



Su Hasadı Tekniğinin Sakız Ağacı
(*Pistacia lentiscus* var. *chia* Duham.)
Fidanlarının Tutma Oranına ve
Büyüme Performansına Etkisi

Orman Mühendisliği Ana Bilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

Zafer KOYUNCU

ORCID 0009-0000-3059-1145

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Bülent TOPRAK

Ağustos 2024

İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü öğrencisi **Zafer KOYUNCU** tarafından hazırlanan **Su Hasadı Tekniğinin Sakız Ağacı (*Pistacia lentiscus* var. *chia* Duham.) Fidanlarının Tutma Oranına ve Büyüme Performansına Etkisi** başlıklı bu çalışma tarafımızca okunmuş olup, yapılan savunma sınavı sonucunda kapsam ve nitelik açısından başarılı bulunarak jürimiz tarafından YÜKSEK LİSANS olarak kabul edilmiştir.

ONAYLAYANLAR:

Tez Danışmanı: **Doç. Dr. Bülent TOPRAK**
İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi

Jüri Üyeleri: **Prof. Dr. Gökçen YÖNTER**
Ege Üniversitesi

Doç. Dr. Melis ÇERÇİOĞLU
İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi

Savunma Tarihi: 27.08.2024

Yazarlık Beyanı

Ben, **Zafer KOYUNCU**, başlığı **Su Hasadı Tekniğinin Sakız Ağacı (*Pistacia lentiscus* var. *chia* Duham.) Fidanlarının Tutma Oranına ve Büyüme Performansına Etkisi** olan bu tezimin ve tezin içinde sunulan bilgilerin şahsıma ait olduğunu beyan ederim. Ayrıca:

- Bu çalışmanın bütünü veya esası bu üniversitede Yüksek Lisans derecesi elde etmek üzere çalıştığım süre içinde gerçekleştirilmiştir.
- Daha önce bu tezin herhangi bir kısmı başka bir derece veya yeterlik almak üzere bu üniversiteye veya başka bir kuruma sunulduysa bu açık biçimde ifade edilmiştir.
- Başkalarının yayımlanmış çalışmalarına başvurduğum durumlarda bu çalışmalara açık biçimde atıfta bulundum.
- Başkalarının çalışmalarından alıntıladığımda kaynağı her zaman belirttim. Tezin bu alıntılar dışında kalan kısmı tümüyle benim kendi çalışmamdır.
- Kayda değer yardım aldığım bütün kaynaklara teşekkür ettim.
- Tezde başkalarıyla birlikte gerçekleştirilen çalışmalar varsa onların katkısını ve kendi yaptıklarımı tam olarak açıkladım.

Tarih:

27.08.2024

Su Hasadı Tekniğinin Sakız Ağacı (*Pistacia lentiscus* var. *chia* Duham.) Fidanlarının Tutma Oranına ve Büyüme Performansına Etkisi

ÖZ

İklim değişikliği ile birlikte sakız ağacının (*Pistacia lentiscus* var. *chia* Duham.) yayılış alanlarını kapsayan Akdeniz havzasında büyüme dönemlerinde daha şiddetli su kıtlıkları yaşanabilme durumu söz konusudur. Bu çalışmanın amacı iklim değişikliğinin olumsuz etkileriyle başa çıkabilmek için tasarlanan su hasadı yöntemi olarak kullanılan modifiye edilmiş V-şekilli mikrohavzaların sakız ağacının hayatta kalma ve büyüme performansına etkisini ortaya koymaktır.

Çalışma, Türkiye’de İzmir Orman Bölge Müdürlüğü sınırları içerisinde yer alan Çeşme (1 blok) ve Urla’da (2 blok) gerçekleştirilmiştir. Her blokta oluşturulan V-şekilli mikro havzalarda 1-Mikoriza, 2- Polimer, 3-Osmoprotektan, 4-Polimer+Osmoprotektan şeklinde 4 farklı işlem uygulanmıştır. İşlemlerin etkisinin ortaya konulabilmesi için her sahada bir adet mikro havza kontrol ünitesi oluşturulmuştur. Ayrıca çalışmanın yapılacağı sahalarda uygulanan mevcut ağaçlandırma tekniği kapsamında teraslara dikim yapılarak birer adet kontrol ünitesi daha oluşturulmuştur. Bu çalışma her blokta 50 adet olmak üzere toplamda 3 blokta 150 adet V şekilli mikro havzada gerçekleştirilmiştir. Her V-şekilli mikro havzanın düşük kotuna ve yüksek kotuna birer adet olmak üzere 2 metre aralıklarla 2 adet fidan dikimi 2022 Şubat ayında gerçekleştirilmiştir. Çalışmada üç sahada 360 adet fidan (mikro havzalarda toplam 240; teraslarda toplam 60 adet) kullanılmıştır. İki büyüme dönemi sonunda fidanların tutma başarısı belirlenmiş; kök boğazı çapları ve boy ölçümleri yapılmış; gürbüzlük indeksi hesaplanmış ve toprak nemi ölçülmüştür.

Çalışmanın sonuçları, V şeklindeki mikrohavzaların, iki yıllık büyüme periyodu boyunca dikim başarısı, çap ve yükseklik değerleri, fidan yüksekliğinin kök boğazı çapına oranı ve toprak nem içeriği açısından teraslamaya göre daha üstün olduğunu ortaya koymaktadır. Tüm sonuçlar göz önüne alındığında, özellikle ağaçlandırma başarısında sorun yaşanan alanlarda uygulayıcılara, sakız ağacı ağaçlandırmasında V şeklindeki mikrohavzaların kullanımı önerilmektedir.

Anahtar Sözcükler: Su hasadı, *Pistacia lentiscus*, Mikrohavza, Ağaçlandırma.

Effect of Water Harvesting Technique on Survival Rate and Growth Performance of Mastic tree (*Pistacia lentiscus* var. *chia* Duham.) Seedlings

Abstract

With climate change, more severe water deficits may occur during the growth periods in the Mediterranean basin, which covers the distribution areas of the mastic tree. The aim of this study was to investigate the effect of modified V-shaped micro catchments used as a water harvesting method designed to cope with the negative effects of climate change on the survival and growth performance of mastic tree.

The study was carried out in Çeşme (1 block) and Urla (2 blocks), located within the borders of İzmir Regional Directorate of Forestry in Turkey. In the V-shaped micro catchments located in each block, 4 different treatments were applied: 1-Mycorrhiza, 2- Polymer, 3-Osmoprotectant, 4-Polymer+Osmoprotectant. In order to reveal the effect of the treatments, a micro catchment control unit was created in each field. In addition, one more control unit was created by planting on terraces in the study areas. This study was carried out in a total of 150 V-shaped micro catchments in 3 blocks, 50 in each block. Two seedlings, one at the low elevation and one at the high elevation of each V-shaped micro catchments, were planted at 2-meter intervals in February 2022. In the study, 360 seedlings (240 in total in the micro catchments and 60 in the terraces) were used in three fields. At the end of two growth periods, the survival success of the seedlings was determined; root collar diameters and height measurements were made; the seedling height to root collar diameter ratio was calculated and soil moisture was measured.

The results of the study reveal that V-shaped microcatchments are superior to terracing in terms of plantation success, diameter and height values, seedling height to root collar diameter ratio and soil moisture content during the two-year growth period. Considering all the results, the use of V-shaped microcatchments in Mastic Tree afforestation is recommended to practitioners, especially in areas where afforestation success is problematic.

Keywords: Rainwater harvesting, *Pistacia lentiscus*, Microcatchment, Afforestation.

Teşekkür

Yüksek Lisans öğrenimim ve tez çalışmamdaki destek ve yardımlarından dolayı danışman hocam Doç. Dr. Bülent TOPRAK'a en içten dileklerle teşekkür ederim.

Değerli jüri üyelerim Prof.Dr.Gökçen YÖNTER ve Doç.Dr.Melis ÇERÇİOĞLU'na katkılarından dolayı teşekkür ederim.

Tez çalışmam süresince katkılarını esirgemeyen Arş.Gör.Yasin KARAŞİN'e şükranlarımı sunarım.

Bu çalışma boyunca yardımlarını ve desteklerini esirgemeyen İzmir Orman Bölge Müdürlüğüne, sevgili aileme ve çalışma arkadaşlarıma sonsuz teşekkür ederim.

İçindekiler

Yazarlık Beyanı	ii
Öz	iii
Abstract	iv
Teşekkür	v
Şekiller Listesi.....	vii
Tablolar Listesi.....	viii
Kısaltmalar Listesi	ix
1 Giriş	1
2 Materyal ve Yöntem.....	2
2.1 Çalışma Sahaları	2
2.2 Bitki Türü.....	4
2.3 Deneme Deseni	5
2.4 Örnekleme ve Analizler	6
2.5 İstatistiksel Analizler.....	7
3 Bulgular.....	8
3.1 Yaşama Oranları.....	8
3.2 Çap Artımı.....	8
3.3 Boy Artımı.....	10
3.4 Gürbüzlük.....	12
3.5 Toprak Nemi.....	13
4 Tartışma ve Sonuç	15
Kaynaklar	17

Şekiller Listesi

Şekil 2.1 Çalışma Sahalarının Konumu.....	2
Şekil 2.2 Çalışma sahalarına ait Thornthwaite iklim diyagramı.....	3
Şekil 2.3 Deneme Sahasındaki Sakız Fidanı.....	4
Şekil 2.4 V-Şekli mikrohavza yapımı.....	4
Şekil 2.5 a) Mikrohavzadaki fidan konumları b) Her deneme ünitesindeki V-Şekli mikrohavzaların dizilişi.....	6
Şekil 3.1 Sakız fidanlarının yaşama oran ortalamaları	8
Şekil 3.2 Sakız fidanlarının büyüme dönemleri sonundaki kök boğazı çapı ortalamaları.....	9
Şekil 3.3 Sakız fidanlarının büyüme dönemleri sonundaki NÇA ortalamaları	10
Şekil 3.4 Sakız fidanlarının büyüme dönemleri sonundaki FB ortalamaları.....	11
Şekil 3.5 Sakız fidanlarının büyüme dönemleri sonundaki NBA ortalamaları	12
Şekil 3.6 Sakız fidanlarının büyüme dönemleri sonundaki gürbüzlük ortalamaları	13

Tablolar Listesi

Tablo 2.1 Çalışma sahalarına ait bazı toprak özellikleri.....	2
Tablo 2.2 Mikorizal karışım içeriği [RhizoMyx®(Novozymes)].....	5
Tablo 3.1 2022 yılı toprak nemi (%) ortalamaları $\pm$ standart hataları.....	14
Tablo 3.2 2023 yılı toprak nemi (%) ortalamaları $\pm$ standart hataları.....	14



Kısaltmalar Listesi

Gİ	Gürbüzlük İndeksi
FB	Fidan Boyu
KBC	Kök Boğazı Çapı
K-V	Mikrohavza Kontrol Ünitesi
K-A	Teras Kontrol Ünitesi
NBA	Nispi Boy Artımı
NÇA	Nispi Çap Artımı



1. Giriş

Su kıtlığı dünya üzerinde mevcut bitki örtüsünün dağılımını etkileyen önemli bir unsurdur (Prinz, 2002). Türkiye’de bitki büyümesini engelleyen en önemli stres faktörü su olmakta (Çepel, 1995) ve çoğu bölgede yüksek evapotranspirasyon sonucunda vejetasyon mevsimi içerisinde su açığı oluşmaktadır (Özyuvacı, 1999; Atalay, 2014).

İklim değişikliği ile birlikte Akdeniz havzasındaki yağışlarda gerçekleşen düşüş ilerleyen dönemlerde ağaçlandırma sahalarında vejetasyon dönemindeki su açığını daha şiddetli bir hale getirecektir. Şimdiki dönemde dahi büyüme döneminde kuraklığın hüküm sürdüğü sakızın yetişebildiği sahalarda oluşacak aşırı kuraklık sakız bitkisinin büyüme ve gelişimi üzerinde çok büyük olumsuz etki oluşturacaktır. Her ne kadar sakız bitkisi kuraklığa dayanıklı olsa da ticari sakız yetiştiriciliği açısından sulama ayrı bir öneme sahiptir (Onay vd. 2016). Ancak mevcut su kaynaklarının %1,5’u kullanılabilir tatlı sudan oluştuğu (Lancaster, 2019), küresel kurak alan miktarı ile kuraklıktan etkilenen insan nüfusundaki artış göz önüne alındığında (FAO, 2019; Trees 2019) ilerleyen yıllarda içilebilir suyun önemli bir kısmının tüketildiği bitki yetiştirme (tarım ve orman) alanında su kullanımı konusunda sorunların oluşacağı açıktır (Calzadilla vd., 2013; Ertop vd., 2023). İnsanoğlu için 21. yüzyılın en çetin sorunu su kıtlığı olacaktır (Prinz, 2002). Bu bakımdan sulama olmaksızın büyüme döneminde su kıtlığı çekilen sahalarda başarının sağlanması, fidanlarda iyi bir büyüme ve gelişim oluşturulması için iklim değişikliğine karşı alternatif yöntemlerin ortaya konulması gerekmektedir.

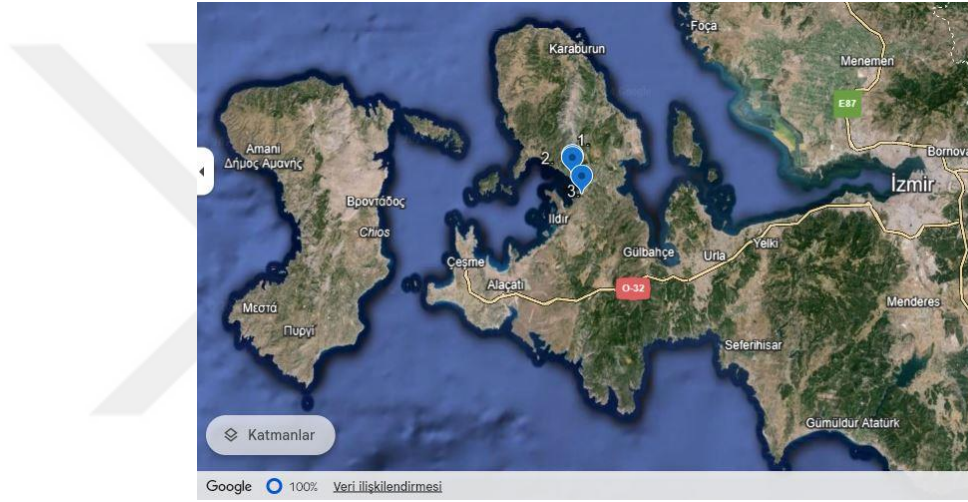
Su hasat yöntemi, su açığı bulunan sahaların ağaçlandırılmasında kullanılabilecek önemli bir uygulama olabilmektedir. Su hasadı, yağmur suyunun toplanma ve depolanma tekniğidir. Hasat edilen su bitkilerin hayatta kalma oranları ve büyümeleri üzerinde olumlu etkilere sahiptir (Azigwe vd., 2016; Lanchester, 2019; Liu vd., 2022). Ağaçlandırma başarısı ile fidanların arazi performansını arttırabilmek için su hasat yöntemine entegre olarak polimer ve osmoprotektan işlemlerinin de uygulanması ağaçlandırma çalışmalarının başarıya ulaştırılmasında önemli faydalar sağlamaktadır. Polimerler toprakta tutulan su miktarına arttırarak bitki büyüme ve gelişimi üzerinde olumlu etkiler ortaya koyabilmektedir (Sharma, 2004; Arbona vd., 2005; Viero ve Little, 2006; Shi vd., 2010; Casquilho vd., 2013; Darini vd., 2015; Akat, 2020). Osmoprotektanlar osmatik dengeyi ayarlamaya yardımcı oldukları (Roussos vd., 2010; Denaxa vd., 2012) ve kuraklık ve aşırı sıcaklık gibi faktörlere karşı bitkinin direncini arttırdıklarından dolayı (Kumari vd., 2015) su açığı bulunan sahalarda kullanımı fayda sağlayabilmektedir.

Bu çalışmanın amacı stres faktörlerini (kuraklık, aşırı rüzgâr, sıcaklık vb.) yoğun olarak içeren sahalarda iklim değişikliğinin olumsuz etkileriyle başa çıkabilmek için tasarlanan modifiye edilmiş V-şekilli mikrohavzaların sakız ağacının hayatta kalma ve büyüme performansına etkisini ortaya koymaktır.

2. Materyal ve Yöntem

2.1 Çalışma Sahaları

Çalışma, yakın zamanda iklim değişikliğinin olumsuz etkilerinin hissedildiği ve olumsuz etkilerine dair şiddetinin artarak hissedileceği Akdeniz Havzasında bulunan Türkiye'nin, İzmir Orman Bölge Müdürlüğü sınırları içerisinde yer alan Çeşme'deki 1 sahada (38°25'01"N - 26°31'16"E) ve Urla'daki 2 sahada (38°26'53"N-26°30'13"E, 38°26'43"N-26°30'12"E) gerçekleştirilmiştir (Şekil 2.1). İşlemler 3 sahada yaklaşık olarak toplam 1.5 ha alanda uygulanmıştır. Araştırmada üç tekrarlı (her saha için bir "blok") tesadüf blokları tasarımı kullanılmıştır. Sahaların genelinde anakaya kalker ağırlıklıdır. Çalışma sahasının ortalama eğimi %20, ortalama yükseltisi 150 m'dir.



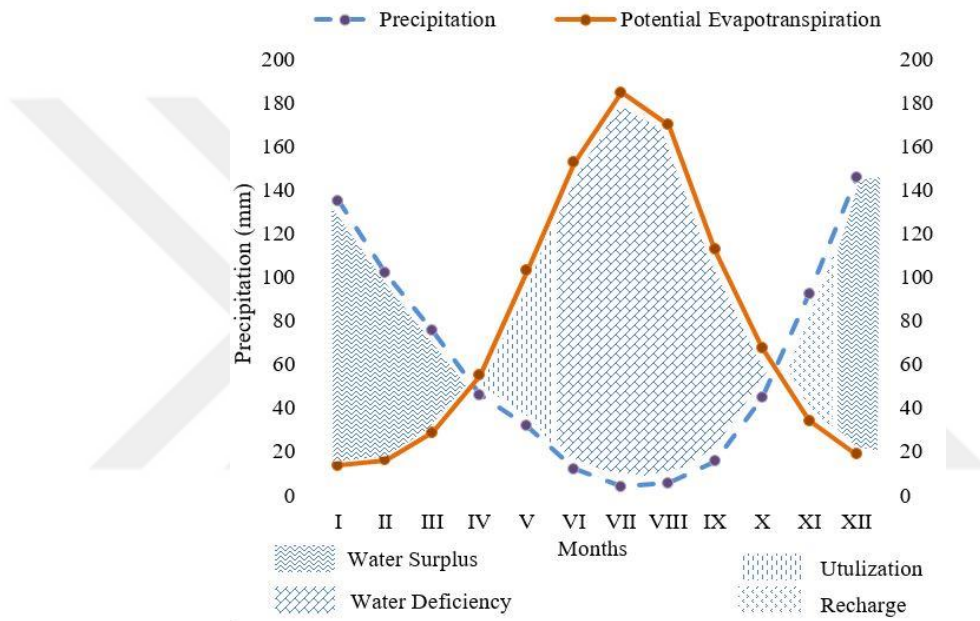
Şekil 2.1: Çalışma sahalarının konumu

Çalışma sahalarının toprağı çok taşlı bir yapıya sahip olup kil bünyelidir. Toprak reaksiyonu hafif alkali, tuzsuz, az kireçli, organik madde bakımından orta düzeyde, azot bakımından yeterli, fosforu az, magnezyumu orta, potasyumu ve demiri yüksek, manganı ve çinkosu çok az, bakır ise yeterli düzeyde bulunmuştur (Tablo 2.1).

Tablo 2.1: Çalışma sahalarına ait bazı toprak özellikleri.

	pH	EC	Toplam Kireç	Organik Madde	Toplam Azot	P	Ca	Mg	K	Fe	Mn	Zn	Cu
		$\mu\text{S cm}^{-1}$	%			mg kg^{-1}							
1.Saha	8.19	0.05	0.75	2.07	0.09	2.99	9135	283	650	8.29	3.57	0.14	0.66
2. Saha	8.27	0.03	1.66	1.75	0.09	2.99	7550	234	530	8.25	3.31	0.11	0.76
3. Saha	8.07	0.05	0.43	2.55	0.11	2.99	6268	230	630	13.10	3.74	0.26	0.78

Thornthwaite iklim diyagramları 80 yılı aşkın iklim kayıtlarına göre oluşturulmuştur. Deneme parsellerinin bulunduğu alanda nisan ayından ekim ayına kadar su sıkıntısı yaşanmaktadır. Çalışmadaki üç blokta vejetasyon devresinde farklı miktarlarda su açığı bulunmaktadır (Şekil 2.2). Bölgede yağışların %80'i toprak nem değerlerinin en yüksek değerlerde olduğu vejetasyon döneminin dışında gerçekleşmektedir. Çalışma sahalarına ait iklimin Copernicus/ ECMWF- ERA5 (Hersbach vd., 2020) verileri yıllık yağış rejiminin düzensizleştiğini ve hem yağış hem de sıcaklık anomalilerinin arttığını göstermektedir. Bu durum çalışma sahalarının iklim değişikliğine karşı kırılganlığını arttırmaktadır. İklim değişikliği sebebiyle öngörülen yağış miktarlarındaki azalma sebebiyle daha da şiddetlenecek olan su açığının sahalarındaki rüzgarlarla birlikte daha da derinleşmesi beklenmektedir. Mevcut durumda bile çalışma sahalarında geleneksel yöntemlerle (teraslama) yapraklı tür ağaçlandırmalarında (iğde, dişbudak, akasya, badem) başarı sağlanamamaktadır.



Şekil 2.2: Thornthwaite potential evapotranspiration diagrams for experimental sites

2.2 Bitki Türü

Çalışmada havai köklendirme ile elde edilmiş *Pistacia lentiscus* var *chia* fidanları kullanılmıştır (Şekil 2.3). Anacardiaceae familyasından olan Sakız ağacı (*Pistacia lentiscus* L.), Akdeniz Bölgesi'nde yetişen herdem yeşil, ağaççık veya çalı formunda önemli bir maki elemanıdır (Anonim 2014; Zrira et al., 2003). *Pistacia lentiscus* var *chia* özellikle Yunanistan'ın Sakız Adası'nda yoğun olarak bulunmakta olup Türkiye'nin Çeşme-Karaburun bölgelerinde kısıtlı sayıda yetişmektedir. Kökleri 20-25 m derinliğe kadar uzanabilen, sıg, taşlı, kireçli ve fakir topraklarda gelişebilen, rüzgâra ve kuraklığa dayanıklı bir bitkidir (Anonim 2014). Sakız ağacı sakız zımkı, preslenmiş yağdan elde edilen uçucu yağ ve bazı bitki ekstraktları sayesinde ekonomik açıdan değerli bir türdür (Barra et al., 2007; Pachi et al., 2020).



Şekil 2.3: Deneme sahasındaki sakız fidanı

2.3 Deneme Deseni

Bu çalışma ile ilk defa alternatif bir yöntem olarak stres faktörlerini (kuraklık, aşırı rüzgâr, sıcaklık vb.) yoğun olarak içeren ekstrem koşullar göz önüne alınarak modifiye edilen V-Şekilli mikro havzalar kullanılmıştır. Sahalarda diri örtü temizliği gerçekleştirildikten sonra uçları eşyükselti eğrilerine paralel olan V-şekilli mikro havzalar oluşturulmuştur. Her V-şekilli mikro havza kenar uzunlukları 4 m, ağız açıklıkları 6 m, köşe noktasından itibaren 3 metre yükseklikte ve 8 m² alana sahip üçgen formundadır. VOLVO EC140D model ekskavatörle üçgen alanı içerisindeki yaklaşık ilk 40 cm’indeki toprak, tekrar aynı yere serilmek üzere toplandıktan sonra 1 m derinliğinde alt toprak işlemesi yapılmıştır. Mümkün mertebe alttaki taşlı materyalden alınanlarla setler oluşturulmuştur. Önceden toplanmış olan ilk 40 cm derinliğindeki üst toprak geri serilerek V-şekilli mikro havzalar tamamlanmıştır. Mikro havzaların iç kısmı yüzeyden 30 cm aşağıda konumlandırılmıştır (Şekil 2.4). Ayrıca mikro havzalar dışında geleneksel ağaçlandırma tekniği olarak teraslama da sahalara uygulanmıştır. Teraslarda ekskavatör ile toprak işlemesi VOLVO EC140D model ekskavatörle 100 cm genişliğinde, 50 cm derinliğinde şeritler halinde yapılmış ve İçeriye doğru %20 eğim oluşturulmuştur.



Şekil 2.4: V-Şekilli mikrohavza yapımı

Çalışmada kullanılan ticari mikorizal karışım (RhizoMyx®[Novozymes]) arbusküler mikorizal mantarlar ile kök ve mantar gelişimini teşvik edici bileşenleri içermektedir (Tablo 2.2). Mikorizal işlemi için dikilen her fidana dikim zamanında 500 ml suya bir gram mikorizal karışım konarak oluşturulan çözelti verilmiştir.

Tablo 2.2: Mikorizal karışım içeriği [RhizoMyx®(Novozymes)]

Arbuscular Mycorrhiza	(propagule g ⁻¹)	İçerik	%
<i>Glomus intraradices</i>	25	Humik asid	28.70
<i>Glomus mosseae</i>	24	Colt-su yosunu özü	18.00
<i>Glomus aggregatum</i>	24	Askorbik asid	12.00
<i>Glomus clarum</i>	1	Amino asid	6.00
<i>Glomus monosporum</i>	1	Myo-inositol	2.50
<i>Glomus deserticola</i>	1	YüzeyAktif Madde	2.50
<i>Glomus brasilianum</i>	1	Thiamine	1.75
<i>Glomus etunicatum</i>	1	Aplha-tocopherol	1.00
<i>Gigaspora margarita</i>	1		

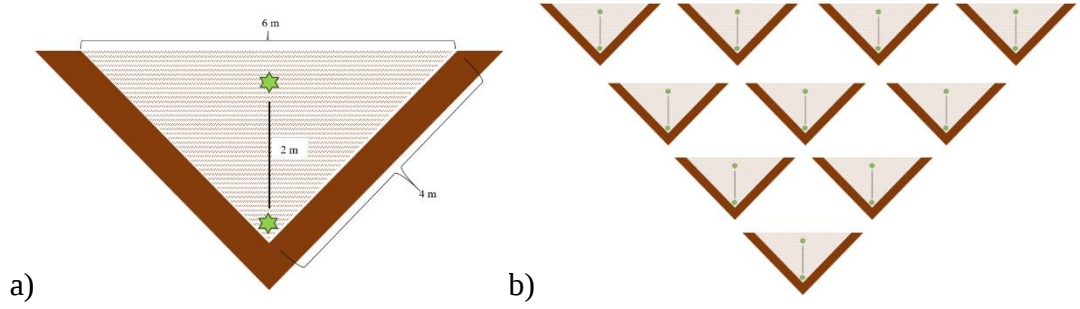
Osmoprotektan etkisinin tespit edilmesi için osmotik koruyucu olarak glisin betain etken maddeli “Greenstim” adlı ürün kullanılmıştır. Çalışmada % 0.5’lik glisin betain (GB) uygulaması vejetasyon döneminde Haziran, Temmuz, Ağustos ve Eylül aylarında bir kez olmak üzere yılda toplam 4 kez sırt pülverizatörü ile yapraktan uygulanmıştır.

Çalışmada, bileşiminde saman bulunan, hacminin 200-300 katı su ile birlikte besini de tutabilen ve bitkinin ihtiyacı olduğu kadarını köklere verebilen, samanın modifikasyonu ve akrilik polimerizasyonu ile hazırlanmış olan samanlı süper absorban polimer (Natural Aquatic®) dikim aşamasında dikim çukuruna fidan başına 50 g uygulanmıştır.

Her blokta oluşturulan V-şekilli mikro havzalarda 1-Mikoriza (M), 2- Polimer (P), 3-Osmoprotektan (Op), 4-Polimer+Osmoprotektan (PO) şeklinde 4 farklı işlem uygulanmıştır. İşlemlerin etkisinin ortaya konulabilmesi için her sahada herhangi bir işlem uygulanmamış birer adet mikrohavza kontrol ünitesi (KV) oluşturulmuştur. Ayrıca çalışmanın yapılacağı sahalarda uygulanan mevcut ağaçlandırma tekniği kapsamında oluşturulan teraslara dikim yapılarak birer adet kontrol ünitesi (KA) daha oluşturulmuştur. Böylelikle her sahada 6 deneme ünitesi (M, P, O, P+O, KV ve KA) olmak üzere toplamda üç sahada 18 deneme ünitesi yer almaktadır.

Mikro havzaların bulunduğu her deneme ünitesinde 10 adet V-şeklinde mikrohavza oluşturulmuştur (Şekil 2.5). Bu çalışma her blokta 50 adet olmak üzere toplamda 3 blokta 150 adet V şekilli mikro havzada gerçekleştirilecektir. Her bir mikrohavza birbirlerinden tüm yönlerde iki metre mesafede konumlandırılmıştır. Üniteler arasında beşer m tampon bölge bulunmaktadır. Her V-şekilli mikro havzanın düşük kotuna ve yüksek kotuna birer adet olmak üzere 2 metre aralıklarla 2 adet fidan dikimi 2022 Şubat ayında gerçekleştirilmiştir. Her mikrohavza ünitesinde 20 adet fidan bulunmaktadır. Ayrıca mevcuttaki ağaçlandırma uygulaması kapsamında oluşturulan teraslarda da her tür için 20 adet fidan dikimi gerçekleştirilmiştir. Çalışmada üç sahada

360 adet fidan (mikro havzalarda toplam 300 adet fidan; teraslarda toplam 60 adet fidan) kullanılmıştır.



Şekil 2.5. a) Mikro havzadaki fidan konumları b) Her deneme ünitesindeki V-Şekilli mikro havzaların dizilişi

Üç deneme alanı çitlerle çevrilerek hayvanlar tarafından rahatsız edilmesi önlenmiştir. Deneme süresi boyunca fidanlar sulanmamıştır. 2022 ve 2023 yıllarının Haziran ayında, sakız fidanlarını çevreleyen 1 m²'lik alanda bulunan rekabete giren tüm bitki örtüsü manuel olarak kaldırılmıştır.

2.4 Örnekleme ve Analizler

Çalışmanın başlangıcında her deneme ünitesi için iki set beş rastgele toprak örneği toprağın ilk 20 cm'sinden AMS toprak örnekleyicisiyle toplandı. Birinci set toprak örneği hacim ağırlığı için toplanmıştır. İkinci set ise toprakların fiziksel ve kimyasal analizleri için kullanılmıştır.

Hacim ağırlığı için alınan toprak örnekleri fırınlarda 105 °C sıcaklıkta sabit ağırlığa gelene kadar yaklaşık bir gün kurutularak toprağın hacim ağırlığı hesaplanmıştır. Diğer toprak örnekleri yaklaşık iki hafta hava kurusu hale gelene kadar kurutulduktan sonra porselen havanlarda kesikleri parçalanarak iki mm gözeneğe sahip eleklerle elenip analizlere hazır hale getirilmiştir. Tanecik bileşimi Bouyoucos hidrometre yöntemine göre yapıldıktan sonra toprak türleri belirlenmiştir (Gee ve Bauder, 1986). Toprak tepkimesi cam elektrotlu pH metre ile tespit edilmiştir (Hanna-HI 221; Thomas, 1996). Tuzluluk seviyesinin dolaylı olarak belirlenmesi için elektrik iletkenliği (EC) $\mu\text{S cm}^{-1}$ olarak ölçülmüştür (WTW InoLab Cond Level 1; Rhoades, 1996). Toplam kireç miktarı Scheibler kalsimetresi ile belirlenmiştir (Loeppert ve Suarez, 1996). Toprakta bulunan N kuru yakma yöntemi ile tespit edilmiştir (Elementar vario MAX CNS analyzer, Elementar Analysensysteme, Hanau, Germany). Değiştirilebilir katyonlar (P, K, Ca, Mg, Na, Fe, Cu, Zn, Mn) ICP/OES (Perkin Elmer) ile belirlenmiştir.

Ayrıca arazideki anlık nem miktarındaki değişim için her mikrohavza işlem ünitesinin düşük ve yüksek kottaki ve teraslardaki 5 adet fidanın gövdesinden dışa doğru 20 cm mesafedeki toprağın ilk 20 cm'sindeki nem miktarlarını belirlemek için a time domain reflectometer (TDR, TRIME-PICO64, IMKO GmbH) kullanıldı. Nem ölçümleri 2022-2023 Nisan, Mayıs, Haziran, Temmuz, Ağustos ve Eylül aylarında yapılmıştır.

Fidanların büyüme dönemleri sonunda yaşama oranları belirlenmiş; fidanlara verilen sıra numarasına göre kök boğazı çapı (KBC_ç, mm) dijital çap ölçer ve fidan boyu (FB, cm) metre yardımıyla ölçülmüştür. Fidan boyunun kök boğazı çapına oranı olan gürbüzlük indeksi (Gİ, cm mm⁻¹) de hesaplanmıştır.

Büyüme sezonu sonundaki nispi çap artımı (RGRD NÇA, mm mm⁻¹ yıl⁻¹) ve nispi boy artımı (RGRH NBA, cm cm⁻¹ yıl⁻¹) aşağıdaki denklem 1 ve 2'ye göre hesaplanmıştır (Hunt, 1990).

$$N\dot{C}A = \frac{\ln KBC_{\dot{2}} - \ln KBC_{\dot{1}}}{t} \quad (1)$$

NÇA: Nispi çap artımı (mm mm⁻¹ yıl⁻¹)

KBC_{ç1}: Dikim anındaki kök boğazı çapı (mm)

KBC_{ç2}: Üçüncü yılın sonundaki kök boğazı çapı (mm)

t: Ölçümler arasında geçen süre (yıl)

$$NBA = \frac{\ln FB_2 - \ln FB_1}{t} \quad (2)$$

NBA: Nispi boy artımı (cm cm⁻¹ yıl⁻¹)

FB₁: Dikim anındaki toprak üstü fidan boyu (cm)

FB₂: Üçüncü yılın sonundaki toprak üstü fidan boyu (cm)

t: Ölçümler arasında geçen süre (yıl)

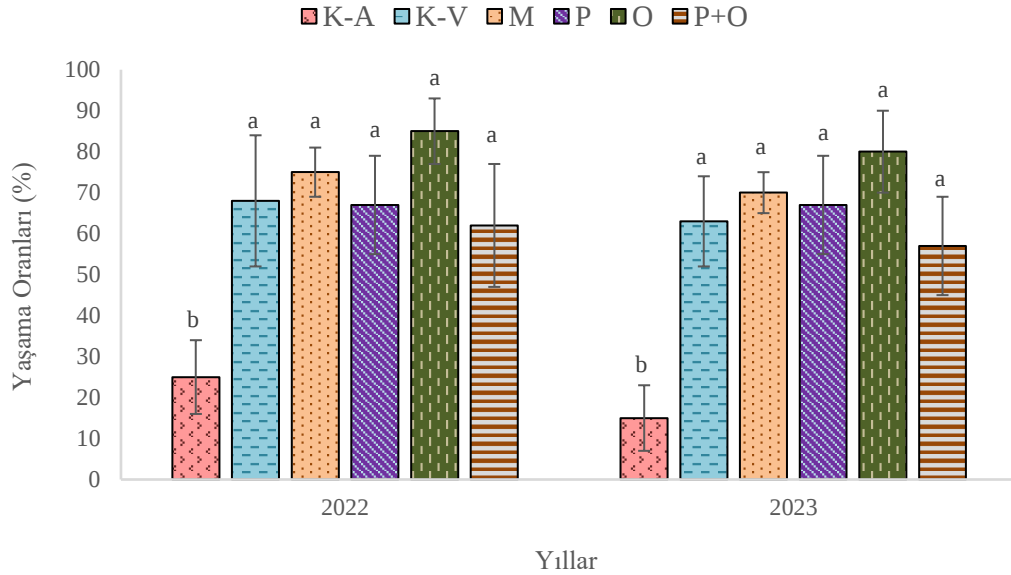
2.5 İstatistiksel Analizler

Rastgele blok tasarımı için fidanların hayatta kalma oranı, büyüme performansları ve beslenme durumu ile toprak nem içeriğini karşılaştırmak amacıyla varyans analizi (ANOVA) yapılmıştır. Tüm işlemler arasındaki farkları karşılaştırmak için Tukey post-hoc çoklu aralık testi kullanılarak p≤0.05 önem derecesine göre değerlendirilmiştir. Büyüme dönemi sonunda kök boğazı çapı ve fidan boyu değerlerinin istatistiki analizlerinde kuruyan fidanlara ait değerler sıfır olarak kabul edilmiştir. Nispi çap artımı ve nispi boy artımlarının değerlendirilmesinde ise büyüme dönemi sonunda yaşayan fidanlara ait değerler kullanılmıştır. Çalışmadaki tüm istatistiksel analizler SAS (SAS Institute Inc. 1996) kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

3. Bulgular

3.1 Yaşama Oranları

2022 ve 2023 büyüme dönemleri sonunda sakız fidanlarının yaşama oranları bakımından işlemler arasında farklılıkların olduğu tespit edilmiştir (*P-değerleri* sırasıyla 0.0429; 0.0089; Şekil 3.1). Büyüme dönemleri sonunda en yüksek hayatta kalma oranlarının V-şekilli mikro havzalardaki sakız fidanlarında olduğu belirlenmiştir. İki büyüme döneminde hayatta kalma oranları V-şekilli mikro havzalarda yaklaşık %70, geleneksel teras ağaçlandırmalarında ise yaklaşık %20 olarak tespit edilmiştir. Bu durum tutma başarısı açısından V-şekilli mikro havzaların teraslama yöntemine göre üstünlük sağladığını açık bir şekilde ortaya koymaktadır.

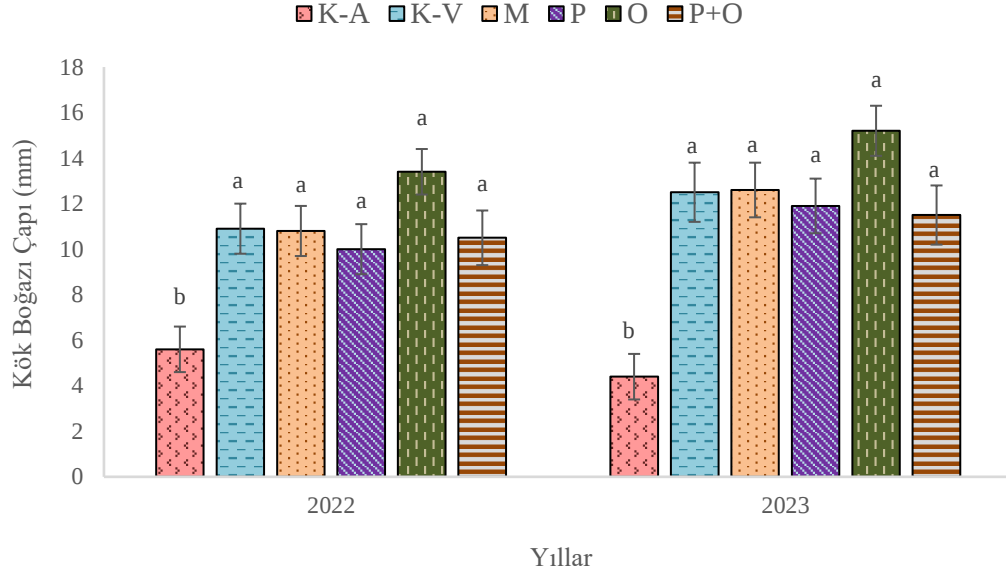


Şekil 3.1: Sakız fidanlarının yaşama oranları ortalamaları $\pm$ standart hataları. (Aynı harflerle takip edilen ortalamalar $\alpha=0.05$ düzeyinde birbirlerinden farklı değildir. Mevcut ağaçlandırma teknikleriyle dikim yapılmış (K-A), Su hasadı uygulanmış fakat herhangi bir işlem yapılmamış (K-V), Su hasadı+Mikoriza (M), Su hasadı+Polimer (P), Su Hasadı+Osmoprotektan (O), Su hasadı+Polimer+Osmoprotektan (PO)).

3.2 Çap Artımı

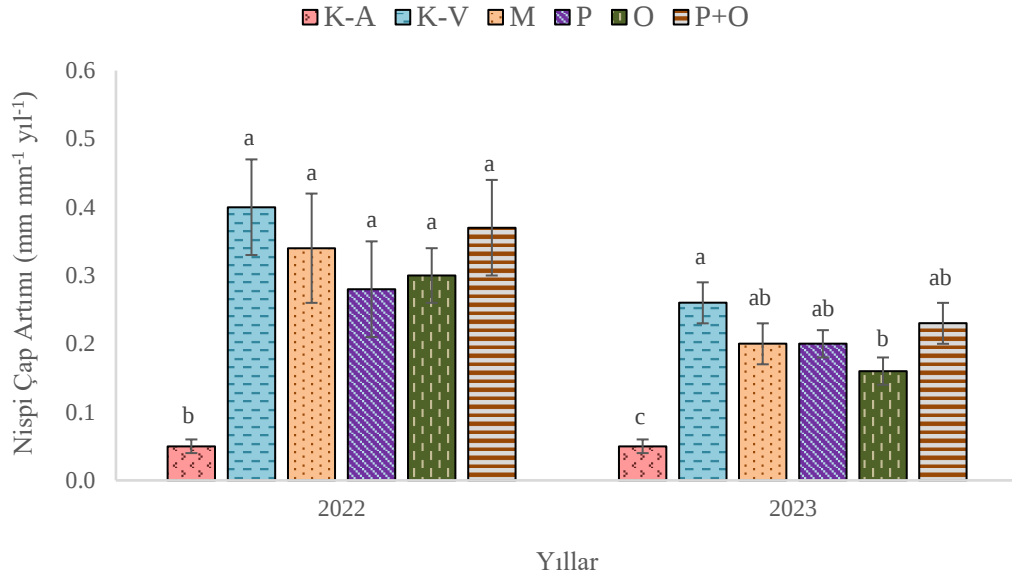
KBÇ bakımından 2022 ve 2023 yılı büyüme dönemleri sonunda işlemler arasında farklılıkların olduğu tespit edilmiştir (*P-değerleri* <0.0001 ; Şekil 3.2). Tüm mikro havza ünitelerinde KBÇ bakımından anlamlı farklılık her iki büyüme döneminde de ortaya çıkmamıştır. Tüm V-şekilli mikro havzaların bulunduğu sahalardaki fidanların

ortalama KBÇ'lerinin K-A ünitelerindekilere göre yaklaşık olarak ilk yıl 2 kat, ikinci yıl ise 3 kat daha kalın çap yaptıkları belirlenmiştir.



Şekil 3.2: Sakız fidanlarının büyüme dönemleri sonundaki kök boğazı çap ortalamaları $\pm$ standart hataları (Aynı harfe sahip ortalamalar $\alpha=0.05$ düzeyinde birbirlerinden istatistiki olarak farklı değildir. Mevcut ağaçlandırma teknikleriyle dikim yapılmış (K-A), Su hasadı uygulanmış fakat herhangi bir işlem yapılmamış (K-V), Su Hasadı+Mikoriza (M), Su hasadı+Polimer (P), Su Hasadı+Osmoprotektan (O), Su hasadı+Polimer+Osmoprotektan (PO)).

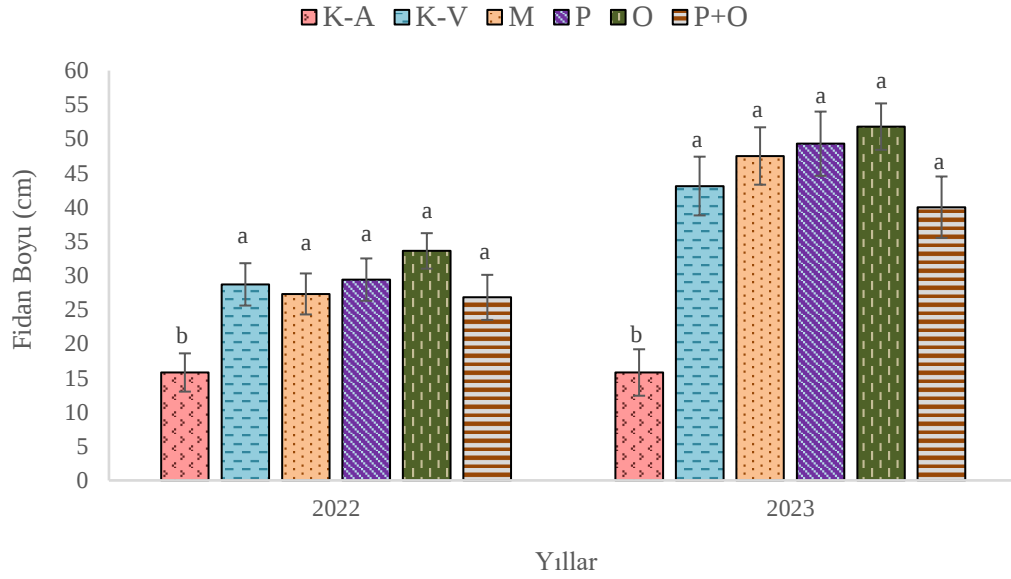
NÇA bakımından 2022 ve 2023 yılı büyüme dönemleri sonunda işlemler arasında farklılıkların olduğu tespit edilmiştir (P -değerleri sırasıyla 0.0003; <0.0001; (Şekil 3.3). Her iki yılda da mikro havzalardaki fidanların nispi çap artımları teraslardakilere göre üstünlük kurmuşlardır. İlk büyüme döneminde mikro havzalarda bulunan fidanlar benzer NÇA'ları sağlamış olup teraslardakilere göre yaklaşık 7 kat daha yüksek değere ulaştıkları görülmüştür. İkinci büyüme döneminde mikro havza ünitelerinde işlemler bazında NÇA'larda farklılıklar gerçekleşmiştir. K-V ünitesindeki fidanların NÇA'sı O ünitelerindekilere göre üstünlük kurmuş olup diğer mikro havza üniteleri bu iki üniteye benzerlik göstermiştir. En yüksek NÇA'ları sahip üniteler ile teraslardaki değerler arasında yaklaşık 4.5 katlık bir fark oluşmuştur.



Şekil 3.3: Sakız fidanlarının büyüme dönemleri sonundaki nispi çap artımı ortalamaları $\pm$ standart hataları (Aynı harfe sahip ortalamalar $\alpha=0.05$ düzeyinde birbirlerinden istatistiki olarak farklı değildir. Mevcut ağaçlandırma teknikleriyle dikim yapılmış (K-A), Su hasadı uygulanmış fakat herhangi bir işlem yapılmamış (K-V), Su Hasadı+Mikoriza (M), Su hasadı+Polimer (P), Su Hasadı+Osmoprotektan (O), Su hasadı+Polimer+Osmoprotektan (PO)).

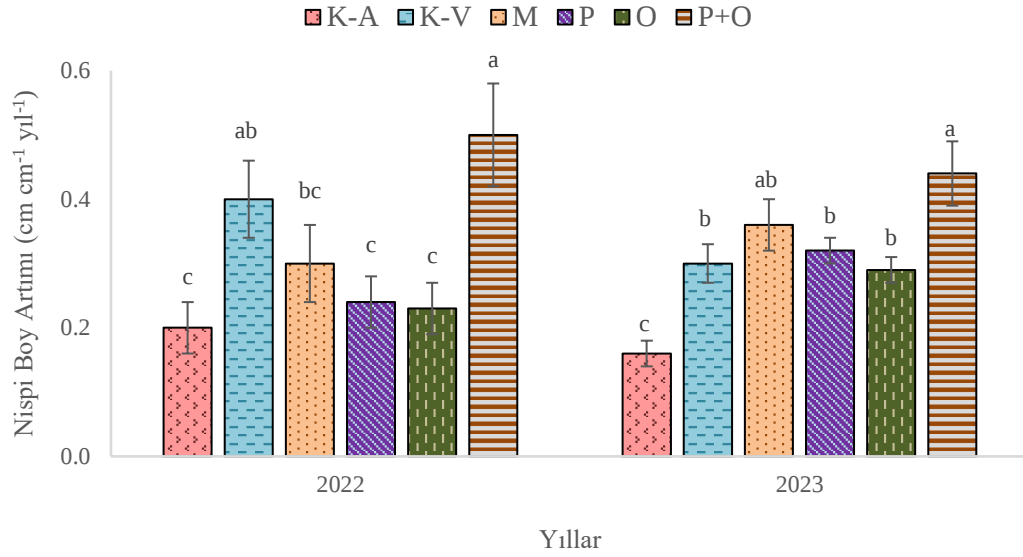
3.3 Boy Artımı

FB bakımından 2022 ve 2023 yılı büyüme dönemleri sonunda işlemler arasında farklılıkların olduğu tespit edilmiştir (P -değerleri sırasıyla 0.0013; <0.0001; Şekil 3.4). Tüm mikro havza ünitelerinde FB bakımından anlamlı farklılık her iki büyüme döneminde de ortaya çıkmamıştır. FB bakımından tüm V şekilli mikro havzaların bulunduğu ünitelerdeki fidanların teraslardakine göre yaklaşık olarak ilk yıl %85, ikinci yıl ise 3 kat daha uzun oldukları belirlenmiştir.



Şekil 3.4: Sakız fidanlarının büyüme dönemleri sonundaki fidan boyu ortalamaları $\pm$ standart hataları (Aynı harfe sahip ortalamalar $\alpha=0.05$ düzeyinde birbirlerinden istatistiki olarak farklı değildir. Mevcut ağaçlandırma teknikleriyle dikim yapılmış (K-A), Su hasadı uygulanmış fakat herhangi bir işlem yapılmamış (K-V), Su Hasadı+Mikoriza (M), Su hasadı+Polimer (P), Su Hasadı+Osmoprotektan (O), Su hasadı+Polimer+Osmoprotektan (PO)).

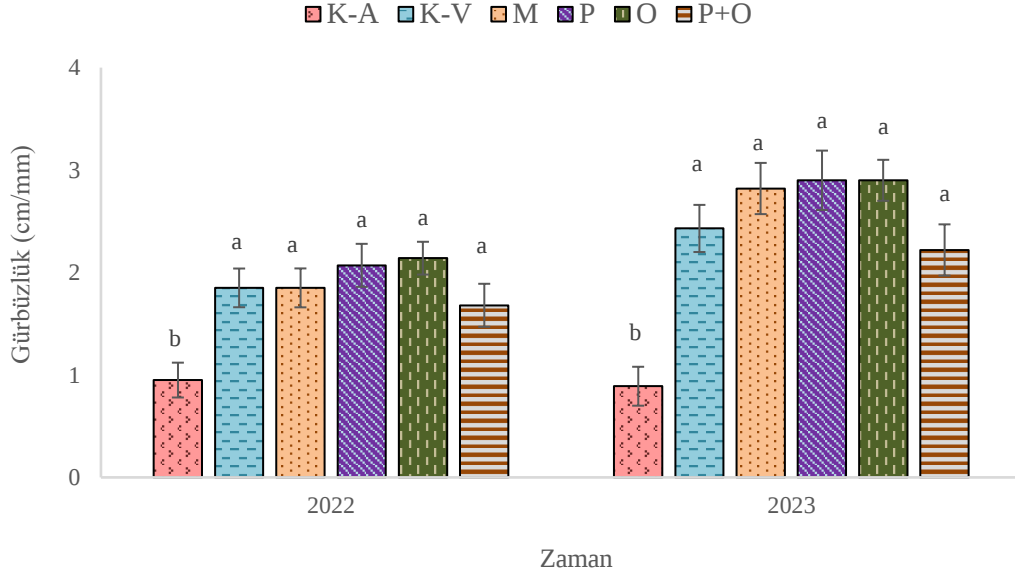
NBA bakımından 2022 ve 2023 yılı büyüme dönemleri sonunda işlemler arasında farklılıkların olduğu tespit edilmiştir (*P-değerleri* sırasıyla 0.0003; <0.0001; (Şekil 3.5). İlk büyüme döneminde NBA bakımından K-V ve P+O ünitelerindekiler teraslardakilere göre yaklaşık 2 kat üstünlük sağlamışlardır. İkinci büyüme döneminde ise tüm mikro havza ünitelerindeki fidanların NBA'ları teraslardakilerden daha yüksek gerçekleşmiştir. Teraslardaki fidanlara göre P+O ünitesindekiler yaklaşık 3 kat, diğer mikro havza ünitelerindekiler ise 2 kat daha yüksek NBA'ya sahip olmuştur. Her iki büyüme döneminde de en yüksek NBA'ya sahip fidanlar P+O ünitesinde bulunmaktadır.



Şekil 3.5: Sakız fidanlarının büyüme dönemleri sonundaki nispi boy artım ortalamaları $\pm$ standart hataları (Aynı harfe sahip ortalamalar $\alpha=0.05$ düzeyinde birbirlerinden istatistiki olarak farklı değildir. Mevcut ağaçlandırma teknikleriyle dikim yapılmış (K-A), Su hasadı uygulanmış fakat herhangi bir işlem yapılmamış (K-V), Su Hasadı+Mikoriza (M), Su hasadı+Polimer (P), Su Hasadı+Osmoprotektan (O), Su hasadı+Polimer+Osmoprotektan (PO)).

3.4 Gürbüzlük

Gİ bakımından 2022 ve 2023 yılı büyüme dönemleri sonunda işlemler arasında farklılıkların olduğu tespit edilmiştir (*P-değerleri* sırasıyla 0.0001; <0.0001; Şekil 3.6). Gİ bakımından mikro havzada yetişen fidanlar teraslardakilere göre ilk büyüme döneminde 2 kat, ikincisinde ise 3 kat fark oluşturmuştur.



Şekil 3.6: Sakız fidanlarının büyüme dönemleri sonundaki gürbüzlük indeksi ortalamaları $\pm$ standart hataları (Aynı harfe sahip ortalamalar $\alpha=0.05$ düzeyinde birbirlerinden istatistiki olarak farklı değildir. Mevcut ağaçlandırma teknikleriyle dikim yapılmış (K-A), Su hasadı uygulanmış fakat herhangi bir işlem yapılmamış (K-V), Su Hasadı+Mikoriza (M), Su hasadı+Polimer (P), Su Hasadı+Osmoprotektan (O), Su hasadı+Polimer+Osmoprotektan (PO)).

3.5 Toprak Nemi

Toprak su içeriği bakımından 2022 yılı için Temmuz ve Eylül'de, 2023 yılı için Temmuz, Ağustos ve Eylül'de işlemler arasında farklılıkların olduğu tespit edilmiştir (P-değerleri <0.0001). 2022 yılı Ağustos ayında toprak nem içeriği çok düşük olduğundan dolayı anlamlı fark ortaya çıkmamıştır. Her iki büyüme döneminde özellikle mikro havzaların düşük kotundaki toprak su içeriği teraslardaki toprak nem içeriğine göre üstünlük sağlamıştır. Mikro havzalardaki en yüksek toprak nemi içeriği teraslardakilere göre 2022 yılının Temmuz'unda yaklaşık 2 kat, Eylül'ünde yaklaşık 3 kat, 2023 yılı Temmuz'unda yaklaşık 3,5 kat, Ağustos'unda 4,5 kat ve Eylül'ünde 2 kat fark oluşturmuştur (Tablo 3.1, 3.2).

Tablo 3.1: 2022 yılı toprak nemi (%) ortalamaları $\pm$ standart hataları (Aynı harfe sahip ortalamalar $\alpha=0.05$ düzeyinde birbirlerinden istatistiki olarak farklı değildir. Mevcut ağaçlandırma teknikleriyle dikim yapılmış (K-A), Su hasadı uygulanmış fakat herhangi bir işlem yapılmamış (K-V), Su Hasadı+Mikoriza (M), Su hasadı+Polimer (P), Su Hasadı+Osmoprotektan (O), Su hasadı+Polimer+Osmoprotektan (PO), Düşük Kot (DK), Yüksek Kot (YK)).

İşlemler	Temmuz	Ağustos	Eylül
P/ DK	3.58 $\pm$ 0.37 ab	0.06 $\pm$ 0.02 a	4.76 $\pm$ 0.6 ab
P / YK	2.18 $\pm$ 0.32 cde	0.05 $\pm$ 0.01 a	2.64 $\pm$ 0.33 cd
M / DK	3.74 $\pm$ 0.66 a	0.04 $\pm$ 0.01 a	5.08 $\pm$ 0.82 a
M / YK	2.49 $\pm$ 0.42 bcde	0.04 $\pm$ 0.01 a	3.44 $\pm$ 0.48 bc
P+O / DK	3.16 $\pm$ 0.39 abcd	0.06 $\pm$ 0.02 a	4.43 $\pm$ 0.51 ab
P+O / YK	2.08 $\pm$ 0.32 de	0.05 $\pm$ 0.01 a	2.87 $\pm$ 0.42 cd
O / DK	3.39 $\pm$ 0.45 abc	0.75 $\pm$ 0.72 a	4.93 $\pm$ 0.73 ab
O / YK	3.11 $\pm$ 0.55 abcd	0.03 $\pm$ 0.02 a	4.01 $\pm$ 0.82 abc
KV / DK	3.81 $\pm$ 0.49 a	1.28 $\pm$ 0.87 a	5.08 $\pm$ 0.66 a
KV / YK	2.98 $\pm$ 0.61 abcd	0.04 $\pm$ 0.01 a	3.8 $\pm$ 0.76 abc
KA / DK	1.51 $\pm$ 0.18 e	0.33 $\pm$ 0.16 a	1.53 $\pm$ 0.24 d
KA / YK	1.70 $\pm$ 0.19 e	0.48 $\pm$ 0.23 a	1.76 $\pm$ 0.3 d

Tablo 3.2: 2023 yılı toprak nemi (%) ortalamaları $\pm$ standart hataları (Aynı harfe sahip ortalamalar $\alpha=0,05$ düzeyinde birbirlerinden istatistiki olarak farklı değildir. Mevcut ağaçlandırma teknikleriyle dikim yapılmış (K-A), Su hasadı uygulanmış fakat herhangi bir işlem yapılmamış (K-V), Su Hasadı+Mikoriza (M), Su hasadı+Polimer (P), Su Hasadı+Osmoprotektan (O), Su hasadı+Polimer+Osmoprotektan (PO), Düşük Kot (DK), Yüksek Kot (YK)).

İşlemler	Temmuz	Ağustos	Eylül
P/ DK	6.49 $\pm$ 0.56 b	5.31 $\pm$ 0.53 abc	11.14 $\pm$ 0.95 bc
P / YK	4.12 $\pm$ 0.47 de	2.42 $\pm$ 0.3 ef	7.8 $\pm$ 0.72 ed
M / DK	6.88 $\pm$ 0.62 ab	6.14 $\pm$ 1.12 ab	13.67 $\pm$ 1.1 a
M / YK	5.52 $\pm$ 0.73 bcd	4.06 $\pm$ 0.61 cde	10.02 $\pm$ 0.61 cd
P+O / DK	8.03 $\pm$ 0.69 a	6.64 $\pm$ 1.03 a	13.91 $\pm$ 0.98 a
P+O / YK	5.67 $\pm$ 0.58 bc	3.87 $\pm$ 0.52 cde	2.87 $\pm$ 0.42 cd
O / DK	6.98 $\pm$ 0.92 ab	4.84 $\pm$ 0.94 bc	12.48 $\pm$ 0.89 ab
O / YK	4.79 $\pm$ 0.81 cd	2.51 $\pm$ 0.56 def	8.72 $\pm$ 0.76 ed
KV / DK	6.74 $\pm$ 0.48 ab	3.17 $\pm$ 0.61 de	12.44 $\pm$ 1.17 ab
KV / YK	3.13 $\pm$ 0.37 ef	1.56 $\pm$ 0.16 f	10.18 $\pm$ 1.51 bcd
KA / DK	2.57 $\pm$ 0.31 fg	1.23 $\pm$ 0.3 f	7.46 $\pm$ 0.82 e
KA / YK	1.60 $\pm$ 0.14 g	1.51 $\pm$ 0.14 f	5.11 $\pm$ 0.5 f

4. Tartışma ve Sonuç

Su hasadı sistemleri, iklim değişikliği ile mücadelede uyum ve direnç kapsamında sorunlu alanlarda kullanımı büyük önem arz etmektedir. Su hasat yöntemleri iklim değişikliğinden dolayı olumsuz etkiye maruz kalmış ve bundan dolayı bozulmuş veya bozulmakta olan ekosistemlerin ekolojik ve sosyoekonomik olarak hızlı ve etkin bir şekilde iyileştirilmesinde katkı sunabilmektedir (Laaribya vd. 2023). Su hasadının kurak ve yarı kurak alanlardaki az yağıştan ve mevsimsel olarak düzensiz dağılımdan dolayı su açığının sorun oluşturduğu alanlarda kullanım potansiyeli bulunmaktadır (Xiao-hui vd. 2005). Bu çalışmada ayrıca modifiye edilmiş V-şekilli mikrohavza tasarımı sahalarda bulunan şiddetli rüzgârlara karşı da fidanların yetiştirilmesi için daha uygun şartların oluşmasına imkân vermiştir. Böylelikle, daha önce geleneksel ağaçlandırma yöntemi ile başarı elde edilemeyen stres faktörlerinin (kuraklık, aşırı rüzgar, sıcaklık vb.) yoğun olarak bulunduğu ekstrem koşullara sahip çalışma sahalalarında geleneksel olarak uygulanan teraslamaya göre yüksek başarı elde edilebilmiştir. Her iki büyüme döneminde de tutma başarısı V-şekilli mikro havzalarda yaklaşık %70 iken teras ağaçlandırmalarında yaklaşık %20 olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu durum V-şekilli mikro havzaların geleneksel yöntemle göre üstünlük kurduğunu açık bir şekilde ortaya koymaktadır.

Su hasadı yöntemleri ile yapılan bitkilendirme çalışmaları, tutma başarısının artmasının yanında bitkilerin gelişimi üzerinde de önemli faydalar sağlamaktadır (Critchley vd., 2013; Lanchester, 2019; Yetik ve Şen, 2020; Tadros vd., 2021; Liu vd., 2022). Bu çalışmada kök boğazı çapı, nispi çap artımı, fidan boyu, nispi boy artımı ve gürbüzlük indeksi bakımından V-şekilli mikro havzalarda yetişen sakız fidanlarının dikimden itibaren 2 yıllık büyüme döneminde terasta yetişenlere göre bariz bir üstünlük kurmuş oldukları ortaya çıkmıştır. Tüm V-şekilli mikro havzalardaki fidanların ortalama kök boğazı çapları teraslardakilere göre yaklaşık olarak ilk yıl 2 kat, ikinci yıl ise 3 kat daha kalın çap yapmıştır. İlk büyüme döneminde mikro havzalarda bulunan fidanların nispi çap artımları teraslardakilere göre yaklaşık 7 kat daha yüksek oldukları hesaplanmıştır. İkinci büyüme döneminde mikrohavza ünitelerindeki en yüksek nispi çap artımına sahip üniteler ile teraslardaki değerler arasında yaklaşık 4.5 katlık bir fark meydana gelmiştir. V şekilli mikrohavzaların bulunduğu ünitelerdeki fidanlar teraslardakine göre yaklaşık olarak ilk yıl %85, ikinci yıl ise 3 kat daha uzun boy yapmışlardır. İlk büyüme döneminde en yüksek nispi boy artımı yapan V-şekilli mikro havzalarda yetişen fidanlar teraslardakilere göre yaklaşık 2 kat fark oluşturmuştur. İkinci büyüme döneminde ise teraslardaki fidanlara göre tüm mikrohavza ünitelerindeki 2.5 kat daha yüksek nispi boy artımı sağlamışlardır. Gürbüzlük indeksi ele alındığında ise mikro havzada yetişen fidanlar teraslardakilere göre ilk büyüme döneminde 2 kat, ikincisinde ise 3 kat fark oluşturmuştur.

Mikrohavza su hasadı tekniği toprak nemini arttırıp topraktaki canlılığın bolluğunu ve çeşitliliğini geliştirerek bozuk alan restorasyonunda önem arz etmektedir (Tatsumi vd., 2021). Bu çalışmada toprak nemi özellikle mikro havzaların düşük kotunda daha fazla artış sağlamıştır. Mikro havzalarda ulaşılan en yüksek toprak nemi teraslardakilere göre 2022 yılının Temmuz'unda yaklaşık 2 kat, Eylül'ünde yaklaşık 3 kat, 2023 yılı Temmuz'unda yaklaşık 3.5 kat, Ağustos'unda 4.5 kat ve Eylül'ünde 2 kat fark oluşturmuştur.

Bakım su hasadı uygulamalarında önemli bir kısıt olarak karşımıza çıkmaktadır. Mikro havzaların ömrünün bazı durumlarda kısa kaldığı ortaya konulmuştur (Gammoh 2013). Bu çalışmada kullanılan V-şekilli mikro havzaların bakım maliyetleri oluşmamakla birlikte fidanların ağaç formuna kavuştuğu zamana kadar çok uzun yıllar işlevini koruyabilmektedir. Yukarıda belirtilen faydalar da göz önüne alındığında sakız ağaçlandırmalarında V-şekilli mikrohavza ile su hasadı tekniğinin kullanımı uygulamacılara önerilmektedir.



Kaynaklar

- Akat, H. (2020). "The effect of super absorbent polymer (SAP) applications on growth in Anatolian Sweetgum Tree (*Liquidambar orientalis* Mill.) and Rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) species", *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 8(3), 721-727.
- Anonim (2014). Sakız eylem planı 2014-2019, Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Orman Genel Müdürlüğü, Odun Dışı Ürün ve Hizmetler Dairesi Başkanlığı.
- Arbona, V., Iglesias, D. J., Jacas, J., Primo-Millo, E., Talon, M., Go'mez-Cadenas, A. (2005). "Hydrogel substrate amendment alleviates drought effects on young citrus plants", *Plant and Soil*, 270, 73-82.
- Atalay, İ. (2014). Türkiye'nin ekolojik bölgeleri - Ecoregions of Turkey, Orman Bakanlığı. Genişletilmiş 2. Baskı, İzmir.
- Azigwe, J.B., Duku, I.G., Laare, J., Adda, G. (2016). Rain water harvesting for planting and growing trees to green the polytechnic campus: a case study of bolgatanga polytechnic. *British Journal of Environmental Sciences*, 4(3): 49-63.
- Barra, A., Coroneo, V., Dessi, S., Cabras, P., & Angioni, A. (2007). Characterization of the volatile constituents in the essential oil of *Pistacia lentiscus* L. from different origins and its antifungal and antioxidant activity. *Journal of agricultural and food chemistry*, 55(17), 7093-7098.
- Calzadilla, A., Rehdanz, K., Betts, R., Falloon, P., Wiltshire, A., Tol, R.S. (2013). Climate change impacts on global agriculture. *Clim.Chang.* 120, 357-374.
- Casquilho, M., Rodrigues, A., Rosa, F. (2013). "Superabsorbent polymer for water management in forestry", *Agricultural Sciences*, 4, 5B, 57-60.
- Critchley, W., Siegert, K., Chapman, C., & Finket, M. (2013). Water harvesting: A manual for the design and construction of water harvesting schemes for plant production. *Scientific Publishers*.
- Çepel, N. 1995. Orman Ekolojisi İstanbul Üniversitesi Basımevi ve Film Merkezi. 4 baskı İstanbul.
- Darini, A. K., Naderi, R., Khalighi, A., Taheri, M. (2015). "Effect of superabsorbent polymer on lawn under drought stress condition", *Agriculture Science Development*, 4(2), 22-26.
- Denaxa, N. K., Roussos, P. A., Damvakaris, T., Stournaras, V. (2012). "Comparative effects of exogenous glycine betaine, kaolin clay particles and Ambiol on photosynthesis, leaf sclerophylly indexes and heat load of olive cv. Chondrolia Chalkidikis under drought", *Scientia Horticulturae*, 137, 87-94.

- Ertop, H., Kociecka, J., Atilgan, A., Liberacki, D., Niemiec, M., Rolbiecki, R. (2023). The importance of rainwater harvesting and its usage possibilities: Antalya Example (Turkey). *Water*, 15, 2194.
- FAO (2019). Trees, forests and land use in drylands: the first global assessment – Full report. *FAO Forestry Paper No. 184*. Rome.
- Gammoh, I. A. (2013). An improved wide furrow micro-catchment for large-scale implementation of water-harvesting systems in arid areas. *Journal of arid environments*, 88, 50-56.
- Kumari, S. R., Hema, K., Narayana, E. (2015). “Studies on amelioration of water stress in cotton through use of osmoprotectants and chemicals”, *Journal of Cotton Research Development*, 29(1), 61-64.
- Laaribya, S., Eşen, D., Alaoui A. (2023). Kuraklık ve su hasadı yöntemleri, *İklim değişikliği: orman ekosistemlerinde etkileri ve yönetimi*, Editör: Ayan S., Palme Yayınları.
- Lancaster, B. (2019). Rainwater harvesting for drylands and beyond, *Guiding Principles to Welcome Rain Into Your Life and Landscape (Vol. 1)*. Rainsource Press.
- Liu, X., Zhang, L., Wu, P., & Deng, H. (2022). A new small-scale system of rainwater harvesting combined with irrigation for afforestation in mine area: Optimizing design and application. *Journal of Environmental Management*, 322, 116129.
- Onay, A., Yıldırım, H., & Yavuz, M. A. (2016). Sakız ağacı (*Pistacia lentiscus* L.) yetiştiriciliği ve reçinesi. *Batman Üniversitesi Yaşam Bilimleri Dergisi*, 6(2/2), 133-144.
- Özyuvacı, N. (1999). Meteoroloji ve Klimatoloji. Dilek Ofset, İstanbul.
- Pachi, V. K., Mikropoulou, E. V., Gkiouvetidis, P., Siafakas, K., Argyropoulou, A., Angelis, A., ... & Halabalaki, M. (2020). Traditional uses, phytochemistry and pharmacology of Chios mastic gum (*Pistacia lentiscus* var. Chia, Anacardiaceae): A review. *Journal of Ethnopharmacology*, 254, 112485.
- Prinz, D. (2001). Water harvesting for afforestation in dry areas. Proceedings, 10th International Conference on Rainwater Catchment Systems, *Mannheim*, 10-14 Sept. pp.195 – 198.
- Prinz, D. (2002). The role of water harvesting in alleviating water scarcity in arid areas. Keynote Lecture, Proceedings, International Conference on Water Resources Management in Arid Regions. 23-27 March, 2002, Kuwait Institute for Scientific Research, Kuwait, (Vol. III, 107-122).
- Roussos, P. A., Denaxa, N.K., Damvakaris, T., Stournaras, V., Argyrokastritis, I. 2010. “Effect of alleviating products with different mode of action on physiology and yield of olive under drought”, *Scientia Horticulturae*, 125, 700-711.

- Sharma, J., 2004. Establishment of perennials in hydrophilic polymer-amended soil, SNA Research Conference, *Water Quality & Management Section*, 49, 530-532.
- Shi, Y., Li, J., Shao, J., Deng, Sh., Wang, R., Li, N., Sun, J., Zhang, H., Zhu, H., Zhang, Y., Zheng, X., Zhou, D., Huttermann, A., Chen, S. 2010. “Effects of Stockosorb and Luquasorb polymers on salt and drought tolerance of *Populus popularis*”, *Scientia Horticulturae*, 124, 268-273.
- Tadros, M. J., Al-Mefleh, N. K., Othman, Y. A., & Al-Assaf, A. (2021). Water harvesting techniques for improving soil water content, and morpho-physiology of pistachio trees under rainfed conditions. *Agricultural Water Management*, 243, 106464.
- Tatsumi, C., Taniguchi, T., Yamanaka, N., Yamamoto, S., Fukai, S., Strohmeier, S., ... & Oweis, T. (2021). Micro-catchment water harvesting-based rehabilitation ameliorated soil microbial abundance, diversity and function in a degraded dryland. *Applied Soil Ecology*, 164, 103938.
- Trees, F. 2019. Forests and land use in drylands: the first global assessment—full report. FAO Forestry Paper
- Viero, P. W. M., Little, K. M. 2006. “A comparison of different planting methods, including hydrogels, and their effect on eucalypt survival and initial growth in South Africa”, *Southern African Forestry Journal*, 208, 1–9.
- Xiao-hui, Y., Ke-qin, W., Bin-rui, W., & Chun-tang, Y. (2005). Afforestation using micro-catchment water harvesting system with microphytic crust treatment on semi-arid Loess Plateau: A preliminary result. *Journal of Forestry Research*, 16(1), 9-14.
- Yetik, A.K., Şen, B. (2020). Importance and techniques of water harvesting systems. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 8: 46-53.
- Zrira, S., Elamrani, A., & Benjilali, B. (2003). Chemical composition of the essential oil of *Pistacia lentiscus* L. from Morocco—a seasonal variation. *Flavour and fragrance journal*, 18(6), 475-480.

Ekler

Tezden Üretilmiş Yayınlar

Konferans Bildirileri

1. Bildiri 1: TOPRAK BÜLENT, KARAŞİN YASİN, **KOYUNCU ZAFER**, 2024. SURVIVAL AND GROWTH PERFORMANCE OF MASTIC TREE (PISTACIA LENTISCUS VAR. CHIA DUHAM.) SEEDLINGS PLANTED USING WATER HARVESTING TECHNIQUE. 3. BİLSEL INTERNATIONAL GORDİON SCIENTIFIC RESEARCHES CONGRESS

