep.of Agr.
- Anonymous. 2006 Devlet Meteoroloji Müdürlüğü Verileri, Konya.
- Anonymous. 2007. Konya Kapalı Havzasında Su Kaynaklarının Mevcut Durumu Yaşanan Sorunlar Öncelikli Projeler ve Üretilebilecek Çözüm Önerileri. DSİ. Genel Müdürlüğü. 4. Bölge Müdürlüğü, Konya.
- Anonymous. 2008. T.C. Konya Valiliği Verileri, Konya.
- Baştuğ, R., 1999. Çim Alanlarının Su Gereksinimi ve Sulanması. Akdeniz Ün. Ziraat Fak. Dergisi., 12. 169-182, Antalya.
- Beşkonaklı, F., 1989. Ankara Koşullarında Çim Alanların Başarı Durumu ve TBMM Parkı Örneği, A.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Ankara.
- Bouyoucos, G.J., 1951. A Recalibration of the Hydrometer Method for the Making Mechanical Analysis of Soils. Agron. Jour. 43. 434-438.
- Can, C. 2007. Konya- Erenkaya'da Çıkarılan Kaynaktüf (iğnimbirit)'ün Toprağın Faydalı Su Kapasitesi ve Sulama Aralığına Etkisi. Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Konya.
- Carrow, R.N., Sherman, R.C. And Watson, J.R., 1990. Tufgrass In: Irrigation of Agriculturel Crops (B.A Stewart and D.R. Nielsen, co-editors). Madison, Wisconsin U.S.A., PP, 889-919.
- Chen. Y., Banin, A., Devenald, V. 1980. Characterization of Particles and Pares Hydraulic Properties and Water-Air Ratios of Artificial growth media and soil. proceedings, 18-24 The Netherlands.
- Clemens, G., Singer, A., 1992 Ameliorating Chlorosis- Inducing Soils with Rock Materials of Varying Porosity and Iron Content. Soil Sci., 56(3), 807-813.
- Çağlar, K.Ö. 1958. Toprak İlimi. Ankara Üniversitesi Ziraat fakültesi Yayınları No:10, Ankara.

- Çakmak, B., 1990. Çankaya İlçesi Parklarının Sulama Sorunları. Yüksek Lisans Tezi. Ankara Üniv. Fen Bil. Enst., Ankara.
- Çakmak, B., Aküzüm, T., 1992. Rekreasyon Alanlarının Sulanması. A.Ü. Ziraat Fak. Yayın No:1280, Bil. Araş. ve İnc.:712, Ankara.
- Çiftçi, N., Kutlar, İ., Şahin, M., Yılmaz, M.A., 2003. S.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi 17 (13) 36-40, Konya.
- Çiftçi, N. ve Yaylalı Kutlar, İ., 2007. Su Potansiyeli ve Konya Ovası Su Kaynakları. Konya Ticaret Borsası Dergisi. Sayı:24. S.34-37, Konya.
- Çiftçi, N., Kutlar, İ., Demir, N., 2008. Konya İli Sulama Kooperatiflerinin Sulamadaki Etkinliği. Konya Kapalı Havzası Yeraltısuyu ve Kuraklık Konferansı 11-12 Eylül 2008. S.57-66., Konya.
- Demiralay. İ., 1977. Toprak Fiziği Uygulaması. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Erzurum.
- Demirel, Ö., Yaşar, Y., Öztürk, B. Kentlerde Mekan Tanımlayıcı Öğelerin Kent Yeşili İle Birlikte Mekansal Kurgu Rollerini, Peyzaj Mimarlığı 2. Kongresi, Bildiriler Kitabı, s. 372- 377, 2004, Ankara.
- Dinç, U., Gezerel, Ö., Çevik, B., Kuşka, N. 1984. Preliminary Study on the Effect of Volcanic ash and Organic Soil for Early Production, Yield and Quality of Tomatoes.
- Ercul, G., Bayramın, İ. 2004. Beyaz ve Sarı Pomza Örnekleri Su Tutma Özellikleri. Ankara Üniv. Ziraat Fakültesi, Toprak Bölümü, Ankara.
- Einersson, S., ve ark., 1993. Production of Rhizobium Inoculants for *Lupinus nootkatensis* on Nutrient-Supplemented Pumice. *Appl.*, 59(11), 3666-3668.
- Güngör, Y., Erözel, Z., Yıldırım, O., 1996. Sulama ders kitabı 2. Baskı. A.Ü. Ziraat Fak. Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü. Yayın no:1443, Ders kitap no:424. Ankara.
- Haroğlu, R., 2000. Peyzaj Uygulamalarında Sulama Sisteminin Seçimi Üzerine Bir Araştırma. Yüksek Lisans Tezi, A.Ü. Fen Bilimleri Enst. Ankara.
- Hartman, H.D., Zengerle, S., 1979. Die Kultur der Tomatoes in Folie Scontoinern mit. *Lorf. Gemüse* 15 (4), 146-150.
- Kara, M. 2005. Sulama ve Sulama Tesisleri . Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Konya.

- Karaman, M., Brohi A.R. 1993. Bitki Yetiştirme Ortamı Olarak Pomza Taşının Farklı Azot Dozlarında Mısır Bitkisinin Gelişmesine Etkisi. Gaziosman Paşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bölümü, Tokat.
- Kerr, G.L., Pochop, L.O., Barelli, J., Anderson, A.D., 1980. Distribution Patterns of Home Lawn Sprinklers. American Society of Agricultural Engineers, America.
- Kneebone, W.R , Kopec, D.M., Mancino, C.F., 1992. Water requirement an Irrigation In: Tutrgrass (D.V. Waddington R.N. Carrow and Shearman, co-editors). Agronomy No:32. ASA-CSSA-SSSA, Madison, Wisconsin USA, pp, 441-473.
- Korukçu, A., Öneş, A., 1981. Çağdaş Sulama Teknikleri Türkiye Peyzaj Mimarisi Derneği Yayınları, No:1981/3, Ankara.
- Lı, Q.S., Willardson, L.S., Deng, W., Lı, J.L., Liu, C.J., 2005. Crop Water Deficit Estimation and Irrigation Scheduling in Western Jilin Province, Northeast China. Agricultural Water Management 71 (2005) 47-60.
- Leque. A., 1981. Retention of Lons by Volcanic Sand Uses in Hydroponic Cultures.
- Linardakis, D.K., Manios, V., 1991. Hydroponic Culture of Straw Berries in Plastic Greenhouse in a Vertical System. Acta Hort. 287, 317-326.
- Martin, D.L., Watt, D.G., Gilly, J.R., 1984. Model and Production Function for Irrigation Management. J. Irrigat. Drain. Eng. 110(2), 149-164.
- Martin, D.L., Stegman, E.C. Fereres, E., 1990. Irrigation Scheduling Principles. In: Hoffman G.J., Howell, T.A., Soloman, K.H. (Eds), Management of Farm Irrigation Systems. ASAE, St Joseph, MI, pp. 155-203.
- Orçun, E., 1979. Özel Bahçe Mimarisi, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No:152, Bornova, İZMİR.
- Özden, M. A. (1994). Peyzaj Çalışmalarında Farklı Sulama Tekniklerinin Uygulanabilirliği Üzerine Bir Araştırma. Yüksek Lisans Tezi, A.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Peyzaj Mimarlığı Ana bilim Dalı, Ankara.
- Özgümüş, A., Ataman, Y., Dirim, S., Korkmaz, G. 1999. Türkiye'nin Değişik Yörelerinde Yer Alan Pomzaların Bitki Yetiştirme Ortamı Olarak Kullanım Olanaklarının Araştırılması. Uludağ Üniv., Ziraat Fakültesi, Bursa.

- Özkan, Ş.G., Tuncer, G. 2001. Pomza Madencilğine Genel Bir Bakış. 4. Endüstriyel Hammaddeler Sempozyumu, 18-19 Ekim 2001, S.200-207, İzmir.
- Paksoy, M. 1995. Domateste Topraksız Yetiştiricilikte Değişik Substrat Karışımları ve Bitki Kök Bölgeleri Isıtmasının Bitki Gelişimi, Verim, Erkencilik ve Ürün Kalitelerine Etkileri. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı Doktora Tezi, Adana.
- Richards, L. A. 1954. “Diognosi and Improvement of Saline and Alkali Soils” Dept. Of Agriculture, No:60, A.B.D.
- Sağlam, T., 1978. Toprak Kimyası. A.Ü. Ziraat Fakültesi Uygulama Teksiri, Erzurum.
- Smith, S.W., 1996. Landscape Irrigation Scheduling and Centralized Control. Evapotranspiration and Irrigation Scheduling. Proceedings of the International Conference. San Antonio Convention Center, pp.263-267.Texas.
- Soylu, F. 1994. Golf alanlarının planlama ilkeleri. A.Ü. Ziraat Fak. Peyzaj Mim. A.B.D. Semineri (Basılmamış), Ankara.
- Sönmez, N., Güngör, Y., Korukçu, A., 1980. T.B.M.M. Bahçesi Sulama Sisteminin Tasarımı. T.B.M.M. Basımevi, Ankara.
- Szmidt, R.A.K., Hall, D.A., Hitchon, G.M., 1988. Hous Tomatoes. Acta Hort. 221. 371-376.
- Şahin, Ü., Hanay, A., Anapalı, Ö. 1997. Seralarda Topraksız Kültürde Pomzanın Kullanılabilirliği Üzerine Bir Araştırma. 1. Isparta Pomza Sempozyumu Bildiriler Kitabı. S.133-139, 26-28 Haziran 1997, Isparta.
- Şahin, Ü., Anapalı, Ö., Hanay, A. 1998. Damla Sulama’da Farklı Debi ve Su Miktarlarının Pomza ve Perlitte Nem Dağılımına Etkisi. Tr.J. of Agriculture and Forestry 23 (1999) Ek Sayı 4 999-1010 Tübitak. Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Erzurum.
- Şahin, Ü., Anapalı, Ö., Hanay, A. 1998. Kum-Çakıl Filtrelerde Pomzanın Kullanılabilirliği. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi., 29(2),209-218,1998., Erzurum.
- Şahin, Ü., Anapalı, Ö., Ercişli, S. 2001. Physico-Chemical and Physical Properties of some Substrates Used in Horticulture. Gartenbauwissenschaft, 67(2).S.55-60,2002 ISSN 0016-478X.

- Şahin, Ü., Örs, S., Ercişli, S., Anapalı, Ö., Esitken, A. 2004. Effect of Pumice Amendment on Physical Soil Properties and Strawberry Plant Growth. Journal Central European Agriculture Volume 6 (2005) No.3 (361-366).
- Şahin, Ü., Anapalı, Ö. 2006. Addition of Pumice Affects Physical Properties of Soil Used for Container Grown Plants. Agriculturae Conspectus Scientificus, Vol.71 (2006) No.2 (59-64).
- Şahin, M. 2005. Konya Kent Merkezi Yeşil Alanlarında Karşılaşılan Sulama Sorunları ve Çözüm Önerileri. Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı Doktora Tezi, Konya.
- Şahinler, Ç., 1997. Peyzaj Sulaması Tasarımı ve Bursa Büyükşehir Belediyesi Soğanlı Kent Parkı Uygulaması. Yüksek lisans tezi. Uludağ üniv. T.Y.S. Bölümü, Bursa.
- Şener, S., Yıldırım, M., Erken, O., 2005. Research on Water Saving New Irrigation Technologies in Turkey, Water for Development Worldwide, International Symposium, 7-11 Sep. 2005, İstanbul, Turkey.
- Şeker, C. 1999. Killi-Tın Toprağın Pomza, Kum ve Ahır Gübresiyle Hazırlanmış Karışımlarının Sıkıştırma Penetrasyon Dirençleri. Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bölümü, Konya.
- Tanrıverdi, F., 1987. Peyzaj Mimarlığı; Bahçe Sanatının Temel İlkeleri ve Uygulama Metodları. Ders Kitabı no:49, A.Ü. Bahçe Bitkileri Böl. Peyzaj mimarlığı Anabilimdalı, Erzurum.
- Uzun, G., 1989. Peyzaj Mimarlığında Çim ve Spor alanları Yapımı. Yardımcı ders kitabı. No:20, Ç.Ü. Ziraat Fak. Peyzaj mimarlığı Bölümü , Adana.
- Verdonc, O. 1984. New Developments in the Use of Graded Perlite in Horticultural Substrates.
- Yazgan, M.E., 1991. Çağdaş Yaşamda Çim Alanlar Semineri. A.Ü. Ziraat Fak. Peyzaj Mimarlığı Böl. Peyzaj Sanat Dergisi Yayını No:1 S:6-8, Ankara.
- Yıldırım, O., 1994. Çim Alanların Sulanması. Çağdaş Yaşamda Çim Alanlar Sempozyomu II ve III. A.Ü. Ziraat Fak. Peyzaj Mimarlığı Böl. S:16, Ankara.