

Sulu ve Kuru Tarım Koşullarında Ekim Nöbeti ve Makinalı Tarıma Uyarlanabilir Sırt-Karık Mikro Havza Su Hasadı Tekniğinin Su Kullanımına ve Üretime Etkileri

Proje Yürütücüsü

Prof. Dr. Ali Ünlükara

Araştırmacılar

Dr. Öğr. Üyesi Hasan Ali İrik

Doç. Dr. Kevser Karaman

Doç. Dr. Abdullah Ulaş

Dr. İhsan Serkan Varol

Önsöz

Tübitak tarafından desteklenen projemiz 1.11.2019 tarihinde yapılan sözleşme ile başlamıştır. Etkinliği ispat edilmiş plastik örtülü sırtlardan oluşan sırt-karık mikro havza yağmur suyu hasat sistemlerinin tercih edildiği çalışmada bu sistemlerin pratikte yaygın şekilde kullanılabilmesi için makinalı tarıma uygun olmasına dikkat edilmiş ve buna göre planlanmıştır. Sulu tarımda da kullanılmaları durumunda ürün verim ve kalitesini, su kullanımını nasıl etkileyeceğinin ortaya konulması da hedeflenmiştir. Yarı kurak Kayseri koşullarında kuru tarım şartlarında çerezlik kabak yaygın şekilde yetiştirilmektedir. Çoğu zaman çiftçiler üst üste yıllar boyunca aynı tarlada çerezlik kabak yetiştirebilmektedirler. Toprağın tek taraflı olarak aynı ürünle sömürülmesi ve kimi bitki hastalık ve zararlılarının artması sonucunu doğuracak mono kültüre karşı rotasyonda kullanılabilecek, toprak verimliliğinin artırılmasına yardımcı olacak baklagil bitkilerinden nohut bitkisi rotasyona dahil edilmiştir. Projenin başlamasıyla birlikte covid 19 salgını kendini göstermiştir. Küresel ısınmanın etkisiyle hava olaylarında meydana gelen dengesizliklerin artması sonucu bölgede beklenilmeyen zamanlarda don olayları gerçekleşmiştir. Sonrasında Kahramanmaraş merkezli Kayseri de dahil 11 ili kapsayan depremler meydana gelmiştir. Tüm olumsuzluklara rağmen proje gecikmeli de olsa tamamlanmıştır. Projede araştırmacı olarak görev alan Dr. Öğr. Üyesi Hasan Ali İrik, Dr. Öğr. Üyesi Abdullah Ulaş, Doç. Dr. Kevser Karaman'a katkıları ve desteklerinden dolayı şükranlarımı sunarım. Projede bursiyer olarak görev yapan Dr. İhsan Serkan Varol'a ve Pembe Saban Polu'ya teşekkür ederim. Yine projede bursiyer olarak görev yapan ve kendi denemesinde çalışırken alanda elim bir kaza geçiren Yüksek Lisans öğrencim Didem Yıldız'a teşekkür eder, bir an önce sağlıklı günlerdeki durumuna kavuşmasını canı gönülden temenni ederim. Deneme esnasında zaman zaman yardımcı olan doktora öğrencim Engin Kaymaz'a ve Doç. Dr. Necati Çetin'e yardımlarından dolayı teşekkür ederim. Proje esnasında sürekli danıştığımız Tübitak uzmanı Candan Korkmaz'a, TOVAG araştırma grubu yönetici ve çalışanlarına, harcamalarımız esnasında yardımlarını gördüğümüz Erciyes Üniversitesi BAP Koordinatörlüğü ve Strateji Daire Başkanlığı çalışanlarına teşekkürlerimi arz ederim. Projenin desteklenmesinde yarar gören panelistlere, ilgili Tübitak kurullarına ve sonuç raporlarını okuyarak katkı sağlayan değerli araştırmacılara en içten şükranlarımı sunarım. Araştırma sonuçlarının Türkiye ve Dünya tarımı için yararlı olmasını dilerim.

Özet

Artan dünya nüfusunun gıda talebinin karşılanması için tarımsal üretimin artırılması gerekmektedir. Üstelik bu artış küresel ısınma, iklim değişikliği ve çeşitli nedenlerle tarım alanlarının azalmasına karşı başarılmalıdır. Dünyada ve Türkiye’de kuru tarım alanları büyük bir potansiyele sahiptir. Bu çalışmada yarı kurak Kayseri koşullarında pratikte kullanılabilir plastik örtülü sırt-karık mikro yağmur suyu hasat sistemlerinin çerezlik kabak ve nohut bitkisinde üretime, ürün kalitesine ve su kullanımına yönelik etkilerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Türkiye’nin yarı kurak Kayseri koşullarında İki yıl yürütülen denemede Develi popülasyonu (*Cucurbita pepo* L.) ve Azkan nohut çeşidi (*Cicer arietinum* L.) kullanılmıştır. Traktörlerin teker iç yanakları arasındaki genişlikler ve yetiştirilen bitkiler dikkate alınarak 500 mm genişliğinde plastik örtülü sırtlar ve bu sırtlar arasında 500 mm karıklardan oluşan sırt-karık yağmur suyu hasat sistemi (SKMYH) planlanmış ve aynı bitkiler için geleneksel tarım konuları (GT) oluşturulmuştur. Bu konuların altında sulama yapılmayan kuru tarım konusu (I_0), %50 sulama (I_{50}) ve tam sulama (I_{100}) konuları yer almıştır. Deneme, bloklarda tesadüf parseller deneme deseninde kurulmuş ve her konu 3 kez tekrarlanmıştır. Geleneksel kuru tarım I_0 konusuna göre 1.yıl ve 2.yılda nohutta %44 ve %94 SKMYH konusu verim artışı sağlarken çerezlik kabakta %34 ve %44 verim artışı sağlamıştır. Tam sulama şartlarında SKMYH konusunun verimliliğe olan katkısı göreceli olarak daha düşük bulunmuştur. SKMYH konusu her iki bitkide su kullanım etkinliklerinde önemli artışlar göstermiş, geleneksel I_0 konusuna göre nohut su kullanım etkinliğini 1.yıl %50 ve 2.yıl %103, çerezlik kabakta 1.yıl 21 ve 2.yıl %63 artırmıştır. Nohut bitkisinde kuraklığa karşı bitki toleransında önemli artışlara neden olurken çerezlik kabakta bu etki düşük kalmıştır. Sulama oranlarının artışıyla birlikte verimlilikte artış sağlanmıştır. Bitki ürün kalite özelliklerinden çok az kısmında bir değişikliğe yol açmıştır. Bitki verim ve verim özellikleri ile yansıma indisleri ve bitki su stres indeksi arasında önemli ilişkiler saptanmıştır. Planlanmış olan SKMYH sisteminin nohut ve çerezlik kabak yetiştiriciliğinde kuru tarım konularında önemli verim artış sağlaması, sulu tarım koşullarında ise hafif-orta su stresi şartlarında sulama suyundan önemli tasarruf sağlarken geleneksel tarım tam sulama konularına göre verim kaybına yol açmaması nedeniyle yarı kurak Orta Anadolu şartlarında kullanılması yararlı olacaktır.

Anahtar Kelimeler: Sırt karık mikro havza su hasadı, uzaktan algılama, makineli tarıma uygun su hasadı, ekim nöbeti, çerezlik kabak, nohut, su kullanım etkinliği

Abstract

To meet the increasing demand for food due to the growing world population, it is necessary to enhance agricultural production. Moreover, this increase must be achieved in the face of challenges such as global warming, climate change, and various factors leading to a reduction in agricultural areas. Dry farming regions both in the world and in Türkiye hold significant potential. This study aims to investigate the effects of practical plastic-covered ridge-furrow micro-catchment rainwater harvesting systems (RF-RWHS) on yield, product quality, and water usage for snack pumpkin and chickpea crops under semi-arid conditions in Kayseri. Over two years, the Develi population of *Cucurbita pepo* L. and the Azkan variety of *Cicer arietinum* L. were used in the trials conducted in the semi-arid conditions of Kayseri, Türkiye. Considering the width between the tractor wheel's inner sides and the cultivated plants, RF-RWHS were designed with 500 mm wide ridges covered with plastic and 500 mm furrows between these ridges. Conventional farming practices (CF) were also established for the same plants. Dry farming conditions without irrigation (I_0), 50% irrigation (I_{50}), and full irrigation (I_{100}) treatments were underlying these practices. The experiment was set up in a randomized complete block design with three replications. In comparison to the CF I_0 condition, in the first and second years, the RF-RWHS showed yield increases of 44% and 94% for chickpeas and 34% and 44% for pumpkins, respectively. Under full irrigation conditions, the contribution of RF-RWHS to yield improvement was relatively lower. The RF-RWHS demonstrated significant increases in water use efficiency (WUE) for both crops, with chickpea WUE increasing by 50% in the first year and 103% in the second year, and pumpkin WUE increasing by 21% in the first year and 63% in the second year, as compared to the traditional I_0 condition. While the RF-RWHS significantly improved plant tolerance to drought for chickpeas, its effect on pumpkins remained limited. With an increase in irrigation levels, productivity also increased. The system had minimal impact on most of the plant product quality attributes. Significant relationships were observed between plant yield, yield attributes, reflection indices, and plant water stress index. The planned RF-RWHS holds the potential for substantial yield improvement in dry farming conditions for chickpeas and pumpkins, and it offers water savings under mild to moderate water stress conditions in irrigated farming compared to traditional full irrigation practices, without causing yield losses.

Keywords: Ridge-furrow micro catchment rainfall water harvesting, remote sensing, water harvesting adaptable to mechanized farming and plant rotation, pumpkin seed, chickpea, water use efficiency

İÇİNDEKİLER

1. Giriş.....	13
2. Literatür özeti	15
3. Gereç ve Yöntem.....	23
4. Bulgular.....	37
4.1. Deneme Alanı Toprak Özellikleri.....	37
4.2. Meteorolojik Veriler	37
4.3. Nohut Denemesi Sonuçları	41
4.3.1. Bitki Su Tüketimi	41
4.3.2. Bitki Gelişimi	44
4.3.3. Verim ve Verim Unsurları.....	51
4.3.4. Verim Tepki Faktörü ve Su Kullanım Etkinlikleri.....	60
4.3.5. Kalite Özellikleri	66
4.3.6. Bitki su stres indeksi (CWSI).....	84
4.3.7. Nohut Bitkisinde CWSI ile Verim ve Verim Unsurları Arasındaki İlişki	87
4.3.8. Nohut bitkisinde farklı sulama suyu uygulamaları sonucu oluşan yansıma değişimleri	89
4.4. Çerezlik Kabak Denemesi Sonuçları.....	97
4.4.1. Bitki Su Tüketimi	97
4.4.2. Meyve Özellikleri ve Verim	103
4.4.3. Tohum Verimi	115
4.4.4. Çerezlik Kabak Tohumu Kalite Özellikleri.....	124
4.4.5. Bitki Örtü Sıcaklığı ve Bitki Su Stres İndeksi (CWSI)'ne İlişkin Bulgular	137
4.4.6. Çerezlik Kabak Bitkisinde CWSI ile Verim ve Verim Unsurları Arasındaki İlişki	139
4.4.7. Çerezlik kabak bitkisinde farklı sulama suyu uygulamaları sonucu oluşan yansıma değişimleri	144
4.4.8. Çerezlik kabak bitkisinde verim, meyve boyu, meyve çapı ve meyve ağırlığının vejetasyon indeksleri ile ilişkisi	152
4.4.9. Stoma Geçirgenliği.....	153
5. Tartışma	156
6. Sonuç ve öneriler	160
Kaynaklar	161

TABLO LİSTESİ

Tablo 1. Kayseri ili uzun yıllar ortalama meteorolojik veriler	23
Tablo 2. Çerezlik Kabak ve Nohut Bitkileri Ekim Nöbetine Göre Geleneksel Tarım ve Plastik Örtülü-Sırt ve Karık Mikro Havza Yağmursuyu Hasadı Uygulamaları Altında Sulama Uygulamaları Konuları	26
Tablo 3. Spektral vejetasyon indisleri [Spektral vejetasyon indisleri (VI-Vejetasyon indis; EVI-Geliştirilmiş vejetasyon indis; NPCI-Normalize edilmiş pigment klorofil indis; GNDVI-Yeşil için Normalize edilmiş vejetatif değişim indis; NDVI-Normalize edilmiş.....	32
Tablo 4. Nohut denemesi parselleri bazı toprak özellikleri.....	37
Tablo 5. Çerezlik kabak denemesi parselleri bazı toprak özellikleri.....	37
Tablo 6. 2020 yılı bitki gelişme dönemi boyunca meteorolojik veriler ve referans evapotranspirasyon	37
Tablo 7. 2021 yılı bitki gelişme dönemi boyunca meteorolojik veriler ve referans evapotranspirasyon	38
Tablo 8. Kayseri merkez uzun yıllar iklim verilerinin ve referans evapotranspirasyon ortalaması.....	38
Tablo 9. 2020 yılında bitki gelişme döneminde düşen yağış miktarları ve tarihleri.....	39
Tablo 10. 2021 yılında bitki gelişme döneminde düşen yağış miktarları ve tarihleri.....	39
Tablo 11. 2020 yılı nohut bitki su tüketimi ve bitki su tüketimi bileşenleri	41
Tablo 12. 2021 yılı nohut bitki su tüketimi ve bitki su tüketimi bileşenleri	43
Tablo 13. 2020 yılı çerezlik kabak bitki su tüketimi ve bitki su tüketimi bileşenleri	98
Tablo 14. 2021 yılı çerezlik kabak bitki su tüketimi ve bitki su tüketimi bileşenleri	99

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1. Denemede kullanılan Develi popülasyonu çerezlik kabak ve Azkan çeşidi nohut bitkilerinden görüntüler.....	24
Şekil 2. Yaygın olarak kullanılan bazı traktörlerin iz genişlikleri.....	25
Şekil 3 Çerezlik kabak ve nohut ekim nöbeti sistemi için makinalı tarıma uygun şekilde tasarlanmış plastik örtülü-sırt ve karıklardan oluşan mikro havza yağmur suyu hasat sistemi (SKMYH) en kesiti	25
Şekil 4. Şekil 4. Makineli tarıma uygun plastik örtülü-sırt ve karık mikro havza yağmursuyu hasadı konuları ve klasik kuru tarım konuları deneme deseni.....	27
Şekil 5. Denemede plastik örtülü-sırt ve karık mikro havza su hasadı sistemi ile geleneksel tarım konularında nohut ekimi	28
Şekil 6. Sırtların oluşturulması ve sırtların plastik örtüyle kapatılması.....	29
Şekil 7. 2020 bitki gelişme dönemi boyunca referans evapotranspirasyon değişimi	40
Şekil 8. 2021 yılı boyunca referans evapotranspirasyon değişimi	41
Şekil 9. 2020 yılı nohut bitki su tüketiminin geleneksel tarım ve sırt-karık mikro havza yağmur suyu hasadı konuları altında farklı sulama düzeylerine göre değişimi.....	42
Şekil 10. 2021 yılı bitki su tüketiminin geleneksel tarım ve sırt-karık mikro havza yağmur suyu hasadı konuları altında farklı sulama düzeylerine göre değişimi	44
Şekil 11. 2020 yılı nohut biokütlesi üzerine geleneksel tarım ve sırt-karık mikro havza yağmur suyu hasadı tekniği altında sulama suyu düzeylerinin etkisi.....	45
Şekil 12. 2021 yılı nohut biokütlesi üzerine geleneksel tarım ve sırt-karık mikro havza yağmur suyu hasadı tekniği altında sulama suyu düzeylerinin etkisi.....	46
Şekil 13. 2020 yılı hasat bitki boyu üzerine geleneksel tarım ve sırt-karık mikro havza yağmur suyu hasadı tekniği altında sulama suyu düzeylerinin etkisi.....	47
Şekil 14. 2021 yılı hasat bitki boyu üzerine geleneksel tarım ve sırt-karık mikro havza yağmur suyu hasadı tekniği altında sulama suyu düzeylerinin etkisi.....	48
Şekil 15. 2020 yılı ana dal sayısı üzerine geleneksel tarım ve sırt-karık mikro havza yağmur suyu hasadı tekniği altında sulama suyu düzeylerinin etkisi.....	49
Şekil 16. 2021 yılı ana dal sayısı üzerine geleneksel tarım ve sırt-karık mikro havza yağmur suyu hasadı tekniği altında sulama suyu düzeylerinin etkisi.....	49
Şekil 17. 2020 yılı ilk bakla yüksekliği üzerine geleneksel tarım ve sırt-karık mikro havza yağmur suyu hasadı tekniği altında sulama suyu düzeylerinin etkisi.....	50
Şekil 18. 2021 yılı ilk bakla yüksekliği üzerine geleneksel tarım ve sırt-karık mikro havza yağmur suyu hasadı tekniği altında sulama suyu düzeylerinin etkisi.....	51
Şekil 19. 2020 yılı bitki bakla sayısı üzerine geleneksel tarım ve sırt-karık mikro havza yağmur suyu hasadı tekniği altında sulama suyu düzeylerinin etkisi.....	52
Şekil 20. 2021 yılı bitki bakla sayısı üzerine geleneksel tarım ve sırt-karık mikro havza yağmur suyu hasadı tekniği altında sulama suyu düzeylerinin etkisi.....	53
Şekil 21. 2020 yılı bitki tane sayısı üzerine geleneksel tarım ve sırt-karık mikro havza yağmur suyu hasadı tekniği altında sulama suyu düzeylerinin etkisi.....	55
Şekil 22. 2021 yılı bitki tane sayısı üzerine geleneksel tarım ve sırt-karık mikro havza yağmur suyu hasadı tekniği altında sulama suyu düzeylerinin etkisi.....	56
Şekil 23. 2020 yılı bitki tane verimi üzerine geleneksel tarım ve sırt-karık mikro havza yağmur suyu hasadı tekniği altında sulama suyu düzeylerinin etkisi.....	57

Şekil 24. 2021 yılı bitki tane verimi üzerine geleneksel tarım ve sırt-karık mikro havza yağmur suyu hasadı tekniği altında sulama suyu düzeylerinin etkisi.....	58
Şekil 25. 2020 yılı nohut tane verimi üzerine geleneksel tarım ve sırt-karık mikro havza yağmur suyu hasadı tekniği altında sulama suyu düzeylerinin etkisi.....	59
Şekil 26. 2021 yılı tane verimi üzerine geleneksel tarım ve sırt-karık mikro havza yağmur suyu hasadı tekniği altında sulama suyu düzeylerinin etkisi.....	60
Şekil 27. 2020 yılı geleneksel tarım (a) ve sırt karık mikro havza yağmursuyu hasadı (b) altında nohut bitkisi verim tepki faktörü (ky).....	61
Şekil 28. 2021 yılı geleneksel tarım (a) ve sırt karık mikro havza yağmursuyu hasadı (b) altında nohut bitkisi verim tepki faktörü (ky).....	61
Şekil 29. 2020 yılı sulama suyu kullanım etkinliğinin (IWUE) geleneksel tarım ve sırt-karık mikro havza yağmur suyu hasadı konuları altında farklı sulama düzeylerine göre değişimi	62
Şekil 30. 2021 yılı sulama suyu kullanım etkinliğinin (IWUE) geleneksel tarım ve sırt-karık mikro havza yağmur suyu hasadı konuları altında farklı sulama düzeylerine göre değişimi	63
Şekil 31. 2020 yılı nohut denemesinde su kullanım etkinliğinin (WUE) geleneksel tarım ve sırt-karık mikro havza yağmur suyu hasadı konuları altında farklı sulama düzeylerine göre değişimi	64
Şekil 32. 2021 yılı su kullanım etkinliğinin (WUE) geleneksel tarım ve sırt-karık mikro havza yağmur suyu hasadı konuları altında farklı sulama düzeylerine göre değişimi	65
Şekil 33. 2020 yılı hasat indeksinin geleneksel tarım ve sırt-karık mikro havza yağmur suyu hasadı konuları altında farklı sulama düzeylerine göre değişimi	66
Şekil 34. 2021 yılı hasat indeksinin geleneksel tarım ve sırt-karık mikro havza yağmur suyu hasadı konuları altında farklı sulama düzeylerine göre değişimi	66
Şekil 35. 2020 yılı bin tane ağırlığı üzerine geleneksel tarım ve sırt-karık mikro havza yağmur suyu hasadı tekniği altında sulama suyu düzeylerinin etkisi.....	67
Şekil 36. 2021 yılı bin tane ağırlığı üzerine geleneksel tarım ve sırt-karık mikro havza yağmur suyu hasadı tekniği altında sulama suyu düzeylerinin etkisi.....	68
Şekil 37. 2020 yılı nohut taneleri kül oranı üzerine geleneksel tarım ve sırt-karık mikro havza yağmur suyu hasadı tekniği altında sulama suyu düzeylerinin etkisi.....	69
Şekil 38. 2021 yılı nohut taneleri kül oranı üzerine geleneksel tarım ve sırt-karık mikro havza yağmur suyu hasadı tekniği altında sulama suyu düzeylerinin etkisi.....	69
Şekil 39. 2020 yılı nohut taneleri yağ oranı üzerine geleneksel tarım ve sırt-karık mikro havza yağmur suyu hasadı tekniği altında sulama suyu düzeylerinin etkisi.....	70
Şekil 40. 2021 yılı nohut taneleri yağ oranı üzerine geleneksel tarım ve sırt-karık mikro havza yağmur suyu hasadı tekniği altında sulama suyu düzeylerinin etkisi.....	71
Şekil 41. 2020 yılı nohut taneleri amiloz oranı üzerine geleneksel tarım ve sırt-karık mikro havza yağmur suyu hasadı tekniği altında sulama suyu düzeylerinin etkisi.....	72
Şekil 42. 2021 yılı nohut taneleri amiloz oranı üzerine geleneksel tarım ve sırt-karık mikro havza yağmur suyu hasadı tekniği altında sulama suyu düzeylerinin etkisi.....	72
Şekil 43. 2020 yılı nohut taneleri amilopektin oranı üzerine geleneksel tarım ve sırt-karık mikro havza yağmur suyu hasadı tekniği altında sulama suyu düzeylerinin etkisi.....	73
Şekil 44. 2021 yılı nohut taneleri amilopektin oranı üzerine geleneksel tarım ve sırt-karık mikro havza yağmur suyu hasadı tekniği altında sulama suyu düzeylerinin etkisi.....	74
Şekil 45. 2020 yılı nohut protein oranı üzerine geleneksel tarım ve sırt-karık mikro havza yağmur suyu hasadı tekniği altında sulama suyu düzeylerinin etkisi.....	75
Şekil 46. 2021 yılı nohut protein oranı üzerine geleneksel tarım ve sırt-karık mikro havza yağmur suyu hasadı tekniği altında sulama suyu düzeylerinin etkisi.....	75

Şekil 47. 2020 yılı nohut ham lif oranı üzerine geleneksel tarım ve sırt-karık mikro havza yağmur suyu hasadı tekniği altında sulama suyu düzeylerinin etkisi.....	76
Şekil 48. 2021 yılı nohut ham lif oranı üzerine geleneksel tarım ve sırt-karık mikro havza yağmur suyu hasadı tekniği altında sulama suyu düzeylerinin etkisi.....	77
Şekil 49. 2020 yılı nohut fitik asit oranı üzerine geleneksel tarım ve sırt-karık mikro havza yağmur suyu hasadı tekniği altında sulama suyu düzeylerinin etkisi.....	77
Şekil 50. 2021 yılı nohut fitik asit oranı üzerine geleneksel tarım ve sırt-karık mikro havza yağmur suyu hasadı tekniği altında sulama suyu düzeylerinin etkisi.....	78
Şekil 51. 2020 yılı nohut dirençli nişasta oranı üzerine geleneksel tarım ve sırt-karık mikro havza yağmur suyu hasadı tekniği altında sulama suyu düzeylerinin etkisi.....	79
Şekil 52. 2021 yılı nohut dirençli nişasta oranı üzerine geleneksel tarım ve sırt-karık mikro havza yağmur suyu hasadı tekniği altında sulama suyu düzeylerinin etkisi.....	80
Şekil 53. 2020 yılı nohut dirençli olmayan nişasta oranı üzerine geleneksel tarım ve sırt-karık mikro havza yağmur suyu hasadı tekniği altında sulama suyu düzeylerinin etkisi	80
Şekil 54. 2021 yılı nohut dirençli olmayan nişasta oranı üzerine geleneksel tarım ve sırt-karık mikro havza yağmur suyu hasadı tekniği altında sulama suyu düzeylerinin etkisi	81
Şekil 55. 2020 yılı nohut toplam nişasta oranı üzerine geleneksel tarım ve sırt-karık mikro havza yağmur suyu hasadı tekniği altında sulama suyu düzeylerinin etkisi.....	82
Şekil 56. 2021 yılı nohut toplam nişasta oranı üzerine geleneksel tarım ve sırt-karık mikro havza yağmur suyu hasadı tekniği altında sulama suyu düzeylerinin etkisi.....	82
Şekil 57. 2020 yılı nohut pepsin protein oranı üzerine geleneksel tarım ve sırt-karık mikro havza yağmur suyu hasadı tekniği altında sulama suyu düzeylerinin etkisi.....	83
Şekil 58. 2021 yılı nohut pepsin protein oranı üzerine geleneksel tarım ve sırt-karık mikro havza yağmur suyu hasadı tekniği altında sulama suyu düzeylerinin etkisi.....	84
Şekil 59. Nohut bitkisinde bitki taç sıcaklığı ile hava sıcaklığı farkının ($T_c - T_a$) ölçüm döneminde değişimi	85
Şekil 60. Nohut bitkisinde geleneksel ve su hasadı uygulamaları için temel CWSI grafiği	86
Şekil 61. Nohut bitkisinin bitki su stres indeksi (CWSI) değişimi	87
Şekil 62. CWSI ile ET arasındaki ilişki	88
Şekil 63. Nohut bitkisi verim ile CWSI arasındaki ilişki	88
Şekil 64. Bakla sayısı ile CWSI arasındaki ilişki	89
Şekil 65. Yağ ile CWSI arasındaki ilişki.....	89
Şekil 66. 2020 ve 2021 yılı nohut bitkisinde spektral yansıma oranları.....	96
Şekil 67. 2020 yılı çerezlik kabak bitki su tüketimi üzerine geleneksel tarım ve sırt-karık mikro havza yağmur suyu hasadı tekniği altında sulama suyu düzeylerinin etkisi.....	99
Şekil 68. Geleneksel tarım (a) ve sırt-karık mikro havza yağmur suyu hasadı tekniği (b) altında çerezlik kabak tohum verimi için verim tepki faktörü (k_y)	100
Şekil 69. 2020 yılı geleneksel tarım (a) ve sırt-karık mikro havza yağmur suyu hasadı tekniği (b) altında çerezlik kabak meyve verimi için verim tepki faktörü (k_y)	100
Şekil 70. 2020 yılı çerezlik kabak sulama suyu kullanım etkinliği (IWUE) üzerine geleneksel tarım ve sırt-karık mikro havza yağmur suyu hasadı tekniği altında sulama suyu düzeylerinin etkisi.....	101
Şekil 71. 2021 yılı çerezlik kabak sulama suyu kullanım etkinliği (IWUE) üzerine geleneksel tarım ve sırt-karık mikro havza yağmur suyu hasadı tekniği altında sulama suyu düzeylerinin etkisi.....	102
Şekil 72. 2020 yılı çerezlik kabak su kullanım etkinliği (WUE) üzerine geleneksel tarım ve sırt-karık mikro havza yağmur suyu hasadı tekniği altında sulama suyu düzeylerinin etkisi.....	103
Şekil 73. 2021 yılı çerezlik kabak su kullanım etkinliği (WUE) üzerine geleneksel tarım ve sırt-karık mikro havza yağmur suyu hasadı tekniği altında sulama suyu düzeylerinin etkisi.....	103

Şekil 74. 2020 yılı çerezlik kabak meyve ağırlığı üzerine geleneksel tarım ve sırt-karık mikro havza yağmur suyu hasadı tekniği altında sulama suyu düzeylerinin etkisi	104
Şekil 75. 2021 yılı meyve ağırlığı üzerine geleneksel tarım ve sırt-karık mikro havza yağmur suyu hasadı tekniği altında sulama suyu düzeylerinin etkisi	105
Şekil 76. 2020 yılı çerezlik kabak meyve boyu üzerine geleneksel tarım ve sırt-karık mikro havza yağmur suyu hasadı tekniği altında sulama suyu düzeylerinin etkisi	106
Şekil 77. 2021 yılı meyve boyu üzerine geleneksel tarım ve sırt-karık mikro havza yağmur suyu hasadı tekniği altında sulama suyu düzeylerinin etkisi	107
Şekil 78. 2020 yılı çerezlik kabak meyve çapı üzerine geleneksel tarım ve sırt-karık mikro havza yağmur suyu hasadı tekniği altında sulama suyu düzeylerinin etkisi	108
Şekil 79. 2021 yılı meyve çapı üzerine geleneksel tarım ve sırt-karık mikro havza yağmur suyu hasadı tekniği altında sulama suyu düzeylerinin etkisi	109
Şekil 80. Çerezlik kabak meyve boyutları ile meyve ağırlığı arasındaki ilişki	109
Şekil 81. 2020 yılı çerezlik kabak bitki meyve sayısı üzerine geleneksel tarım ve sırt-karık mikro havza yağmur suyu hasadı tekniği altında sulama suyu düzeylerinin etkisi	110
Şekil 82. 2021 yılı çerezlik kabak bitki meyve sayısı üzerine geleneksel tarım ve sırt-karık mikro havza yağmur suyu hasadı tekniği altında sulama suyu düzeylerinin etkisi	111
Şekil 83. 2020 yılı bitki meyve verimi üzerine geleneksel tarım ve sırt-karık mikro havza yağmur suyu hasadı tekniği altında sulama suyu düzeylerinin etkisi	112
Şekil 84. 2021 yılı bitki meyve verimi üzerine geleneksel tarım ve sırt-karık mikro havza yağmur suyu hasadı tekniği altında sulama suyu düzeylerinin etkisi	113
Şekil 85. 2020 yılı çerezlik kabak meyve verimi üzerine geleneksel tarım ve sırt-karık mikro havza yağmur suyu hasadı tekniği altında sulama suyu düzeylerinin etkisi	114
Şekil 86. 2021 yılı çerezlik kabak meyve verimi üzerine geleneksel tarım ve sırt-karık mikro havza yağmur suyu hasadı tekniği altında sulama suyu düzeylerinin etkisi	115
Şekil 87. 2020 yılı çerezlik kabak meyve tohum verimi üzerine geleneksel tarım ve sırt-karık mikro havza yağmur suyu hasadı tekniği altında sulama suyu düzeylerinin etkisi	116
Şekil 88. 2021 yılı çerezlik kabak meyve tohum verimi üzerine geleneksel tarım ve sırt-karık mikro havza yağmur suyu hasadı tekniği altında sulama suyu düzeylerinin etkisi	117
Şekil 89. Çerezlik kabak meyve ağırlığı ile tohum verimi arası ilişki	118
Şekil 90. 2021 yılı çerezlik kabak bitki tohum verimi üzerine geleneksel tarım ve sırt-karık mikro havza yağmur suyu hasadı tekniği altında sulama suyu düzeylerinin etkisi	119
Şekil 91. 2020 yılı çerezlik kabak tohum fire oranı (%) üzerine geleneksel tarım ve sırt-karık mikro havza yağmur suyu hasadı tekniği altında sulama suyu düzeylerinin etkisi	120
Şekil 92. Tohum fire oranı (%) üzerine geleneksel tarım ve sırt-karık mikro havza yağmur suyu hasadı tekniği altında sulama suyu düzeylerinin etkisi	121
Şekil 93. 2020 yılı çerezlik kabak tohum verimi üzerine geleneksel tarım ve sırt-karık mikro havza yağmur suyu hasadı tekniği altında sulama suyu düzeylerinin etkisi	122
Şekil 94. 2021 yılı çerezlik kabak tohum verimi üzerine geleneksel tarım ve sırt-karık mikro havza yağmur suyu hasadı tekniği altında sulama suyu düzeylerinin etkisi	123
Şekil 95. Çerezlik kabak meyve verimi ile tohum verimi arası ilişki	124
Şekil 96. 2020 yılı çerezlik kabak 1000 tane ağırlığı üzerine geleneksel tarım ve sırt-karık mikro havza yağmur suyu hasadı tekniği altında sulama suyu düzeylerinin etkisi	125
Şekil 97. 2021 yılı çerezlik kabak bin tane ağırlığı üzerine geleneksel tarım ve sırt-karık mikro havza yağmur suyu hasadı tekniği altında sulama suyu düzeylerinin etkisi	126
Şekil 98. Çerezlik kabakta meyve ağırlığı ve bin tane ağırlığı ilişkisi	126

Şekil 99. 2020 yılı çerezlik kabak tohum kül oranı üzerine geleneksel tarım ve sırt-karık mikro havza yağmur suyu hasadı tekniği altında sulama suyu düzeylerinin etkisi	127
Şekil 100. 2020 yılı çerezlik kabak tohum yağ oranı üzerine geleneksel tarım ve sırt-karık mikro havza yağmur suyu hasadı tekniği altında sulama suyu düzeylerinin etkisi	129
Şekil 101. 2021 yılı çerezlik kabak tohum yağ oranı üzerine geleneksel tarım ve sırt-karık mikro havza yağmur suyu hasadı tekniği altında sulama suyu düzeylerinin etkisi	130
Şekil 102. 2020 yılı çerezlik kabak tohum yağ bileşenlerinden mrystik asit üzerine geleneksel tarım ve sırt-karık mikro havza yağmur suyu hasadı tekniği altında sulama suyu düzeylerinin etkisi	130
Şekil 103. 2020 yılı çerezlik kabak tohum yağ bileşenlerinden palmitik asit üzerine geleneksel tarım ve sırt-karık mikro havza yağmur suyu hasadı tekniği altında sulama suyu düzeylerinin etkisi	132
Şekil 104. 2020 yılı çerezlik kabak tohum yağ bileşenlerinden stearik asit üzerine geleneksel tarım ve sırt-karık mikro havza yağmur suyu hasadı tekniği altında sulama suyu düzeylerinin etkisi	134
Şekil 105. 2021 yılı çerezlik kabak tohum yağ bileşenlerinden stearik asit üzerine geleneksel tarım ve sırt-karık mikro havza yağmur suyu hasadı tekniği altında sulama suyu düzeylerinin etkisi	134
Şekil 106. 2020 yılı çerezlik kabak tohum yağ bileşenlerinden oleik asit üzerine geleneksel tarım ve sırt-karık mikro havza yağmur suyu hasadı tekniği altında sulama suyu düzeylerinin etkisi	135
Şekil 107. 2020 yılı çerezlik kabak tohum yağ bileşenlerinden linoleik asit üzerine geleneksel tarım ve sırt-karık mikro havza yağmur suyu hasadı tekniği altında sulama suyu düzeylerinin etkisi	136
Şekil 108. 2021 yılı çerezlik kabak tohum yağ bileşenlerinden linoleik asit üzerine geleneksel tarım ve sırt-karık mikro havza yağmur suyu hasadı tekniği altında sulama suyu düzeylerinin etkisi	137
Şekil 109. 2020 yılı çerezlik kabak bitkisinde Tc-Ta değişimi	138
Şekil 110. 2020 yılı çerezlik kabak çerezlik kabak bitkisinde geleneksel ve su hasadı uygulamaları için temel CWSI grafiği	139
Şekil 111. 2020 yılı çerezlik kabak çerezlik kabak bitkisinin CWSI değişimi	139
Şekil 112. 2020 yılı çerezlik kabak ET ile CWSI arasındaki ilişki	140
Şekil 113. 2020 yılı çerezlik kabak su kullanım randımanı (WUE) ile CWSI arasındaki ilişki	140
Şekil 114. 2020 yılı çerezlik kabak çerezlik kabak tohum verimi ile CWSI arasındaki ilişki	141
Şekil 115. 2020 yılı çerezlik kabak meyve boyu ile CWSI arasındaki ilişki.....	141
Şekil 116. 2020 yılı çerezlik kabak meyve çapı ile CWSI arasındaki ilişki	142
Şekil 117. 2020 yılı çerezlik kabak meyve ağırlığı ile CWSI arasındaki ilişki	142
Şekil 118. 2020 yılı çerezlik kabak 1000 tane ağırlığı ile CWSI arasındaki ilişki	143
Şekil 119. 2020 yılı çerezlik kabak yaprak alan indeksi (YAI) ile CWSI arasındaki ilişki	143
Şekil 120. 2020 yılı çerezlik kabak tohumların yağ içeriği ile CWSI arasındaki ilişki	144
Şekil 121. 2020 ve 2021 yılı çerezlik kabak bitkisinde spektral yansıma oranları	151
Şekil 122. 2020 yılı çerezlik kabak denemesinde geleneksel tarım ve sırt-karık mikro havza yağmur suyu hasadı tekniği altında sulama oranlarının gün boyu stoma geçirgenliğine etkisi.....	155
Şekil 123. 2020 yılı çerezlik kabak denemesinde geleneksel tarım ve sırt-karık mikro havza yağmur suyu hasadı tekniği altında sulama oranlarının iki sulama arasında stoma geçirgenliğine etkisi.....	156

1. Giriş

Türkiye’de yaklaşık 24 milyon hektar tarım alanının 7.1 milyon hektarı sulamaya açılmıştır. Dolayısıyla 16.9 milyon ha alanda sulama imkanı bulunmadığı için kuru tarım yapılmaktadır. Yağışlar yıldan yıla zamanlaması, dağılımı ve miktarı bakımından önemli değişkenlik göstermektedir. Doğu Karadeniz ve Ege Bölgesi’nin güneybatısı dışında büyük oranda Türkiye coğrafyasında yağışlar bitki su tüketimini karşılamakta yetersiz kalmaktadır. Yağış miktarı bakımından sorunlu olmayan bölgelerde bile yıl içerisindeki yağış dağılımındaki dengesizlikler nedeniyle yaz dönemlerinde bitkiler su stresi yaşayabilmektedirler. Teknik ve ekonomik olarak sulanabilir 8.5 milyon ha alanda tamamen sulu tarım yapılırsa dahi geri kalan 15.5 milyon ha alanda kuru tarıma devam edilme zorunluluğu söz konusudur. Şu anda ve gelecekte Türkiye’de kuru tarım alanları, tarımsal üretimde belirleyici olarak ağırlığını sürdürecektir. Son yıllarda gıda arzı ve güvenliğinin ne kadar önemli olduğunu covid-19 salgını gösterdiği gibi coğrafyamız etrafında yaşanan savaşlar, çatışmalar ve göçler de bu konunun önemini tekrar tekrar vurgulamaktadır. Ayrıca küresel ısınma ve iklim değişikliği hava sıcaklığının artmasına, yağışların tipi, dağılımı ve miktarı üzerine etki etmektedir. Maalesef çeşitli iklim modelleri ülkemizde toplam yağış miktarının düşeceği yönde sonuçlar vermektedir.

Tüm bu olumsuzluklar karşı su ve toprağın korunarak etkin kullanımı öne çıkmaktadır. Sulanan alanlarda suyun etkin kullanımına yönelik olarak basınçlı sulama sistemleri yaygınlaştırılmaya çalışılmaktadır. Ancak sulama sistemlerinin kurulumu önemli maliyetler getirmekte ve uygun şekilde yönetilmemeleri durumunda tuzluluk, drenaj ve çevre kirliliğine neden olmaktadır.

Dünya’da suyun etkin kullanımına yönelik çok çeşitli çalışmalar yapılmakta ve tarımsal üretimde alternatif su kaynakları değerlendirilmektedir. Kuru tarım alanlarında su hasadı yöntemleri ile tarımsal üretimin ve su kullanım etkinliğinin artırılmasına yönelik önemli çalışmalar yapılmaktadır. Tarihsel olarak insan su ihtiyacını karşılamak üzere eski medeniyetler su sarnıçları gibi yağmur suyu hasadı sistemleri kurmuşlardır. Teraslama yapılarak yağmur suyunun eğim aşağı akması önlenmiş, toprak içerisinde depolanması sağlanmıştır. Kuru derelerin önüne bentler yapılmış, yağış esnasında akışa geçen sular tarım alanlarına yönlendirilmiştir. Toprakta depolanan suyun daha etkin kullanımı için taş veya bitki artıkları kullanılarak yapılan malç örtüler ile buharlaşma azaltılmaya çalışılmıştır. Yağmur suyunun hasat edildiği ve kullanıldığı alanlara göre makro havza, mikro havza, çatı-avlu yağmur suyu hasat sistemleri gibi çeşitli şekillerde sınıflandırmalar yapılmıştır. Makro havza yağmur hasadı sistemlerinde yağmur suyu tarım yapılan alan dışında tarımda kullanılmayan alanlardan gelen suların toplanarak çeşitli şekillerde kullanımından ibarettir. Mikro havza sistemlerinde ise bitkisel üretim alanı ile yağmur suyu hasat alanı iç içe bulunmaktadır.

Son yüzyılda plastik örtü çeşitli alanlarda kullanılmakla birlikte tarımda da malç örtü olarak kullanılmaktadır. Özellikle Çin’de sırt-karık yağmur suyu hasat sistemleri üzerine 2000’li yıllarda çok sayıda araştırmalar yapılmış ve plastik örtüler yağmur suyu hasadı için kullanılmıştır. Kuru tarım alanı üzerine tesviye eğrilerine paralel şekilde oluşturulan sırtlar ve karıklar yapıldıktan sonra bitki ekimi yapılan karıklara yağmur suyu akışını artırmak için toprak sırtlar ya sıkıştırılmış ya da plastik örtü, bitki örtüsü, taş veya çakıl örtü ile kaplanmıştır. Kimi araştırmalarda karıklar da söz konusu malç örtü ile kapatılmıştır. Sıkıştırılmış toprak sırtlardan önemli bir verimlilik sağlanmazken özellikle plastik örtü ile kaplanmış sırtlardan oluşan sırt-karık mikro havza yağmur suyu hasat sistemlerinde verimlilik son derece artmıştır. Kısmen karıklarda da malçların kullanıldığı sistemlerde verimlilikte ilave artışlar elde edilmiştir. Kimi sırt-karık mikro havza yağmur suyu hasat sistemlerinde destekleyici nitelikte birkaç kez sulama uygulamalarının da etkinliği incelenmiştir.

Uygulaması basit, ekonomik olarak pahalı yatırımlar gerektirmeyen ve ekin oldukları ispat edilmiş plastik örtülü sırlardan oluşan sırt-karık mikro havza yağmur suyu hasat sistemleri verimliliği artırdığı gibi toprak erozyonunu da engelleme özelliğine sahiptir. Uzun ömürlü plastik örtüler kullanılması durumunda yalnızca karık alanları işlenileceği için toprak işleme masraflarını düşürmekte, daha az yakıt tüketimiyle karbon salınımını azaltmaktadır. Bu sistemlerde kullanılan plastik örtülerin çevreye zararlı olacak düzeyde bozulmadan önce geri dönüşümle yeniden kazanılmasına dikkat edilmelidir. Yağışların fazla düştüğü yıllarda daha az verim artışının sağlandığı söz konusu sistemlerde, bitki ihtiyacının üstündeki yağışlar toprağa infiltrate olarak yer altı su kaynaklarını zenginleştirmektedir. Henüz sonuçları yayınlanmamış olan ve Türkiye’de yürütülen bazı çalışmalarda bu sistemlerde topraktan atmosfere geçen CO₂ ve N₂O gibi sera gazları salınımının önemli düzeyde düştüğü gözlenmiştir. Tüm bu avantajları dikkate alındığında küresel ısınmaya karşı tarımsal üretimin korunması ve artırılması yanında toprak erozyonunu engellemesi, sel ve taşkınları azaltacak olması, yeraltı sularını beslemesi, toprak işlemenin azalması ve tarım alanlarından meydana gelen sera gazı salınımlarını azaltması gibi özellikleriyle sırt-karık mikro havza yağmur suyu hasat tekniği büyük bir potansiyele sahiptir.

Yürütülen bu çalışma ile etkinliği ispat edilmiş plastik örtülü sırt-karık mikro havza yağmur suyu hasat sistemleri doğrudan tercih edilmiştir. Araştırmada Orta Anadolu’da yarı kurak Kayseri koşullarında kuru tarımda yaygın olarak yetiştirilen çerezlik kabak ve nohut bitkisi seçilmiştir. Planlanan plastik örtülü sırt-karık mikro havza yağmursuyu hasat sisteminin makine tarıma ve bitki rotasyonuna uygun olmasına dikkat edilmiştir. Aynı zamanda hem sulu tarım hem de kuru tarım koşullarında kullanılmaları durumunda çerezlik kabak ve nohut ekim rotasyonunda etkinliklerinin saptanması amaçlanmıştır.

2. Literatür özeti

Klasik toprak su koruma uygulamalarından farklı olarak arazinin bir kısmından yağışın toplanması ve bir diğer kısmına iletilmesi, tarımsal su hasadının temel esasını oluşturur ve böylelikle suyun elverişliliği artırılır (Oweis et al., 2012). Yağmur suyunun hasat edilmesi için çok sayıda teknik tecrübe edilmiştir (Boers and Ben-Asher, 1982; Boers et al., 1986; Abu-Awwad, 1999). Yağmur suyu hasadı, sel veya akım suyu hasadı, makro havza su hasadı, mikro havza su hasadı, çatı ve avlu suyu hasadı şeklinde sınıflandırılabilir (Studer and Liniger, 2013). Bitkileri, çimleri ve ağaçları sulamak için kullanılan su hasadı, küçük veya orta ölçekli havzalardan yüzey akışın toplanmasından ibarettir. Mikro ölçekli havzalardan toplanan su ya bir tankta veya toplanan suyun infiltre olduğu alan altındaki bitki kök bölgesinde depolanır (Evenari et al., 1971). Bu mikro ölçekli su hasadı metotları, eş yükselti setlerini, yarı dairesel veya trapez sırtları, kaş tipi sırtları, eş yükselti teraslarını, küçük bitki ekim çukurluklarını, sırt ve karık bitki sıra arası sistemlerini, Vallerani mikro havza sistemini, jesst, negarim, mescat sistemini, yüzey akış şeritlerini, kentsel ve kırsal yüzey akış sistemlerini içine alır (Studer and Liniger, 2013; Schietecatte et al., 2005, Örs et al., 2011; Li et al., 2000). Bitki sıra arası örtülü sırt ve karık kombinasyonları, en etkili su hasadı yöntemlerinden birisidir (Li et al., 2000). Bu teknikte bitki yetiştiriciliği yapılan alan, tesviye eğrilerine paralel sırtlar ve karıklar şeklinde şekillendirilir. Sırtlar ya bir malç örtü ile örtülür veya sıkıştırılır. Sırtlardan akan yağmur suları bitkilerin yetiştirildiği karıklara yönlendirilir. Yağış miktarına, yağış yoğunluğuna, bitki ve toprak karakterlerine göre farklı sırt-karık oranları ve malçlama kullanılır (Reij et al., 1988). Şekil 1, 2, 3 ve 4'te Kayseri'de kuru fasulye, çerezlik kabak ve nohut SKMYH tekniği denemeleri ve Samsun'da kavun ve karpuz denemelerinden konuyla ilgili birtakım fotoğraflar sunulmuştur.

Yüzey akış suyunun toplanması ve tarımda kullanılmasına dayalı su hasadı binlerce yıldır dünyanın çeşitli yerlerinde uygulanmış gelmiştir (Bruins et al., 1986; Reij et al., 1986). Kısa eğimlerden yüzey akışı toplayan mikro-havza su hasadı, sulama suyunun bulunmadığı veya aşırı maliyetli olduğu kurak ve yarı kurak alanlarda özellikle kullanışlıdır (Boers et al., 1986). Mikro-havza su hasadının başlıca avantajı basit, ucuz, tekrarlanabilir, etkin ve uygulanabilir olmasıdır (Reij et al., 1988). Mikro havza su hasadı yönteminin ağaçların yetiştirilmesi ve bitki üretiminde etkili olduğu bulunmuştur (Vashistha et al., 1980; Lal 1986; Gupta 1995).

Küresel ısınma nedeniyle iklim değişikliği yağışlarda ve havza akım desenlerinde değişime neden olacaktır. Meteorolojik kuraklıklar ve kurak dönemlerin daha sık ortaya çıkacağı tahmin edilmektedir (IPCC, 2015). Meteorolojik kuraklıklar ve kurak dönemler esnasında bitkinin hayatta kalması ve sürdürülebilir bitki verimi için uygun su yönetim teknikleri ve farklı mücadele mekanizmaları gereklidir (Rockström et al., 2010).

İlave su kullanımı azaltılırken ve kuru tarımın güncellenmesine yardımcı olunurken gıda üretiminin artırılması ve yoksulluğun hafifletilmesinde yağmur suyunun daha iyi yönetimi, önemli bir konu görülmektedir (De Fraiture et al., 2010). Kullanılan birim su için net kazanç, kısaca su üretkenliği olarak tanımlanmıştır. Daha az su kullanımıyla daha çok gıda, gelir, daha iyi geçim sağlanması ve ekosistem hizmetleri sunulması, ifade edilen bu su üretkenliğinin geliştirilmesiyle başarılabilir. Su üretkenliğine katkı sağlayan uygulamalar, su hasadını, destekleyici sulamaları, kısıtlı sulamaları, hassas sulama tekniklerini ve toprak-su koruma uygulamalarını içine almaktadır (Molden et al., 2010).

Büyük sahra çölünün güneyinde kalan ve Afrika'nın doğusundan batısına kadar uzanan kuşakta su hasadı çalışmalarını değerlendiren Tabor (1995), yersel ve dönemsel kuraklıklardan dolayı bitki kayıp riskini azaltması, uygulanan gübrelerin bitkiye elverişliliğini garantilemesi, gelişme dönemini uzatarak daha fazla seçenekler sunması, daha fazla yağmur suyu sağlaması ve sonuçta yetiştirilebilecek daha geniş bitki seçimi sunması nedeniyle su hasadının çiftçiler için çekici olacağını ifade etmiştir. Terkedilen alanların üretime kazandırılmasıyla bir ülkenin varlığını artırması, çok şiddetli kuraklıklar esnasında bile garanti hasat sağlamasıyla ülkenin kıtlığı hafifletme etkinliklerine zaman kazandırması gibi su hasadının bir diğer çekici yönüne dikkat çeken Tabor (1995) ayrıca su hasadının yağışlardan kaynaklanan yüzey akışlarını ve erozyonu azaltacağını bildirmiştir. Su hasadıyla tutulan yüzey akış sularının aküferleri yeniden doldurmasıyla yüzey su kaynaklarının bu aküferlerden daha uzun süre besleneceği ve kurak dönemlerde evcil hayvanlara daha uzun süre suyun elverişli kalacağı da su hasadının yararlarına ilave edilmiştir.

Dünyada tarım alanlarının yaklaşık %80'inde yağışa dayalı tarım (kuru tarım) yapılırken %20'sinde sulu tarım yapılmaktadır. Üretilen gıdanın %60'ı kuru tarımdan ve %20'si ise sulu tarımdan elde edilmektedir. Giderek artan dünya nüfusunun beslenebilmesi için büyük bir potansiyele sahip kuru tarım şartlarında da verimlilik artırılmalıdır. İşte sırt-karık mikro havza yağmur suyu hasat tekniği kuru tarım şartlarında verimliliği önemli şekilde artırmaktadır. Aşağıdaki literatür bilgileri bunu net şekilde göstermektedir.

Çin'in ortalama yıllık yağışı 215-320 mm olan yarı kurak bölgesinde mısır üretimi için çeşitli sırt-karık mikro havza su hasadı ile çakıl kombinasyonunun etkinliği araştırılmıştır. Çıplak sırtlarda %7 yüzey akış etkinliğine karşın plastik örtülü sırtların ortalama yüzey akış etkinliği %87 olarak saptanmıştır. Plastik örtülü sırtlarda yüzey akış oluşumu için eşik yağış değeri 0.8 ± 0.2 mm olarak belirlenmiştir. Çıplak sırtlarda yalnızca yüksek yoğunlukta yağış olaylarında yüzey akış meydana geldiği belirlenmiş ve yağmur suyu hasadı için etkili bulunmamıştır. Sırtları plastik örtülü ve karıkları çakıl ile kaplı mikro havza su hasadı metodunun toprak nemini muhafazada, verim artışında ve su kullanım etkinliğinde etkili olduğu ifade edilen bu çalışmada

geleneksel düz arazi üzerinde yapılan tarıma göre mısır tane verimi 1.9 kat ve su kullanım etkinliği ise 1.8 kat daha yüksek bulunmuştur. 1000 tane ağırlığı kontrol konusunda 187 g, sırtları plastik örtülü ve karıkları çakıllı sistemde 262 g ve yalnızca sırtları plastik örtülü konuda 234 g saptanmış olup mikro havza su hasadı aynı zamanda ürün kalitesini de artırmıştır. Bu metodun sergilemiş olduğu bu iyi performans, hafif yağışların daha etkin kullanılmasına, kök bölgesine olan infiltrasyonu iyileştirmesine ve buharlaşma kayıplarını baskılamasına dayandırılmıştır (Li et al., 2000).

Plastik örtülü sırt-karık yağmur suyu hasat tekniği bitki verimini artırma potansiyeline sahiptir ve daha fazla ekonomik fayda üretmektedir. Düşük yoğunlukta hafif yağışların baskın olduğu ve bitkilerin su stresi nedeniyle genellikle ürün veremediği yerlerde kullanılabilirler. Plastik örtülü sırt-karık su hasadı sistemi, kurak geçen ve ortalama yağışlı yıllarda mısır verimini %60-95, nemli yıllarda %70-90 ve çok nemli yıllarda %20-30 artırabilir. Sırtları örtülü sistemdeki verim artışlarına karıkları da örtülü sistemler ilaveten %8-25 arasında bir verim artışı getirebilir. Yapılan 2 yıllık arazi çalışmasında plastik örtülü sırt-karık sisteminde mısır tane verimi kontrol konusuna göre önemli derecede (%108 ve %143) yüksek bulunmuştur. Bu sistemde su kullanım etkinliği (WUE) 1.yıl 1.9 kat ve 2.yıl 1.4 kat daha yüksek bulunmuştur. Plastik örtülü sırtlar mısır tane veriminde çıplak sırtlara göre ise 1.yıl %92 ve 2.yıl %21 artış sağlamıştır (Li et al., 2001).

Tian et al. (2003) tarafından plastik örtülü sırt ve sıkıştırılmış sırtlardan oluşturulan su hasadı sisteminde patates için en uygun sırt/karık oranını belirlemek amacıyla bir arazi denemesi yürütülmüştür. Patates yetiştirilen karık genişliği tüm su hasadı konularında 60 cm alınmış ve sırt/karık oranı 0.5, 0.75 ve 1.0 olan konuların etkisi araştırılmıştır (Sırt genişlikleri sırasıyla 30 cm, 45 cm ve 60 cm). Gelişme dönemi boyunca 1.yıl 227.2 mm ve 2.yıl 218.85 mm yağış düşmüştür. Sıkıştırılmış sırtlar kontrol konusundan ve örtülü sırtlar sıkıştırılmış sırtlardan tüm konularda daha yüksek patates verimi vermiştir. Örtülü sırtlarda en uygun sırt/karık oranı 0.75 ve sıkıştırılmış sırtlarda ise 1.0 olarak saptanmıştır. Kontrol konusunda ortalama 7.9 t/ha patates verimi alınırken örtülü sırtlardan 0.5, 0.75 ve 1.0 sırt/karık oranı için sırasıyla 26.0, 28.1 ve 21.6 t/ha ortalama 25.2 t/ha patates verimi elde edilmiştir (Tian et al., 2003). Ortalama değerler üzerinden plastik örtülü su hasadı sistemi kontrol konusuna göre patates veriminde %219 verim artışı sağlamıştır.

Çin'in yarı kurak alanlarında farklı sırt/karık oranlarının patates verimine, depolanan toprak nemine, yüzey akış etkinliğine ve su kullanım etkinliğine etkisini belirlemek için 2 yıllık bir çalışma yürütülmüştür (Wang et al., 2008). Yüzey akışın meydana gelmesi için gerekli en az yağış miktarının plastik örtülü sırtlarda 0.23-0.47 mm ve sıkıştırılmış toprak sırtlarda ise 2.76-2.78 mm olduğu belirlenmiştir. Yağan yağmurun yüzey akış etkinliği sıkıştırılmış sırtlarda

%24.6-%28.8 ve plastik örtülü sırtlarda %91.1-%94.3 olarak saptanmıştır. Plastik örtülü sırtlarda patates yumru verimi kontrol konusuna göre her iki yıl %158.6-175 ve sıkıştırılmış sırtlarda %14.9-%28.4 daha yüksek bulunmuştur. Regresyon analizine göre patates üretiminde en uygun sırt/karık oranı 1.yıl 39/60 cm ve 2.yıl 48/60 cm olarak belirlenmiştir. Yumru üretiminde su kullanım etkinliği kontrol konusuna göre 1.5 kat daha yüksek bulunmuştur (Wang et al., 2008).

Farklı yağışlar altında mısır verimindeki artışı saptamak amacıyla Ren et al. (2008) tarafından 2 yıllık bir deneme yürütülmüştür. Karıklarda 0-10 cm toprak katmanında plastik örtülü sırt sistemi toprak sıcaklığını 0.7-1 °C artırmıştır. Karıklar altında 100 cm toprak katmanında toprak neminin %5-12 arttığı belirlenmiştir. Kontrol konusuna göre tohum çıkışları 1-2 gün önce, gelişme dönemleri genellikle daha erken meydana gelmiş, bitki boyu ve toplam biyokütle önemli derecede artmıştır. Geleneksel düz arazide mısır yetiştiriciliğine göre mısır tane verimi ve WUE 1.yıl 230 mm yağış altında %75.4 ve %73.3, 340 mm yağış altında %36.7 ve %40.2 artmış fakat 440 mm yağış altında önemli bir farklılık meydana gelmemiştir. Denemenin 2.yılında kontrol konusuna göre mısır tane verimi ve WUE sonuçlarında 230 mm yağış altında %82.8 ve %77.4, 340 mm yağış altında %43.4 ve %43.1 ve 440 mm yağış altında ise %11.2 ve %9.5 artış sağlanmıştır (Ren et al., 2008).

Cebeci ve ark. (2017) tarafından Develi'de iki lokasyonda yürüttükleri Mikro Havza Su Hasadı çalışmasında farklı genişlikte örtülü plastik sırtların çerezlik kabak üzerine etkilerini araştırdıkları TAGEM projesinde (Şekil 2) 2013 yılında bitki su tüketimi 1.lokasyonda 152 mm buna karşın karşılık kontrol konusu, su hasadı 80, 100 ve 120 cm konuları için 1.lokasyonda sırasıyla 55, 112, 202 ve 208 kg/ha tohum verimi elde edilmiştir. 2.lokasyonda 2013 yılında kontrol konusundan tohum verimi alınamazken su hasadı 80, 100 ve 120 cm konularından sırasıyla 157, 255 ve 296 kg/ha tohum verimi alınmıştır. 2015 yılında bitki su tüketimi 1.lokasyonda 101 mm buna karşın kontrol konusu, su hasadı 80, 100 ve 120 cm konuları için 512, 397, 660 ve 478 kg/ha tohum verimi alınırken aynı yıl 2.lokasyonda bitki su tüketimi 152 mm buna karşın kontrol, su hasadı 80, 100 ve 120 cm konularından sırasıyla 357, 401, 453 ve 611 kg/ha verim alınmıştır. Bu çalışma yıllarında havaların kurak geçmesi nedeniyle hasat edilen su miktarı az olmasına rağmen yaklaşık 100-150 mm gibi düşük su tüketimlerine nazaran 2.yıl su hasadı konularından 600 kg/ha civarında alınan tohum verimleri son derece dikkat çekicidir.

Yıldırım ve ark. (2017) tarafından Samsun Vezirköprü'de farklı sırt ve karık oranlarının karpuz ve kavun için belirlenmesine yönelik mikro havza su hasadı çalışması yapılmıştır (Şekil 3). 1.yıl karpuzdan 1408.3-2760.3 kg/da, 2.yıl 607.1-4034.7 kg/da ve kavundan 1.yıl 619.7-1172 kg/da ve 2.yıl 422.1-1148.7 kg/da verim alınmıştır. En düşük verimler kontrol konusundan elde

edilirken en yüksek verim değerleri su hasadı konularından elde edilmiştir. Sırt-karık mikro havza su hasadı tekniği altında karpuz ve kavunda %96 ve %89 verim artışları elde edilmiştir.

SKMYH tekniği altında sabit örtölü sırt genişliği (90 cm) alınarak farklı karık genişliklerinde farklı sıra sayısının nohut üzerine etkisinin araştırılmış olduğu çalışmada bitki gelişme dönemi boyunca 190.8 mm yağış kaydedilmiştir. Tüm konularda nohut bitkisi 328 mm civarında su tüketmiştir. Su hasadı konularında bitki başına ortalama tohum verimi kontrol konularından %61.4 daha yüksek bulunmuştur. Çalışmada kullanılan SKMYH tekniğinde bitki yoğunluğunun gerekenden daha düşük kalması nedeniyle birim alandan verim artışı sağlayabilecek 50 cm örtölü sırtlara ve 40 cm karıklara sahip yeni bir sırt/karık oranı önerilmiştir (Ünlükara ve Katırcı, 2018).

Sırt-karık mikro havza yağmur suyu hasadı tekniği (SKMYH) kuru tarım şartlarında yalnızca verimliliği artırmakla kalmamakta aynı zamanda bitki su kullanım etkinliğini de artırmaktadır. Hemen yukarıda verilen literatür bilgileri su kullanım etkinliğindeki artışı açıkça ortaya koymaktadır. Küresel ısınma ve bunun getirdiği iklim değişikliği nedeniyle dünyada yağışlarda artış beklenirken Türkiye'nin de içinde bulunduğu kimi bölgelerde ise yağışlarda düşüşlerin olacağı tahmin edilmektedir (IPCC, 2015). Dolayısıyla daha az su ile daha etkin üretim yapılmasına imkan verecek yeni tarım tekniği ve uygulamalarına ihtiyaç duyulmaktadır. Bu tekniklerden birisi de SKMYH tekniğidir. Bu teknikte tarım alanının önemli bir kısmı plastik örtü ile örtölü olduğu için toprak yüzeyinden meydana gelen buharlaşmayı azaltmaktadır. Geleneksel tarımda toprak yüzeyine düşen yağış miktarına bağlı olarak belirli bir derinliğe kadar toprak nemlenmektedir. Yağışların ardından açan havada güneş enerjisi toprakta depolanan suyun bir kısmı buharlaştırmaktadır. Bu durum yağışlarla gelen suyun bitki transpirasyonunda kullanılma oranını düşürmektedir. Özellikle yüzeyden 10 cm kadar bir toprak katmanını nemlendiren hafif yağışlardan bitkinin yararlanma oranı çok daha fazla düşmektedir. Halbuki SKMYH tekniğinde örtölü sırtlardan toplanan yağışlar karıklara konsantre olmaktadır. Eğer örtölü sırt oranı %50 ise geleneksel tarıma göre karıklarda infiltrasyon derinliği yaklaşık 2 kat artmakta ve dolayısıyla yüzeyden evaporasyonla kaybedilecek yağış oranı azalmaktadır. Tüm bu etkiler nedeniyle SKMYH tekniği su kullanım etkinliğini artırmaktadır.

Sulama amacıyla nehirlerden su çekilmesi, nehir havzalarında birtakım problemlere neden olmakta ve ayrıca sulanan alanların büyük ölçekte artırılması için çok daha az bir potansiyel bulunmaktadır. Su dışında diğer sınırlayıcı faktörler nedeniyle kuru tarımdan elde edilen ürün, beklenenden daha düşüktür. Yağışa dayalı üretimin yapıldığı kuru tarımda gerçek üretim ile elde edilebilir üretim arasındaki bu büyük fark, verim artışı için ümit vermektedir. Artan dünya nüfusu için gıda ve geçimin sağlanması kuru tarımın şu anki kritik ve baskın rolü dünyada

devam edecektir (Rockström et al., 2010). Türkiye’de sulanan alanların henüz 7.1 milyon ha civarında olması ve ekonomik ve teknik manada 8.5 milyon ha alanın sulanabileceği dikkate alındığında Türkiye’deki tarım alanlarının büyük bir kısmında kuru tarımın devam etmek durumunda olduğu görülecektir. Rockström et al. (2010) tarafından dünya geneli için belirtildiği gibi kuru tarım, Türkiye’de de hem önemli bir potansiyel hem de artan nüfusun beslenme ve geçiminin sağlamasında önemli bir kaynaktır.

Türkiye’de 2014 yılı istatistiklerine göre toplam 7438228 dekar kuru baklagiller ekili alanın 3885175 dekarında nohut yetiştirilmektedir. Dolayısıyla toplam kuru baklagiller alanının %52’sinde nohut tarımı yer alırken bunu %31 ile kırmızı mercimek ve %12 ile kuru fasulye takip etmektedir. Türkiye’de dekardan 116 kg nohut verimi alınmakta olup toplam üretim 450 bin tondur (Tüik, 2015). Dünya nohut üretiminde Türkiye sıralaması yıllara göre değişmekle birlikte hep ilk sıralarda yer almaktadır.

Yemeklik tane baklagil bitkisi olan nohudun tanelerinde yüksek oranda (%21.5-23.9) yüksek hazmedilebilir (%76-88) protein bulundurmaktadır (Akçin, 1988). Ayrıca %40-60 karbonhidrat, %4.5-5.5 yağ, fosfor ve kalsiyum içeren nohut insan beslenmesinde önemli bir yere sahiptir (Değirmenci vd., 2009). *Rhizobium* bakterileri ile ortak yaşayabilen nohut havanın serbest azotunu toprağa bağlayarak bundan yararlanabilir. Nohut köklerinin C/N oranı çok düşük olduğundan hasattan sonra kısa sürede parçalanarak humusa dönüşür ve kendisinden sonra ekilen bitkiler için daha uygun bir toprak bırakır. Dolayısıyla iyi bir rotasyon bitkisidir.

Kuraklığa iyi dayanan ve aşırı yağışlardan olumsuz etkilenen nohut bitkisi, kurak geçen dönemlerde az miktar sulamalar ile fazla ürün vermektedir (Kayan, 2012). Nohutta sulama ürünün garantisidir. Sulamayla nohut verimi artar. İspanya, Fransa ve Meksika’da nohut 2-4 kez sulanmaktadır (Şehirali, 1988). Nohut 110-240 mm arasında su tüketmesi durumunda verimi 90-300 kg/da arasında değişmektedir (Singh ve Bhushan, 1979). Kulaz ve Çiftçi (1997) Van koşullarında en yüksek nohut verimini (146.6 kg/da) metrekarede 42 tohum ekerek, Doğan ve ark. (2015) Mardin Kızıltepe’de ise 50 tohum ekerek elde etmişlerdir. Togay ve ark. (2005) yüksek verim için Van koşullarında sulu ve kuru tarımda en uygun bitki sıklığının 60 tohum/m² olduğunu belirtmişlerdir.

Kabak çekirdeği yetiştiriciliği çoğunlukla İç Anadolu Bölgesi’nde yapılmakta olup (Yanmaz, 2014), Kayseri’de 2016 yılında 313101 da alanda 15053 ton ve Nevşehir’de ise 172969 da alanda 13513 ton kabak çekirdeği üretilmiştir (Tüik, 2016). Tüm Türkiye dikkate alındığında kabak çekirdeği üretim alanlarının %77.3’ü Kayseri ve Nevşehir illerinde bulunmakta ve toplam üretimin %67.7’si bu bölgeden elde edilmektedir. Hem üretim alanı (313101 da) hem de üretim miktarı (15053 ton) bakımından Kayseri çerezlik kabak yetiştiriciliğinde ülkemizde ilk sıradadır.

Ayrıca çerezlik kabak üretimi bölge çiftçisinin önemli gelir kaynaklarından birisini oluşturmaktadır (Sekendur, 2017).

Amer (2011) tarafından karık ve damla sulama sistemleriyle farklı sulama miktarlarının kabak verim ve kalitesine olan etkileri Mısır'da ilkbahar ve sonbahar gelişme dönemlerinde araştırılmıştır. Tam sulanan kabak bitkisinin ilkbahar döneminde bitki su tüketiminin damla ve karık sulamalar için 304 ve 344 mm ve sonbahar döneminde ise 238 mm ve 272 mm olduğu saptanmıştır. Hem sulama yöntemi, uygulanan sulama suyu miktarları ve hem de yetiştirme döneminin kabak bitkisi verim ve kalitesine etkili olduğu belirtilmiştir. Bahar döneminde ortalama 740 kg/ha tohum verimi elde edilirken sonbahar döneminde bu verim 400 kg/ha olmuştur. Damla sulamayla ortalama 610 kg/ha ve karık sulamayla 530 kg/ha tohum verimi alınan çalışmada 0.5 ET_c, 0.75 ET_c, 1.0 ET_c, 1.25 ET_c ve 1.5 ET_c sulama konularından sırasıyla 420, 540, 680, 630 ve 580 kg/ha tohum verimi alınmıştır.

Khalil et al. (1996) Riyad'da farklı dönemlerde 3 farklı kabak çeşidini damla ve karık sulamayla sulamış meyve başına tohum veriminin tüm bu faktörlere göre değiştiğini belirlemiştir. Scarla, Arab Marrow ve Claritta kabak çeşitlerinden meyve başına 1.dönem sırasıyla 14.37, 13.89 ve 17.37 g tohum verimi alınırken 2.dönem 28.75, 30.29 ve 25.04 g tohum verimi alınmıştır. Damla sulama ve karık sulama için meyve başına tohum verimi 1.dönemi 18.94 ve 11.45 g ve 2.dönem 34.73 ve 21.32 g olarak saptanmıştır.

Konya'da çerezlik kabak bitkisi üzerine yapılan 2 yıllık bir çalışmada farklı sulama düzeyleri uygulanmıştır. Bitki su tüketimi, sulanmayan ve farklı oranda sulanan konulara göre 1.yıl 194-625 mm ve 2.yıl 208-557 mm arasında değişmiştir. Buna karşılık birim alandan elde edilen tohum verimi 1.yıl 624-1182 kg/ha ve 2.yıl 220-997 kg/ha arasında değişim göstermiştir (Seymen et al., 2016). Yine Konya'da 3 farklı sulama aralığında ve 5 farklı sulama düzeyi kullanılarak yapılan bir çalışmada çerezlik kabağın bitki su tüketimi 1.yıl 194-660 mm ve 2.yıl 207-630 mm arasında değiştiği saptanmıştır. Buna karşılık tohum veriminin 1.yıl 484-1352 kg/ha ve 2.yıl 234-1197 kg/ha arasında değiştiği saptanmıştır. Sulama aralığı 7, 14 ve 21 gün konuları için tohum verimi 1.yıl sırasıyla 980, 923 ve 681 kg/ha ve 2.yıl 744, 610 ve 527 kg/ha olarak belirtilirken uygulanan sulama düzeyine göre tohum veriminin 1.yıl %100 sulamada 1131 kg/ha düzeyinden sulanmayan konuda 545 kg/ha düzeyine ve 2.yıl ise 1011 kg/ha düzeyinden 247 kg/ha düzeyine düştüğü ifade edilmiştir (Yavuz et al., 2015).

Kırnak ve ark. (2016) tarafından 2015 yılında Kayseri'de çerezlik kabak su verim ilişkileri üzerine yapılan çalışmada bitkiye sulama suyunun %100'ü, %80'i, %60'ı, %40'ı, %20'si ve %0'ı (kuru tarım) uygulanmış ve sırasıyla bitki su tüketimi 474 mm, 458 mm, 419 mm, 391 mm ve 293 mm olarak saptanmıştır. Bu su tüketimine karşılık aynı sırayla konulardan 1417 kg/ha, 1308 kg/ha, 1003 kg/ha, 857 kg/ha, 631 kg/ha ve 470 kg/ha verim alınmıştır. Bu çalışmanın

2.yılında %100 sulama konusundan 1306 kg/ha ve sulanmayan konudan 427 kg/ha verim elde edildiği belirtilmiştir (Kırnak et al., 2017). Çakır (2000) tarafından Trakya'da değişken iklim koşullarında uygulanan sulama programlarının çekirdeklik kabağa etkilerinin araştırılmış olduğu çalışmada ortalama 499.7-1268.1 kg/ha arasında değişen tohum verimi elde edilmiştir.

Turgut (2015) tarafından çerezlik kabak genotiplerinin Erzurum şartlarında adaptasyonu, verim ve kalite özellikleri incelenmiştir. 9 farklı çerezlik kabak çekirdeği genotipinin ele alındığı çalışmada genotiplere göre 676-1114 kg/ha arasında farklı tohum verimi değerleri saptanmıştır.

Menemencioğlu ve ark. (2013) tarafından Kayseri'de kuru tarım koşullarında çerezlik kabak yetiştirilen çiftçiler ile yapılan anket çalışmasında üreticilerin %48'inin 10-250 kg/ha, %19'unun 260-400 kg/ha ve %33'ünün 410 kg/ha ve üstünde tohum verimi aldığı saptanmıştır. Yine Kayseri'de yapılan bir başka anket çalışmasında kuru tarım koşullarında üreticilerin %39'u 0-300 kg/ha ve %49'u 300-500 kg/ha verim aldığı belirtilmiştir (Sunulu ve Yağcıoğlu, 2014).

Sekendur (2017) tarafından Kayseri'de yapılan bir çalışmada çerezlik kabak bitkisine farklı gelişme dönemlerinde su stresi uygulanmıştır. Çerezlik kabak bitkisinin vejetatif gelişme, çiçeklenme ve meyve olum dönemleri için verim tepki faktörü (k_y) sırasıyla 1.52, 1.85 ve 0.64 olarak belirlenmiştir. Meyve olum döneminde su stresine karşı oldukça toleranslı olan bitkinin çiçeklenme ve vejetatif gelişme dönemlerinde ise oldukça duyarlı olduğu saptanmıştır. Bitki su tüketimi 338-511 mm arasında değişmesine karşılık tohum verimi ortalama 660-985 kg/ha arasında değişmiştir.

Ghanbari et al. (2007) tarafından yapılan bir çalışmada çekirdeklik kabak üzerine sulama aralığının ve farklı ekim normunun etkileri araştırılmıştır. Çalışmada 7, 14 ve 21 gün sulama aralıkları konu edilirken sıra arası 100 cm ile 200 cm ve sıra üzeri 20 cm ile 40 cm konuları konu edilmiştir. Sıra üzeri 20 cm ve 40 cm konularından sırasıyla 773 kg/ha ve 846 kg/ha, sıra arası 100 ve 200 cm konuları için 935 ve 684 kg/ha tohum verimi alınmıştır. 7, 14 ve 21 gün arayla yapılan sulamalarda 100 cm sıra arası için sırasıyla 1299, 983 ve 522 kg/ha ve 200 cm sıra arası için 641, 698 ve 714 kg/ha tohum verimi saptanmıştır. Sulama aralığı uzarken yani bitkinin su stresine maruz kaldığı zaman dilimi artarken 100 cm sıra arası için verim azalmış 200 cm sıra arası için ise artmıştır. Aynı sulama aralıklarında 20 cm sıra üstü bitki aralığı için 812, 875 ve 633 kg/ha ve 40 cm sıra üstü aralığı için 1128, 807 ve 603 kg/ha tohum verimi alındığı belirtilmiştir.

Ünlükara ve ark. (2016) tarafından Kayseri'nin Develi ilçesinde kuru tarım şartlarında ve SKMYH tekniği altında çerezlik kabak bitkisi üzerine sıra arası ve sıra üzeri ekim normunun etkilerinin araştırıldığı çalışmada bitki başına 1 m² kadar alanın düştüğü sıra arası ve sıra üzeri

1 m olan konulardan en iyi sonuçlar elde edilmiştir. Ekim normu konularına göre su hasadı konularından %14-38 arasında daha yüksek meyve verimi ve %47-59 oranında daha iri meyveler hasat edilmiştir.

Kırnak et al. (2016) tarafından Kayseri’de Develi çerezlik kabak popülasyonu ile yapılan bir çalışmada Bitki Su Stres İndeksi (CWSI) ile tohum verimi arasında çok kuvvetli bir ilişki olduğu saptanmıştır. Çerezlik kabağın sulama programlanmasında CWSI değerinin kullanılabileceği ifade edilen çalışmada CWSI= 0.25-0.30 arasında sulama yapılması önerilmiştir.

3. Gereç ve Yöntem

Araştırma 2020, 2021 ve 2022 yıllarında Kayseri’de Erciyes Üniversitesi Tarımsal Araştırma ve Uygulama Merkezi (ERÜTAM) Beyazıt deneme alanında 3 yıl süreyle yürütülmüştür. Yazları kurak ve sıcak, kışları yağışlı ve soğuk geçen Karasal iklime sahip olan Kayseri ilinin uzun yıllar bazı iklim verileri Tablo 1’de verilmiştir. Toplamda 389 mm yağışa sahip ilde Mayıs-Ağustos ayları arasında düşen yağış miktarı 110.6 mm olup toplam yağışın yaklaşık %28’ine karşılık gelmektedir. Eylül-Nisan döneminde düşen yağış miktarı ise 278.4 mm olup bu yağıştan buharlaşma ve yüzey akış kayıplarından geri kalan önemli bir kısmı bitki kök bölgesinde depolanmaktadır. Toprakta bitki kök bölgesi altına geçen yağışlar ise yeraltı su rezervine katkı sağlamaktadır. Hem gelişme dönemi öncesi düşen yağışlar ve hem de gelişme dönemi esnasında düşen yağışlar su hasadıyla bitki yetiştirilmesi için bir potansiyel arz etmektedir. Denemede, zaten bu bölgede kuru tarım alanlarında yaygın olarak yetiştirilen ve çerçevesi olarak nitelendirilen Develi popülasyonu çerezlik kabak (*Cucurbita pepo* L.), ekim nöbeti için yine kuru tarım şartlarında da yetiştirilebilen baklagillerden Azkan çeşidi nohut (*Cicer arietinum* L.) kullanılmıştır (Şekil 1).

Tablo 1. Kayseri ili uzun yıllar ortalama meteorolojik veriler

Meteorolojik	Kayseri’de Uzun Yıllar Ortalama İklim Değerleri (1950-2016)											
Veriler	Oca	Şub	Mar	Nis	May	Haz	Tem	Ağu	Eyl	Eki	Kas	Ara
T _{mak} °C	4.1	6.1	11.4	17.7	22.5	26.8	30.6	30.7	26.5	20.4	13.0	6.4
T _{min} °C	-6.9	-5.2	-1.4	3.1	6.8	9.7	11.9	11.4	7.3	3.5	-0.9	-4.5
T _{ort} °C	-1.7	0.1	4.7	10.6	15.0	19.0	22.2	22.0	17.3	11.8	5.5	0.6
RH _{mak} (%)	96.4	96.6	96.7	96.3	95.3	93.0	87.0	87.1	94.3	97.0	97.1	97.4
RH _{min} (%)	38.8	34.4	22.5	18.6	19.0	19.4	17.2	16.9	17.4	20.3	28.2	36.8
RH _{ort} (%)	76.6	74.0	68.3	62.3	61.2	55.8	49.5	49.2	54.1	63.6	71.7	77.1
GS (saat)	3.0	4.0	4.8	6.2	8.3	10.4	11.9	11.4	9.1	6.7	4.8	3.0

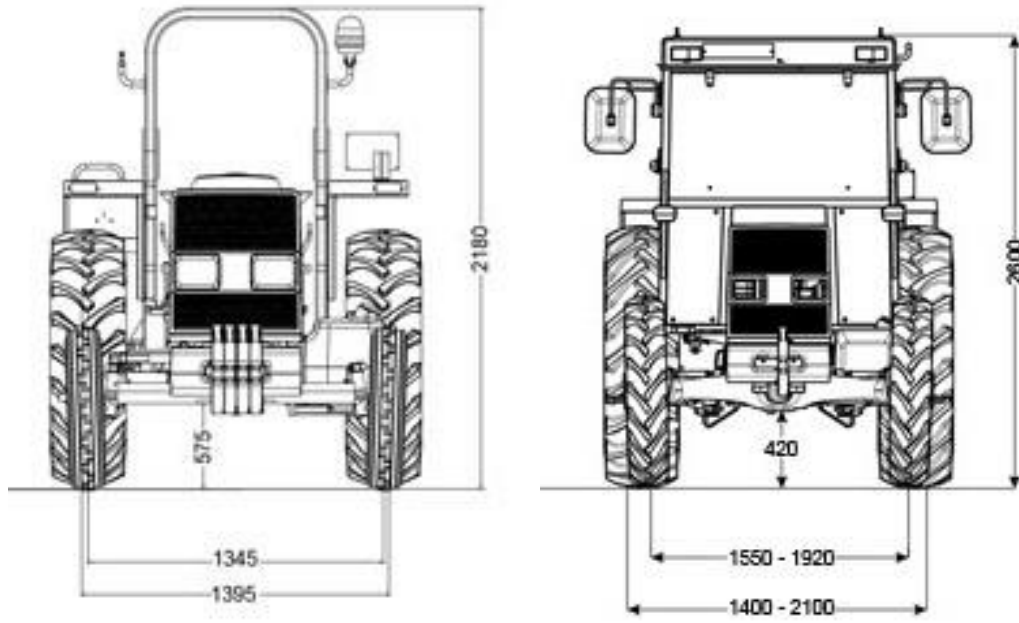
GŞ	7.0	9.8	13.1	16.1	19.0	21.8	22.7	20.6	17.0	11.6	8.0	6.1
U ₂ (m.s ⁻¹)	1.1	1.3	1.6	1.7	1.4	1.3	1.3	1.2	1.1	1.0	1.0	1.1
Yağış (mm)	35.2	36.5	41.8	52.1	51.8	39.5	10.5	8.8	15.0	28.0	32.4	37.4
ET _o (mm/gün)	0.8	1.1	2.0	3.1	3.9	4.5	5.1	4.7	3.5	2.3	1.3	0.8
ET _o (mm/ay)	24	31	62	92	119	137	158	147	107	70	40	26

RH: Bağıl Nem, GS: Güneşlenme Süresi, GŞ: Güneşlenme Şiddeti (MJ/m².gün), U₂: 2 m Yük. Rüzgar Hızı, ET_o: Referans evapotranspirasyon.

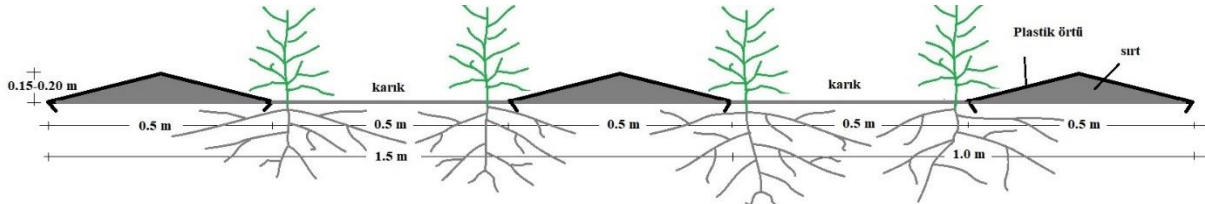


Şekil 1. Denemede kullanılan Develi popülasyonu çerezlik kabak ve Azkan çeşidi nohut bitkilerinden görüntüler

Şekil 2’de ülkemizde yaygın olarak kullanılan bazı traktörlerin teker izi genişlikleri gösterilmiştir. Lastik kalınlıklarına göre ve traktörün büyüklüğüne göre bunlar değişebildiği gibi bazı özel amaçlar için kullanılan traktörlerde ek parçalar kullanılarak birtakım ayarlamalar yapılmaktadır. Lastik genişliği 38-40 cm olarak dikkate alındığında traktörlerin arka tekerlekleri iç kısmında kalan ve traktör tekerlerinin basmadığı bu açıklık, traktörlere göre değişmektedir. Şekil 5’te gösterilen çizimlerde bu açıklık yaklaşık 130-200 cm arasında değişmektedir. Traktör iz genişlikleri dikkate alınarak çeşitli boyutlarda plastik örtülü sırt ve karık genişliklerine sahip SKMYH sistemleri önerilebilir. Kayseri’de yaptığımız ön çalışmalar dikkate alındığında hem bitki münavebesine hem de traktör iz genişliklerine uygun olabilecek şekilde 50 cm örtülü sırt ve 50 cm karık alanı olan SKMYH tekniği öne çıkmaktadır. Bu şekilde bir yandan kuru ve sululu tarım şartlarında gerekli yeteri sayıda bitki yoğunluğu sağlanabilirken diğer yandan ekim ve çapalama vs. işlemler için traktör geçişine izin verecek yeteri kadar alan bırakılmaktadır. Genişliği 50 şer cm iki örtülü sırt ve bu sırtlar arasında 50 cm karık, toplamda 150 cm olup Şekil 2’de sağ tarafta kalan traktör iz genişliklerine uymaktadır. Tasarlanan plastik örtülü sırt ve karıklardan oluşan mikro havza yağmur suyu hasat sistemi Şekil 3’te gösterilmiştir.



Şekil 2. Yaygın olarak kullanılan bazı traktörlerin iz genişlikleri



Şekil 3 Çerezlik kabak ve nohut ekim nöbeti sistemi için makinalı tarıma uygun şekilde tasarlanmış plastik örtülü-sırt ve karıklardan oluşan mikro havza yağmur suyu hasat sistemi (SKMYH) en kesiti

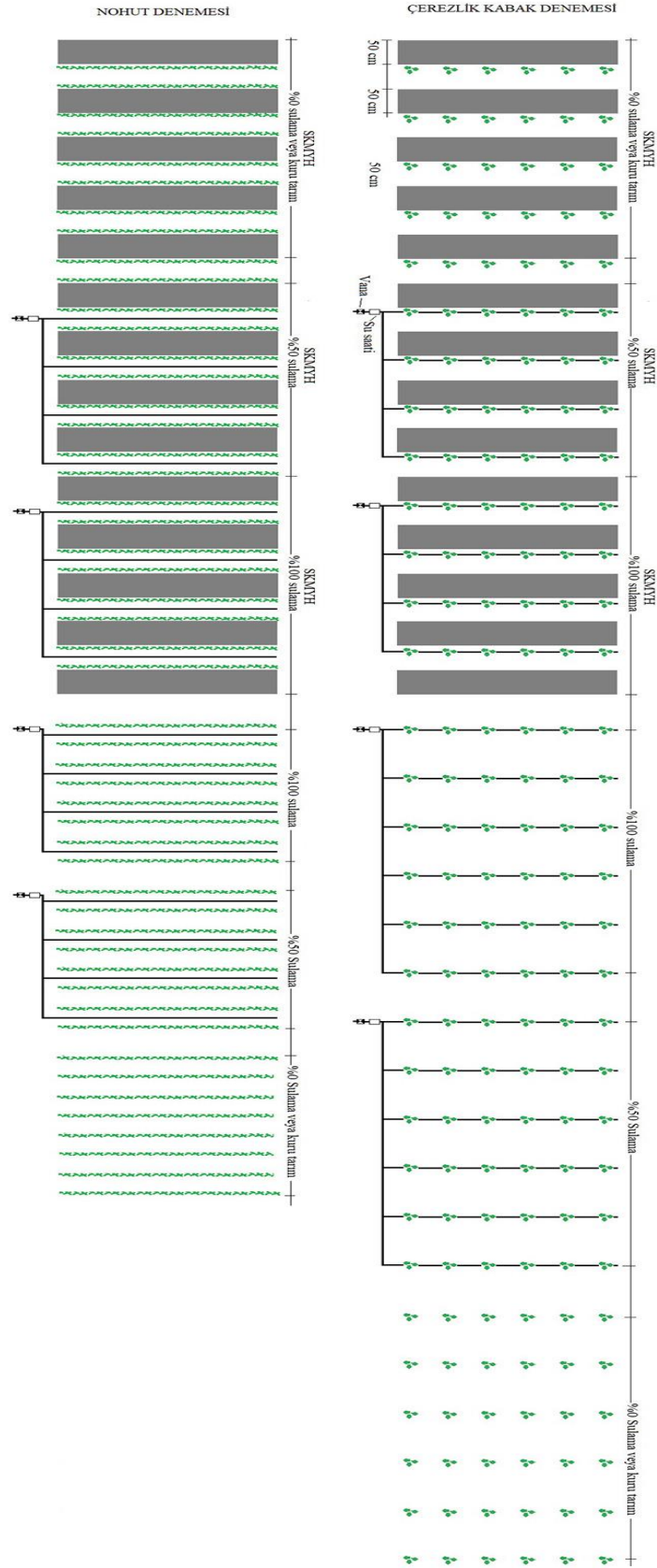
Deneme için tasarlanan SKMYH sisteminde tarlada traktör bir önceki geçişte bıraktığı kendi izinden ilerlerken aynı zamanda 50 cm genişliğinde 2 örtülü sırt oluşturması ve aralarında 50 cm genişliğinde karık bırakması planlanmıştır. Sırt-karık sistemi oluşturulduktan sonra veya eş zamanlı şekilde kombine makinelerle ekim ve ilaçlama işlemleri karıklardaki teker izleri takip edilerek yapılabilir ve hemen bitki çıkışılarından sonra çapalama işlemleri gerçekleştirilebilir.

Denemede ekim nöbeti, EN₁: nohut-çerezlik kabak ve EN₂: çerezlik kabak-nohut şeklinde planlanmıştır. Her bir ekim nöbeti ayrı bir deneme şeklinde kurulmuş ve her bir deneme altında 1) geleneksel tarım (GT) ve plastik örtülü-sırt ve karık mikro havza yağmur suyu hasat (SKMYH) konusu bulunmaktadır. Bu konular altındaki parseller de ise kuru tarım (I₀), %50 sulama (I₅₀) ve tam sulama (I₁₀₀) konuları yer almıştır. Tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme deseninde yürütülen çalışmada her konu 3 kez tekrarlanmıştır (Şekil 4). Her bir tekerrür altında SKMYH tekniğinde 5 sırt ve 4 karık yer alırken geleneksel kuru ve sulu tarım konularında ise 6 bitki sırası yer almıştır. Tablo 2'de tüm deneme konuları ve kullanılan simgeler özetlenmiştir. Tüm ölçüm ve değerlendirmelerde dışarıda kalan 2 sıra kenar tesiri

olarak dikkate alınmıştır. Sonraki sene çerezlik kabak yerine nohut ve nohut yerine çerezlik kabak ekimleri gerçekleştirilmiştir. Toprakta kalan nemin özellikle sonraki sene su stresi konularını (I_0 ve I_{50}) etkilememesi için sulama uygulamalarının yerleri sabit tutulmuştur.

Tablo 2. Çerezlik Kabak ve Nohut Bitkileri Ekim Nöbetine Göre Geleneksel Tarım ve Plastik Örtülü-Sırt ve Karık Mikro Havza Yağmursuyu Hasadı Uygulamaları Altında Sulama Uygulamaları Konuları

Konu No	Ekim nöbeti Ana Konuları	Simgesi	Alt konular	Alt alt konular	Simgesi
1	Nohut- çerezlik kabak,	EN ₁	Geleneksel tarım	Kuru tarım konusu	GTI ₀
2		EN ₁	Geleneksel tarım	%50 kısıtlı sulama	GTI ₅₀
3		EN ₁	Geleneksel tarım	%100 tam sulama	GTI ₁₀₀
4		EN ₁	SKMYH tekniği	Kuru tarım konusu	SHI ₀
5		EN ₁	SKMYH tekniği	%50 kısıtlı sulama	SHI ₅₀
6		EN ₁	SKMYH tekniği	%100 tam sulama	SHI ₁₀₀
7	Çerezlik kabak-nohut	EN ₂	Geleneksel tarım	Kuru tarım konusu	GTI ₀
8		EN ₂	Geleneksel tarım	%50 kısıtlı sulama	GTI ₅₀
9		EN ₂	Geleneksel tarım	%100 tam sulama	GTI ₁₀₀
10		EN ₂	SKMYH tekniği	Kuru tarım konusu	SHI ₀
11		EN ₂	SKMYH tekniği	%50 kısıtlı sulama	SHI ₅₀
12		EN ₂	SKMYH tekniği	%100 tam sulama	SHI ₁₀₀



Şekil 4. Şekil 4. Makineli tarıma uygun plastik örtülü-sırt ve karık mikro havza yağmursuyu hasadı konuları ve klasik kuru tarım konuları deneme deseni

SKMYH tekniğinde 50 cm genişliğindeki karıklarda nohut çift sıra ekilirken çerezlik kabak tek sıra ekilmiştir. Karıklarda nohut sıraları arası 40 cm ve komşu karıklardaki sıralar arasında ise 60 cm'dir. Bu şekilde her bir nohut sırasına ortalama 50 cm genişliğinde bir alan düşmektedir. Geleneksel kuru tarım ve damla sulama konularında buna uygun şekilde sıra arası 50 cm olacak şekilde ekim yapılmıştır (Şekil 4). Nohut için tüm konularda sıra üstü mesafe 5 cm alınmıştır (Ünlükara ve ark., 2018; Ünlükara ve Katırcı 2018). Çerezlik kabak bitkisi ise karıklara tek sıra şeklinde sıra üstüne 1'er m arayla ekilmiştir. Bu şekilde Ünlükara ve ark. (2016) tarafından önerildiği gibi her bir kabak bitkisi için kuru tarım konularında 1 m² alan bırakılmıştır. Sulu tarım konularında ise kabak bitkileri sıra üstünde 0.6 m olacak şekilde ekilmiştir (Kırnak ve ark., 2016; Sekendur 2017; Bakır 2017; Dumanlar 2019). Denemede çerçevesi olarak adlandırılan Develi popülasyonu (*Cucurbita pepo* L.) ve Azkan nohut çeşidi (*Cicer arietinum* L kullanılmıştır. Tüm parsellerde parsel boyu 10 m'dir (Şekil 5).



Şekil 5. Denemede plastik örtülü-sırt ve karık mikro havza su hasadı sistemi ile geleneksel tarım konularında nohut ekimi

Denemede 0.1 mm kalınlığında ve 70 cm genişliğinde morötesi katkı maddeli siyah polietilen örtüler kullanılmıştır. Örtünün 3 yıl kullanılabileceği belirtilmiştir. Ancak bu örtülerin 4 yıl kullanılabileceği gözlenmiştir. İsteğe uygun şekilde üretilen polietilen plastik örtünün 5-6 cm kadar kısmı sırtların altına gelecek şekilde gömülmüş ve rüzgara karşı sabitlenmiştir (Şekil 3). Alanda daha önce yapılan ölçümler ve gözlemler ile arazi eğimi ve tesviye eğrili haritası çizilmiştir. SKMYH sisteminde sırtlar tesviye eğrilerine paralel olacak şekilde hazırlanmıştır. Tesviye eğrileri yönünde eğimin sıfır olması nedeniyle plastik örtülü sırtlardan hasat edilen yağış sularının karıklar boyunca yüzey akışıyla uzaklaşmasının önüne geçilmeye çalışılmıştır (Şekil 6).



Şekil 6. Sırtların oluşturulması ve sırtların plastik örtüyle kapatılması

Sırt ve karık sistemlerinin oluşturulmasının ardından Kayseri’de çerezlik kabak ekim tarihi olan 1 Mayısın hemen öncesinde bitki ekim sırası üzerine 15×15×15 süper kompoze gübreden 12 kg/da N:P:K gelecek şekilde hesaplanan gübre miktarı uygulandıktan sonra çapa yapılarak toprağa karıştırılmıştır. Çerezlik kabağın tüm gübre ihtiyacının ekimde verilmesinin daha etkili olmasından dolayı (Dumanlar, 2019) gübrenin tamamı hemen ekim öncesi uygulanmıştır. Nisan ayının ilk haftasında ekimi yapılan olan nohut için hemen ekim öncesi dekara 8 kg N:P:K gelecek şekilde 15×15×15 süper kompoze gübre tek seferde uygulanmış ve çapa ile toprağa karıştırılmıştır. Nohutlarda ekim sonrası toprak yüzeyine herbisit uygulanmıştır. Hem nohut ve hem de çerezlik kabakta bitki zararlılarına ve antraknoza (*Ascochyta rabiei*) karşı ilaçlama yapılmıştır. Çerezlik kabak için henüz bir herbisit bulunmadığı için otla mücadelede el çapası ve motorlu el çapası kullanılmıştır.

Deneme başından sonuna kadar deneme konularında toprak nemi Biyosistem Mühendisliği Bölümünde bulunan 503 Dr Hydroprobe marka nötron metre ile takip edilmesi planlanmasına karşılık bu cihazın arızalanması sonucu gravimetrik nem takibi yapılmıştır. Etkili kök derinliği 60 cm olarak dikkate alınan çerezlik kabakta (Allen et al., 1998; Kırnak et al. 2016a, b) ve etkili kök derinliği yine 60 cm olarak dikkate alınan nohutta (Allen et al., 1988) sulama öncesi toprak profilinde 0-30 ve 30-60 cm derinliklerinden oluklu burgu ile toprak örneği alınmış ve nem tayini yapılmıştır. Deneme başında ve sonunda ise 60-90 cm derinliklerde de toprak nem içeriği belirlenmiştir.

Başta yağışlar olmak üzere, hava sıcaklığı, bağıl nemi, rüzgâr hızı ve solar radyasyon verileri, deneme alanında kurulu olan ve otomatik olarak kayıt yapan meteoroloji istasyonundan elde edilmiştir. Atmosferin bitki üzerinde oluşturduğu buharlaştırma talebi veya referans evapotranspirasyon (ET_0), Allen et al. (1998) tarafından verilen FAO-56 Penman-Monteith yöntemine göre hesaplanmıştır:

$$ET_0 = \frac{0.408\Delta(R_n - G) + \gamma \frac{900}{T + 273} u_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma (1 + 0.34 u_2)}$$

Eşitlikte; ET_0 referans bitki evapotranspirasyonu (mm/gün), Δ doygun buhar basıncı eğrisinin T sıcaklığındaki eğimi (kPa/°C), referans bitki yüzeyinde net solar radyasyon (MJ/m².gün), γ psikrometrik sabit (kPa/°C), T ortalama hava sıcaklığı (°C), u_2 2 m yükseklikte ortalama rüzgar hızı (m/s), e_s havanın doygun buhar basıncı (kPa), e_a havanın güncel buhar basıncı (kPa), $e_s - e_a$ hava nem açığıdır (kPa). ET_0 , bitki su tüketimi üzerine etkili tüm hava faktörlerini içerdği için havanın evapotranspirasyon talebi olarak dikkate alınmaktadır. Diğer toprak ve bitki faktörleri sabit kabul edildiğinde ET_0 değeri yüksek dönemlerde bitki su tüketimi de yüksek olacaktır. Tek tek güneş radyasyonu, sıcaklık, rüzgar hızı ve hava neminin etkilerini incelemek yerine ET_0 , tüm bu faktörlerin ortaklaşa etkisini yansıtmaktadır. Bu nedenle uzun yıllara göre deneme yılları havasının evapotranspirasyon talebi karşılaştırılması ET_0 değerlerine dayalı olarak yapılmıştır.

Bitki su tüketimi, su bütçesi yöntemine göre aşağıdaki eşitlik ile belirlenecektir (James, 1988; Wang et al., 2009):

$$ET = P + I \pm \Delta S - d_p$$

Eşitlikte; ET bitki su tüketimi (mm), P etkili yağış, I uygulanan sulama suyu (mm), ΔS 90 cm bitki kök bölgesinde ekim ile hasat arası toprak nem değişikliği (mm) ve d_p derine sızmadır (mm). Etkili yağışın hesaplanmasında USDA S. C. metodu kullanılacak ve bu amaçla Cropwat 8.0 programından yararlanılacaktır. Su hasadı konularında plastik sırtlar üzerine düşen yağışın yüzey akışa geçmesi için gerekli eşik yağış değeri 0.8 mm (Li et al. 2000) ve yüzey akış etkinliği ise Li et al. (2000) tarafından %87 ve Wang et al. (2008) %91.1-94.3 arası önerilmiştir. Yıldırım et al. (2022) ise örtülü sırt oranına bağlı olarak plastik örtülü sırt-karık mikro havza yağmur suyu hasat tekniği için örtülü sırtlardan yüzey akış oranı ve yüzey akışın başladığı eşik değerini tahmin eden bir model önermiştir. Bu yaklaşımlar dikkate alınarak SKMYH sisteminde eşik yağış değerleri ve yüzey akış incelenmiştir. Deneme boyunca yağışların hafif olması, sulamaların 60 cm etkili kök derinliğine göre ölçülü şekilde yapılması ve bitki su tüketiminde 60-90 cm arası toprak tabakasının da dikkate alınması nedeniyle derine sızmalar ihmal edilmiştir.

Damla sulama sistemiyle sulanacak olan geleneksel tarım ve SKMYH tekniğinde I_{100} ve I_{50} konularına uygulanan su miktarının belirlenmesinde toprak nem değerlerinden yararlanılmıştır. I_{100} konularına uygulanan su miktarı aşağıdaki eşitlik ile hesaplanmıştır:

$$V_I = \frac{(P_{vtk} - P_v) \cdot D}{100} \cdot p_w \cdot A$$

Eşitlikte; V_I sulama parsellerine uygulanan sulama suyu hacmi (Litre), P_{vtk} tarla kapasitesi hacimsel nem yüzdesi (%), P_v sulama öncesi toprak hacimsel nem yüzdesi (%), D etkili bitki kök derinliği (600 mm), p_w damla sulamayla ıslatılan toprak oranı, A ise parsel alanıdır (m^2). I_{100} konusuna uygulanan su hacminin yarısı I_{50} konusuna uygulanmıştır.

Hesaplanan sulama suyu miktarlarının parsellere uygulanmasında hem damlatıcı basınç-debi ilişkisi hem de su sayaçlarıyla ölçüm yapılacaktır. Üretici firma kataloğunda verilen basınç debi verilerinden $q = K_d \times H^x$ ilişkisindeki x kuvveti ve sistem basınç yüküne göre damlatıcı debisi saptanmış ve sulama süresi hesaplanmıştır. Aynı zamanda Keller ve Bliesner (1990)'da verilen yöntemler dikkate alınarak debi-basınç ilişkisi kontrol edilmiştir. Manifold boru girişlerine küresel vana ve su sayacından sonra monte edilen manometrelerden sistem basıncı kontrol edilerek sabit basınçta sistem çalıştırılmıştır.

Toprak su bütçesi methoduyla hesaplanan bitki su tüketimi ve kenar tesiri dikkate alınarak parsellerden elde edilen çerezlik kabak tohum verimi ve nohut tane verimleri verileri ile hem SKMYH tekniği ve hem de geleneksel tarım şartları için verim tepki faktörü (k_y) hesaplanmıştır (Doorenbos ve Kassam, 1986):

$$\frac{Y_m - Y_a}{Y_m} = k_y \cdot \frac{ET_m - ET_a}{ET_m}$$

Eşitlikte; k_y verim tepki faktörü, Y_m su stresine maruz olmayan parsellerden elde edilen verim (kg/ha), Y_a su stresine maruz parsellerden elde edilen verim (kg/ha), ET_m su stresine maruz kalmayan parsellerde belirlenen bitki su tüketimi (mm) ve ET_a su stresine maruz parsellerdeki bitki su tüketimi (mm). Oransal bitki su tüketimi verilerine karşılık gelen oransal verim verileri regresyon ilişkisinden verim tepki faktörleri elde edilmiştir.

Howell ve ark. (1992) tarafından verilen aşağıdaki eşitlikler yoluyla sulama suyu kullanım etkinliği (**IWUE**; kg/m^3) ve su kullanım etkinliği (**WUE**; kg/m^3) hesaplanmıştır:

$$IWUE = \frac{Y_a}{V_I}; \quad WUE = \frac{Y_a}{ET_a}$$

Eşitlikte; Y_a her bir konudan elde edilen çerezlik kabak veya nohut tohum verimi (kg/ha), V_I konulara uygulanan sulama suyu hacmi (m^3) ve ET_a her bir konuda tüketilen su miktarı (m^3/ha).

Bitki örtüsü özelliklerinin tanımlanmasında pek çok sayıda spektral vejetasyon indisleri geliştirilmiştir. El tipi spektrometre kullanılarak farklı dalga boyundaki spektral yansımalar, havanın tamamen açık olduğu veya bulutların güneşi engellemediği koşullarda ölçülmüştür. Yaygın olarak kullanılan spektral vejetasyon indisleri ve bunların hesaplama yöntemleri Tablo

3'te verilmiştir. Eşitliklerde R430, R480, R550, R680, R670, R700, R800 ve R970 yansıma oranları sırasıyla 430, 480, 550, 670, 680, 700, 800 ve 970 nm dalga boylarında ölçülen spektral yansıma oranlarını göstermektedir. Bitkilerin yansıma oranları haftada 2 kere havanın bulutsuz ve güneş açısının 45 derece olduğu saatlerde el tipi spektrometre kullanılarak yapılmaya çalışılmıştır.

Bitki su stres indeksini (CWSI) saptayabilmek için öğle vakti civarında Testo 872 model kızılötesi termal kamera ile görüntü alınmıştır. Termal kamera yazılımı yardımıyla bilgisayar ortamına aktarılan görüntülerden bitki yüzeylerine gelen piksellerin ortalamasından bitki ortalama taç sıcaklığı elde edilmiştir. Ölçüm yapılan termal kamera verileri ile bitki taç sıcaklığı ve hava sıcaklığı farkı ($T_c - T_a$) bulunmuş ve hem meteoroloji istasyonu hem de psikrometre nem ölçüm değerleri kullanılarak atmosferin buhar basıncı açığı ($v_{pd} = e_s - e_a$) saptandıktan sonra her bir konu için CWSI değeri, aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanmıştır (Idso et al., 1981; Erdem et al., 2005; Köksal ve ark., 2010; Köksal ve Yıldırım, 2011; Köksal, 2007; Sezen et al., 2014; Ödemis, B., Bastug, R., 1996):

$$CWSI = \frac{[(T_c - T_a) - (T_c - T_a)_{LL}]}{[(T_c - T_a)_{UL} - (T_c - T_a)_{LL}]}$$

Eşitlikte T_c bitki kanopi sıcaklığı ($^{\circ}C$), T_a hava sıcaklığı ($^{\circ}C$), $(T_c - T_a)_{LL}$ alt baz veya su stresi yaşanmadığı koşulda bitki taç ve hava sıcaklığı farkı ($^{\circ}C$), $(T_c - T_a)_{UL}$ ise üst baz veya sulanmayan konularda bitki kanopi ve hava sıcaklığı farkını göstermektedir. Atmosferin buhar basıncı açığı Allen et al. (1998) tarafından önerilen yöntemlere göre hesaplanmıştır.

Tablo 3. Spektral vejetasyon indisleri □ Spektral vejetasyon indisleri (VI-Vejetasyon indisi; EVI-Geliştirilmiş vejetasyon indisi; NPCI-Normalize edilmiş pigment klorofil indisi; GNDVI-Yeşil için Normalize edilmiş vejetatif değişim indisi; NDVI-Normalize edilmiş

Spektral vejetasyon indisleri	Kullanılan eşitlik	Kaynak
NDVI (Normalize edilmiş vejetatif değişim indisi)	$NDVI = \frac{R800 - R680}{R800 + R680}$	Penuelas ve ark.(1997)
SAVI (Toprak yansımalarını dikkate alan indisi)	$SAVI = \frac{(1 + 0.5)(R800 - R680)}{(R800 + R680 + L)}$	Heute (1988)
SR (Basit oran indisi)	$SR = \frac{R900}{R680}$	Aparicio ve ark. (2000)
WI (Su indisi)	$WI = \frac{R900}{R970}$	Penuelas ve ark. (1997)
EVI (Geliştirilmiş vejetasyon indisi)	$EVI = 2.5 \times \frac{R800 - R680}{R800 + 6 \times R680 - 7.5 \times R480 + 1}$	Liu ve Huete (1995)
OSAVI (Optimize edilmiş toprak yansımalarını dikkate alan indisi)	$OSAVI = \frac{(1 + 0.16)(R800 - R680)}{(R800 + R680 + 0.16)}$	Rondeaux ve ark., (1996)

MCARI (Modifiye edilmiş yansıma oranında klorofil absorpsiyon indisi)	$MCARI = \left[(R700 - R670) - 0.2 \times (R700 - R550) \frac{R700}{R670} \right]$	Daughtry ve ark., (2000)
GNDVI (Yeşil için Normalize edilmiş vejetatif değişim indisi)	$GNDVI = \frac{R800 - R550}{R800 + R550}$	Gitelson ve ark. (1996)
NPCI (Normalize edilmiş pigment klorofil indisi)	$NPCI = \frac{R680 - R430}{R680 + R430}$	Penuelas ve ark. (1994)

Kabak bitkisi yeterli nem şartlarında öğle vakti yaprak turgorunu kaybetmeden faaliyetlerini yürütürken toprakta nem yeteri kadar azaldığında bu sefer öğlen vaktinde yaprak turgorunu kaybetmektedir. Daha sonra akşama doğru tekrar yaprak turgorunu kazanmaktadır. Su azalırken ve su stresi artarken turgorunu kaybetme süresi de uzamaktadır. Bu şekilde aylarca kabak bitkisi yaşamını sürdürebilmekte ve verim verebilmektedir. Bitkinin bu şartlar altında stoma direncindeki günlük ve dönemsel değişimleri belirleyebilmek için SC-1 marka porometre vasıtasıyla ölçüm yapılmıştır. Ancak stoma direnci ölçer probunun yaprak kenarlarından ve damarlarından uzakta ölçüm alabilmesinden ve nohut bitkisi yapraklarının dar olmasından dolayı nohut yapraklarında stoma direnci ölçümleri yapılamamıştır. Ölçümlerde her konuda en az 3 bitki kullanılmış ve bunların ortalamaları dikkate alınmıştır.

Bitki gelişimini ortaya koyabilmek için bitki gelişme dönemi boyunca bitki boyları ölçülmüş, hasatta toplam kuru biyokütle saptanmıştır. Kök morfolojik gelişiminin en yüksek olduğu çiçeklenme döneminde SKMYH tekniğinde örtülü sıralardan ve karıklardan 0-30, 30-60 ve 60-90 cm derinliklerden bitkiye ait taze köklerinin bulunduğu toprak-kök karışımı örnekleri burgu ile alınmıştır. Laboratuvarında, 0-30, 30-60 ve 60-90 cm lik derinlikten elde edilen örnekler ayrı ayrı 8 L lik bir plastik kovaya konup, içi suyla doldurulduktan sonra kova elle karıştırılıp 1 mm lik bir elekten geçirilerek yavaşça boşaltılmıştır. Bu işleme kovada hiç kök kalmayınca kadar devam edilmiştir. Ayrıca köklerin akan su ile kayıplarını engellemek için çeşmenin en altına 1 mm lik geniş bir elek daha yerleştirilmiştir. Tüm bu işlemler bitip her bir derinliğe ait bitki kökleri elde edildiğinde kökler üzerinde bitki kök derinliği, bitki kök uzunluğu, bitki kök yoğunluğu, bitki kök çapı ve hacmi ölçülmüştür.

Farklı bitki türlerinin (nohut ve kabak) toprağın hangi derinliğine kadar kök yapabildiği, yıkanarak elde edilen kök örneklerinden ve onların ait olduğu toprak derinliğinden belirlenmiştir. Her biri ayrı ayrı olarak 0-30, 30-60 ve 60-90 cm toprak derinliğinden elde edilen yıkanmış köklerin tamamı makasla 1 cm lik küçük parçalar şeklinde kesilmiştir. Eğer kökün miktarı çok fazla değilse, bu kesilen küçük parçaların tamamı bilgisayara bağlı özel bir kök tarayıcısı (Epson Expression 11000XL) tepsisine alınmış, tepsinin içerisi su doldurulmuş ve köklerin homojen bir şekilde yayılımı sağlanmıştır. Daha sonra tarayıcının kapağı kapatılıp özel bir program aracılığıyla (Win/Mac RHIZO Pro V. 2002c Regent Instruments Inc. Canada)

taranarak tüm kök morfolojik parametreler dijital bir görüntü üzerinden hesaplanmıştır. Köklerin tamamı analiz edildikten sonra değerler toplanarak bitkinin 0-90 cm toprak derinliğindeki toplam kök uzunluğu (Km) hesaplanmıştır. Daha sonra bu toplam değer, örnek alma aparatının sahip olduğu kesit alanına bölünerek bitki kök uzunluğu (Km m^{-2}) hesaplanmıştır. Azot alım etkinliğinde rol oynayan en önemli kök morfolojik parametrelerden birisi olan kök yoğunluğu, aynı zamanda bitkinin birim toprak hacmine düşen kök uzunluğu (cm cm^{-2}) olarak da ifade edilir. *WinRhizo Regular LA2400* (Regent Instruments) özel program tarafından ölçülmüş olan her bir 30 cm'lik derinliğe ait toplam bitki kök uzunluğu yine aynı uzunluktaki örnekleme yapılmış örnek alma borusunun iç hacmine bölünerek hesaplanmıştır. Her bir 30 cm'lik derinliğe ait kök örnekleri özel tarayıcı ile tarandıktan sonra kaydedilen dijital görüntü üzerinde *WinRhizo Regular LA2400* (Regent Instruments) özel program vasıtasıyla köklerin ortalama çapları ve kök hacmi hesaplanmıştır. Daha sonra her toprak derinliğine ait ortalama kök çapı ve hacmi belirlenmiştir.

Hasatta her konuda yer alan 4 sıra bitkiden ortada kalan 2 sıra ve bu iki sırada ilk baştaki ve en sondaki bitkiler dışında arada kalan bitkiler değerlendirilmiştir. Değerlendirmede çerezlik kabak için bitki sayısı, bitki başına meyve sayısı, ortalama meyve ağırlığı, meyve boyu ve meyve çapı, meyve verimi, brüt kuru tohum verimi, net kuru tohum verimi, fire oranı, bin tane ağırlığı belirlenmiştir (Sekendur, 2017). Nohut için yine kenar tesirleri dikkate alınarak parsel ortasında kalan sıralardan örnekleme yapılmıştır. Birim sıra uzunluğunda bulunan ortalama bitki sayısı, toprak kuru biyokütlesi ve tohum verimi saptanmıştır. En az 10 bitkide bitki boyu, sap çapı, bakla sayısı, tohum sayısı ve 1000 tane ağırlığı elde edilmiştir.

Elde edilen ürünlerin kalite özelliklerindeki farklılığı ortaya koyabilmek için aşağıya sıralanan analizler yapılmıştır. Havada kurutma işleminden sonra toplam nem tayini etüvde kurutma yöntemiyle yapılmıştır. 60°C sıcaklıkta sabit ağırlığa gelene kadar örnekler kurutulmuş ve nem yüzdeleri belirlenmiştir. Nem tayininin ardından protein, yağ, kül ve ham lif tayini aşağıya sıralanan metotlara göre gerçekleştirilmiştir.

Kül tayini için kurutucuda soğutulmuş örneklerden $3-5 \pm 0.0001$ g arasında porselen kroze içerisinde tartılacak 575-590 ° de kül fırını içine yerleştirilmiş, açık gri kül elde edilinceye veya sabit ağırlığa kadar yakılmış ve kalan kül, tartılan madde ile oranlanarak %kül oranı hesaplanmıştır.

Yağ tayini için sokselet metodu kullanılacak fırında daha önce 95-100 ° C'de kurutulmuş olan numuneden 2-5 g tartılarak ekstraktöre aktarılmış ve petrol eteri ile 4 saat boyunca ekstre edilmiştir. Sistemde toplanan çözgen +yağ karışımından çözgen etüvde uzaklaştırılarak ham yağ elde edilmiş ve oransal olarak miktarı hesaplanmıştır.

Protein tayini için Kjeldahl metodu kullanılmış, 1.0 g ince öğütülmüş 25 ml konsantre H_2SO_4 ile yakıldıktan sonra 50 ml borik asit-metil red metilen mavisi indikatör çözeltisi eklenmiştir. Örnekler distilasyon düzeneğine yerleştirilerek, 50 ml konsantre NaOH ile distile edilmiştir. 0.1 N H_2SO_4 ile distilatı titre edildikten sonra toplam azot miktarı kör numuneye karşı hesaplanmıştır. Ardından uygun faktörler ile çarpılarak ham protein oranı belirlenmiştir (AACC, 2000).

Ham lif tayini için yağı alınan örneklerden 3 g tartılmış ve beherlere konulmasından sonra üzerlerine 50 ml %5'lik H_2SO_4 ve 150 ml su ilave edilmiştir. İçerisinde bulunan suyun uzaklaşmaması için örneklerin ağzı iyice kapatılmış ve 30 dk boyunca bir manyetik karıştırıcı yardımıyla karıştırılmıştır. Sürenin sonunda örnekler bir filtre kâğıdından süzölmüş ve asit etkisini kaybedene kadar sıcak suyla yıkanmıştır. Kâğıdın üzerinde kalan örneğin üzerine 50 ml %5'lik NaOH ilave edildikten sonra tekrar 30 dk boyunca karıştırılmış ve bazın etkisini kaybetmesi için sıcak suyla iyice yıkanmıştır. Filtrenin üstünde kalan kısım darası önceden alınmış bir filtre kâğıdının üzerine bırakılarak önce saf suyla ardından %95'lik etanolle yıkanmış ve etüvde 105°C'de kurutulmuştur (Elgün 1999).

Toplam karbonhidrat içeriği toplam kuru maddeden ham protein, ham yağ, kül ve ham lif çıkarılarak hesaplanmıştır. Örneklerin fitik asit içerikleri, iyon değişimi ile saflaştırma aşamasına ihtiyaç duymadan, Megazyme fitik asit kiti (K-PHYT, Megazyme International Ltd, Wicklow, Ireland) yardımıyla belirlenmiştir. IP6, fitaz ve fosfataz işlemleriyle salınan toplam fosfor ve miyo-inositol fosfat formlarından belirlenmiş ve sonuçlar, g /100 g olarak ifade edilmiştir.

Yalnızca nohut için pepsin protein sindirilebilirliği, Aboubacar vd. (2001) ve Nunes vd. (2004) tarafından belirtilmiş olan yöntemlere göre belirlenmiştir. Numuneler (200 mg) erlenlere yerleştirilmiş ve 35 ml porsin pepsin çözeltisi (1.5 g / L pepsin içeren 0.1 M KH_2PO_4 tamponu, pH 2.0) ilave edilmiştir. Örnekler 2 saat boyunca 37° C'de çalkalanarak su banyosunda inkübe edilmesinden sonra 2 ml 2N NaOH ilavesiyle sindirim sonlandırılmıştır. Numuneler daha sonra 4900g'de ve +4 ° C'de 20 dakika boyunca santrifüjlenmiş ve süpernatant çıkarılmıştır. Elde edilen kalıntı iki kez 20 ml tamponda (0.1 M KH_2PO_4 , pH 7.0) yıkanmasının ardından tekrar santrifüjlenmiştir. Sindirilen azot (N), bir azot analiz cihazı ile hesaplanmıştır.

Yine nohut örneklerinde toplam nişasta analizleri için Megazyme (Megazyme International Ltd, Wicklow, Ireland) toplam nişasta analiz kiti (AA / AMG K-TSTA-100A) kullanılmıştır. Yöntem, termostabil alfa amilaz ile amiloglukozidaz enzimleri ile sindirim sonrası toplam glukozu ölçmekte ve temel olarak AOAC (Method 996.11), AACC (Method 76.13) metotlarını kullanmaktadır.

AOAC 2002.02 Metodu ve AACC 32-40 esas alınarak geliştirilen Megazyme Sindirilebilir ve Dirençli Nişasta Testi (K-DSTRS 02/19, Megazyme International Ltd, Wicklow, Ireland) kiti kullanılarak belirlenmiştir. Sindirilebilir ve Dayanıklı Nişasta Testi Kiti (K-DSTRS) yöntemi, bazı modifikasyonlarla Englyst ve ark. (1992) araştırmasına dayanmaktadır. Sindirim doygun seviyelerde pankreas a-amilaz (PAA) ve amyloglucosidase (AMG) kullanılarak, numunenin çıkarılmasını kolaylaştırmak için çalkalanmış tüpler yerine karıştırma kaplarında gerçekleştirilmiştir.

Nişastanın amiloz ve amilopektin fraksiyonlarının belirlenmesinde Megazyme (Megazyme International Ltd, Wicklow, Ireland) amiloz / amilopektin tahlil kiti (K-AMYL 06/18) kullanılmıştır. Usul amilozdaki glikoz birimlerini, amilopektinin çökeltmesiyle aynı numuneyi kullanarak nişastadaki glikoz birimlerine ilişkindir ve Yun and Matheson (1990) metot temel alınarak oluşturulmuştur. Amiloz içerikleri, toplam nişasta içindeki amiloz yüzdesi olarak sunulmuştur.

Yalnızca çerezlik kabakta hekzan ile özütlenen yağın yağ asidi bileşimini karakterize etmek, yağ asidi metil esterlerini çoğaltmak için bir metilasyon işlemi gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla, ekstre edilen yağ 3 mL n-heksan içinde çözülecek ve yağ numuneleri 2M KOH ile sabunlaştırılmıştır. Karışım bir vorteks kullanılarak kuvvetlice çalkalandıktan sonra 2.516 x g'de 5 dakika santrifüj edilmiştir. 1 mL süpernatant, gaz kromatografi (GC) viallerine aktarılmasının hemen ardından GC'ye enjekte edilmiştir. Enjeksiyon bloğu sıcaklığı 250 ° C'ye ayarlanarak fırın sıcaklığı 1 dakika boyunca 103°C'de tutulduktan sonra 6.5°C / dakika'da 103 ila 170°C, 12 dakika boyunca 170 ila 215°C ve 2.75°C / dakika ve son olarak 230°C'de 5 dakika olacak şekilde programlanmıştır. Helyum, 2 mL / dakika akış hızında taşıyıcı gaz olarak kullanılmıştır (Karaman vd. 2018).

Çerezlik kabak tohumları vitamin içeriği, içi özütlenen örneklerden hekzan ile ham yağ ayrılacak ve 10 ml çözügen (%0.5 izopropanollü hekzan) ile karıştırmıştır. Kromatografik ayırma, UV-vis detektör ile donatılmış HPLC kullanılarak yapılacak Enjeksiyon hacmi 20 µl ve akış oranı 1.0 ml/dak olarak ayarlanmıştır. Mobil faz olarak da n-hekzan içinde %0.5 izopropanol kullanılmış ve a, δ- ve γ-tokoferol tespiti için absorbans 295 nm'de ölçülmüştür (Beltran vd. 2005).

Araştırma sonucunda elde edilen tüm bulgulara SPSS programı kullanılarak istatistik analiz yapılmıştır. Bitki gelişimi, verim, verim özellikleri, bitki su tüketimi, su kullanım etkinliği sonuçlarına varyans analizi ve ardından Duncan çoklu karşılaştırma testi uygulanmıştır. Vejetasyon ve bitki stres indislerine ilişkin ilişkiler ve verim tepki faktörünün bulunmasında ise regresyon ve korelasyon analizleri gerçekleştirilmiştir.

4. Bulgular

4.1. Deneme Alanı Toprak Özellikleri

Nohut denemesi ve çerezlik kabak denemesi parsellerine ilişkin toprak analizi sonuçları Tablo 4 ve 5'te sunulmuştur. Tuzluluk bakımından sorunlu olmayan kumlu tınlı bünyeye sahip deneme alanı toprakları hafif alkali karakterde olup organik maddesi %1'in altındadır.

Tablo 4. Nohut denemesi parselleri bazı toprak özellikleri

		Kil	Silt	Kum		EC	Org.		Top.	
	Tekstür sınıfı		%		pH	dS/m	Mad. %	Kireç %	N kg/da	P ₂ O ₅ kg/da
0-30 cm	Tınlı kum	3.3	20.2	76.5	7.71	0.113	0.90	2.07	0.04	5.4
30-60 cm	Kumlu tın	20.0	16.0	64.0	8.09	0.152	0.77	3.66	0.04	1.62
60-90 cm	Kumlu tın	15.8	26.4	57.8	8.14	0.025	0.45	3.66	0.02	0.85

Tablo 5. Çerezlik kabak denemesi parselleri bazı toprak özellikleri

		Kil	Silt	Kum		EC	Org.		Top.	
	Tekstür sınıfı		%		pH	dS/m	Mad. %	Kireç %	N kg/da	P ₂ O ₅ kg/da
0-30 cm	Kumlu tın	17.9	16.0	66.1	7.95	0.157	0.64	3.18	0.032	10.54
30-60 cm	Kumlu tın	15.8	20.2	64.0	8.04	0.185	0.58	2.23	0.029	3.93
60-90 cm	Kumlu tın	13.7	22.3	64.0	8.07	0.022	0.96	3.50	0.048	0.77

4.2. Meteorolojik Veriler

Denemenin 1.yılı ve 2.yılında bitki gelişme dönemi boyunca kaydedilen meteorolojik veriler Tablo 3 ve 4'te ve uzun yıllar ortalamasına dayalı meteorolojik veriler Tablo 5'te verilmiştir. Meteorolojik veriler Meteoroloji Genel Müdürlüğü tarafından işletilen ve deneme alanında bulunan otomatik meteoroloji istasyonundan (İstasyon no: 19188) indirilmiştir. Bitki gelişme dönemi boyunca sıcaklıklar ortalama olarak 4.3°C ile 32.4 °C arasında, bağıl nem %21.9 ile %82.0, rüzgar hızı 1.4 m/s ile 1.7 m/s, güneşlenme süresi 7.47 saat/gün ile 11.58 saat/gün arasında değişim göstermiştir.

Tablo 6. 2020 yılı bitki gelişme dönemi boyunca meteorolojik veriler ve referans evapotranspirasyon

Aylar	T _{min} (°C)	T _{mak} (°C)	T _{ort} (°C)	RH _{min} (%)	RH _{mak} (%)	RH _{ort} (%)	u ₂ (m/s)	n (saat)	Yağış (mm)	ET _o (mm/g)
Nisan	4.3	16.6	10.5	38.3	82.0	60.2	1.5	7.47	11	2.89
Mayıs	8.6	22.7	15.6	34.3	80.3	57.8	1.7	10.35	29.2	4.34
Haziran	12.0	27.0	19.5	32.3	77.8	54.5	1.6	11.23	28.5	4.84
Temmuz	16.2	32.4	24.3	25.0	65.4	44.3	1.6	11.58	0.6	5.44
Ağustos	13.3	30.5	21.9	21.9	60.2	38.5	1.6	10.53	0.0	4.41
Eylül	13.9	30.7	22.3	24.8	67.3	44.0	1.4	9.13	3.0	3.91

T_{ort}, T_{mak} ve T_{min}: Sırasıyla ortalama, maksimum ve minimum sıcaklık, RH_{ort}, RH_{mak} ve RH_{min}: Sırasıyla ortalama, maksimum ve minimum bağıl nem, U₂: 2 m yükseklikte rüzgâr hızı, n: Güneşlenme süresi, ET_o: Referans evapotranspirasyon (Lokal Angstrom katsayıları ile hesaplandı)

Tablo 7. 2021 yılı bitki gelişme dönemi boyunca meteorolojik veriler ve referans evapotranspirasyon

Aylar	T _{min} (°C)	T _{mak} (°C)	T _{ort} (°C)	RH _{min} (%)	RH _{mak} (%)	RH _{ort} (%)	u ₂ (m/s)	n (saat)	Yağış (mm)	ET _o (mm/g)
Nisan	4.45	16.82	10.71	41.83	86.25	63.54	1.68	8.38	22.7	2.98
Mayıs	7.40	23.59	15.93	33.50	87.09	56.44	1.63	10.29	21.3	4.23
Haziran	12.07	25.82	18.80	32.18	75.22	53.05	1.53	11.71	37.2	4.76
Temmuz	14.65	31.85	23.76	25.43	70.98	44.46	1.82	11.50	0.00	5.50
Ağustos	13.45	30.67	21.94	28.98	77.18	53.08	0.85	10.26	17.1	3.70
Eylül	10.35	24.29	16.90	36.07	82.69	59.27	1.26	8.66	16.7	3.04

T_{ort}, T_{mak} ve T_{min}: Sırasıyla ortalama, maksimum ve minimum sıcaklık, RH_{ort}, RH_{mak} ve RH_{min}: Sırasıyla ortalama, maksimum ve minimum bağıl nem, U₂: 2 m yükseklikte rüzgâr hızı, n: Güneşlenme süresi, ET_o: Referans evapotranspirasyon (Lokal Angstrom katsayıları ile hesaplandı)

Tablo 8. Kayseri merkez uzun yıllar iklim verilerinin ve referans evapotranspirasyon ortalaması

Aylar	T _{min} (°C)	T _{mak} (°C)	T _{ort} (°C)	RH _{min} (%)	RH _{mak} (%)	RH _{ort} (%)	u ₂ (m/s)	n (saat)	Yağış (mm)	ET _o (mm/g)
Nisan	3.2	17.7	10.6	17.5	96.9	62.2	1.76	6.2	51.3	4.01
Mayıs	6.8	22.5	15.1	18.3	95.5	61.0	1.43	8.3	51.6	4.48
Haziran	9.8	26.9	19.0	18.1	93.4	55.8	1.32	10.3	40.2	5.08
Temmuz	12.0	30.7	22.3	16.8	88.5	49.4	1.30	11.9	10.7	5.47
Ağustos	11.5	30.8	22.0	16.9	90.4	49.1	1.20	11.4	8.8	4.69
Eylül	7.4	26.6	17.4	16.3	95.9	53.7	1.17	9.1	14.6	4.08

T_{ort} , T_{mak} ve T_{min} : Sırasıyla ortalama, maksimum ve minimum sıcaklık, RH_{ort} , RH_{mak} ve RH_{min} : Sırasıyla ortalama, maksimum ve minimum bağıl nem, U_2 : 2 m yükseklikte rüzgâr hızı, n : Güneşlenme süresi, ETo : Referans evapotranspirasyon (Lokal Angstrom katsayıları ile hesaplandı)

Her iki deneme yılında bitki gelişme dönemi boyunca düşen yağışlar miktarları tarihlerine göre Tablo 9 ve 10'da verilmiştir. 2020 yılında 6 aylık gelişme döneminde toplam 72.3 mm yağış düşmüştür. Uzun yıllar ortalamasına göre nisan-eylül döneminde 177.2 mm yağış alan bölgede 2020 yılında 104.9 mm yağış kaydedilmiştir. Dolayısıyla 2020 bitki gelişme dönemi normalin altında yağış almış ve kurak geçmiştir.

Tablo 9. 2020 yılında bitki gelişme döneminde düşen yağış miktarları ve tarihleri

Tarih	Yağış Miktarı	Tarih	Yağış Miktarı	Tarih	Yağış Miktarı	Tarih	Yağış Miktarı
2.04.2020	0.9	5.05.2020	1.3	1.06.2020	1.1	8.07.2020	0.6
3.04.2020	0.7	7.05.2020	7.6	2.06.2020	0.9	2.09.2020	0.7
6.04.2020	1.4	8.05.2020	2.5	11.06.2020	7.0		
8.04.2020	2.5	22.05.2020	16.5	12.06.2020	6.3		
9.04.2020	1.3	29.05.2020	1.3	13.06.2020	8.1		
10.04.2020	0.4			17.06.2020	0.1		
21.04.2020	0.5			18.06.2020	1.9		
22.04.2020	3.3			20.06.2020	0.5		
				21.06.2020	2.6		
Toplam	11.0	Toplam	29.2	Toplam	28.5	Toplam	1.3

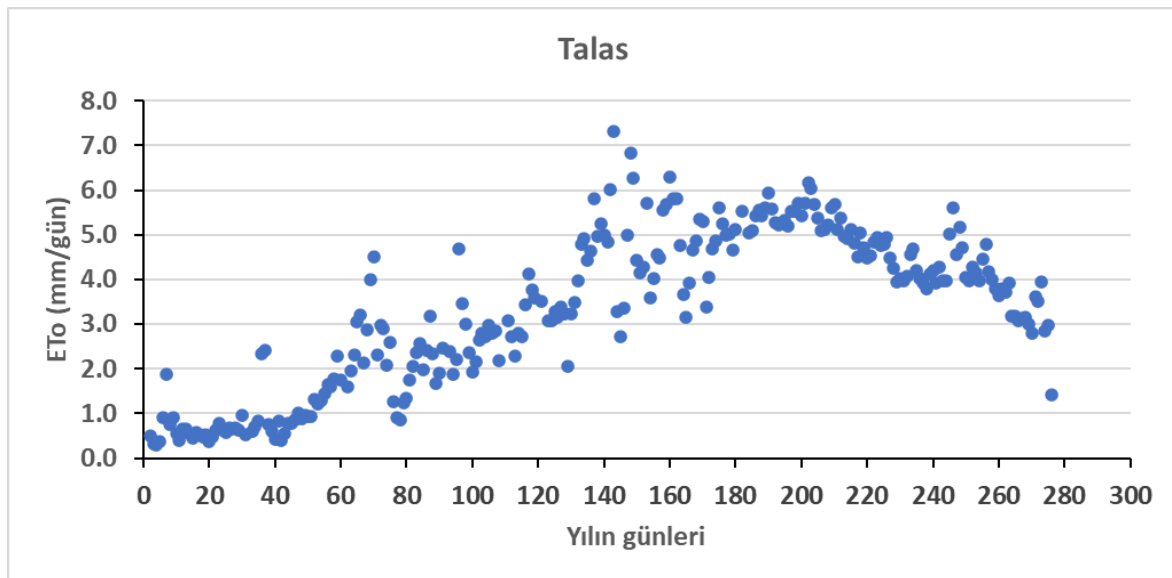
2021 yılında nisan-eylül döneminde toplam 22 yağışta 98.3 mm yağmur yağışı düşmüştür. Uzun yıllar ortalamasına göre nisan-eylül dönemi 177.2 mm yağış değerine göre daha düşük yağış gerçekleşmiştir. Dolayısıyla denemenin her iki yılı da kurak geçmiştir.

Tablo 10. 2021 yılında bitki gelişme döneminde düşen yağış miktarları ve tarihleri

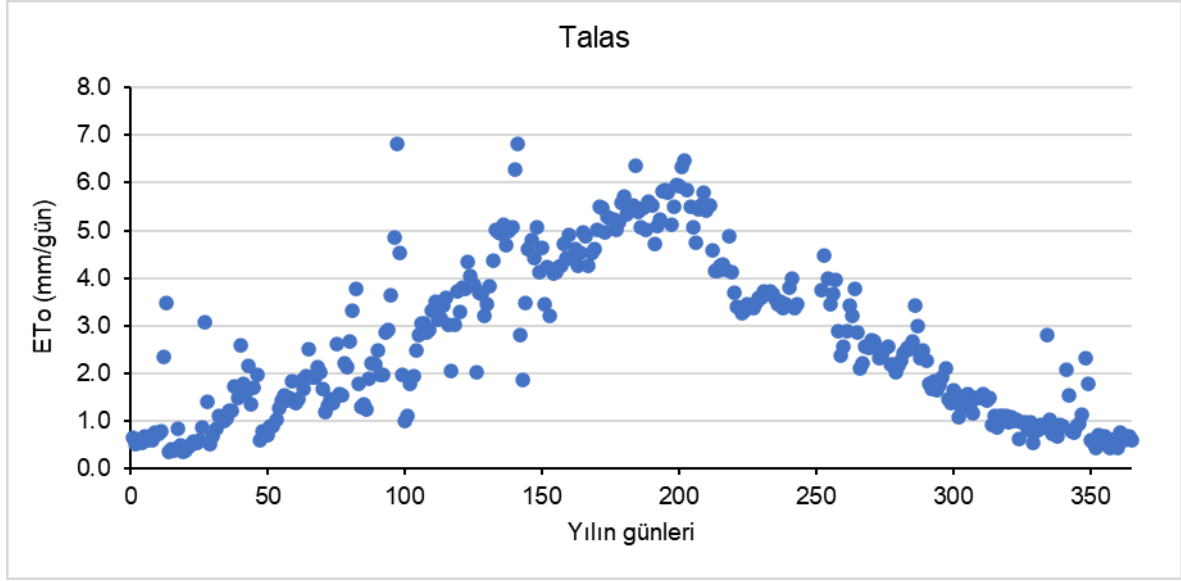
Tarih	Yağış Miktarı	Tarih	Yağış Miktarı	Tarih	Yağış Miktarı	Tarih	Yağış Miktarı
5.04.2021	0.2	6.05.2021	0.5	1.06.2021	15.6	7.08.2021	1.3
12.04.2021	0.8	8.05.2021	0.1	2.06.2021	15.4	8.08.2021	1.6
17.04.2021	0.1	22.05.2021	16.6	10.06.2021	6.1	9.08.2021	2.3
18.04.2021	0.9	23.05.2021	0.5	12.06.2021	0.1	10.08.2021	3.0
26.04.2021	20.2	31.05.2021	2.7			11.08.2021	5.5
30.04.2021	0.5					12.08.2021	1.6

						13.08.2021	1.8
Toplam	22.7	Toplam	21.3	Toplam	37.2	Toplam	17.1

Her iki deneme yılına ilişkin referans evapotranspirasyonun aylık ortalama değerleri Tablo 6 ve 7’de, uzun yıllar aylık ortalama değerleri Tablo 8’de ve bitki gelişme dönemi boyunca günlük değişimleri ise Şekil 7 ve 8’de verilmiştir. Atmosferin buharlaştırma talebi olarak da adlandırılan referans evapotranspirasyon tüm hava parametrelerinin bir nevi bitki üzerindeki baskısını göstermektedir. Kayseri’ye ait lokal Angstrom katsayıları ile hesaplanmış ET_o değerleri nisan-eylül arası bitki gelişme döneminde aylık ortalama olarak 1.yıl 2.89 mm/gün ile 5.44 mm/gün arasında ve 2.yıl 2.98 mm/gün ile 5.50 mm/gün arasında değişmiştir. Her iki yıl en yüksek ET_o değerleri temmuz ayında ve en düşük ise nisan ayında meydana gelmiştir. Nisan-Eylül dönemi 6 aylık ET_o toplamı 1.yıl 789.3 mm, 2.yıl aynı dönemde 739.7 mm olmuştur. Söz konusu dönemde uzun yıllar ET_o ortalaması ise 849 mm olarak hesaplanmıştır. Atmosferin buharlaştırma talebi açısından her iki yılın bitki gelişme dönemi referans evapotranspirasyonun daha mutedil olduğu görülmektedir. Günlük değerler açısından 1.yıl en düşük-en yüksek ET_o değerleri Nisan, Mayıs, Haziran, Temmuz, Ağustos ve Eylül ayları için sırasıyla 1.89-4.68 mm/gün, 2.06-7.32 mm/gün, 3.15-6.29 mm/gün, 4.97-6.16 mm/gün, 5.80-5.12 mm/gün ve 2.80-5.61 mm/gün arasında değişmiştir. Bu değerlere göre 1.yıl mayıs ayının son 10 gününde sıcak hava dalgasının etkili olduğu ve en yüksek ET_o değerlerinin ortaya çıktığı göze çarpmaktadır. 2.yıl ET_o değerleri Nisan, Mayıs, Haziran, Temmuz, Ağustos ve Eylül ayları için sırasıyla 1.0-6.81 mm/gün, 1.87-6.83 mm/gün, 3.20-5.71 mm/gün, 4.57-6.47 mm/gün, 3.27-4.87 mm/gün ve 2.11-4.48 mm/gün arasında değişmiştir.



Şekil 7. 2020 bitki gelişme dönemi boyunca referans evapotranspirasyon değişimi



Şekil 8. 2021 yılı boyunca referans evapotranspirasyon değişimi

Referans evapotranspirasyon ve yağış değerlerini dikkate aldığımızda denemenin her iki yılında nisan-eylül döneminde daha düşük yağış alınmış olunmasına karşın atmosferin buharlaşma talebi de biraz daha düşük bulunmuştur. Yağış değerlerinin düşük olması dezavantajken evapotranspirasyonun düşük olması bu dezavantajı biraz hafifletmektedir.

4.3. Nohut Denemesi Sonuçları

4.3.1. Bitki Su Tüketimi

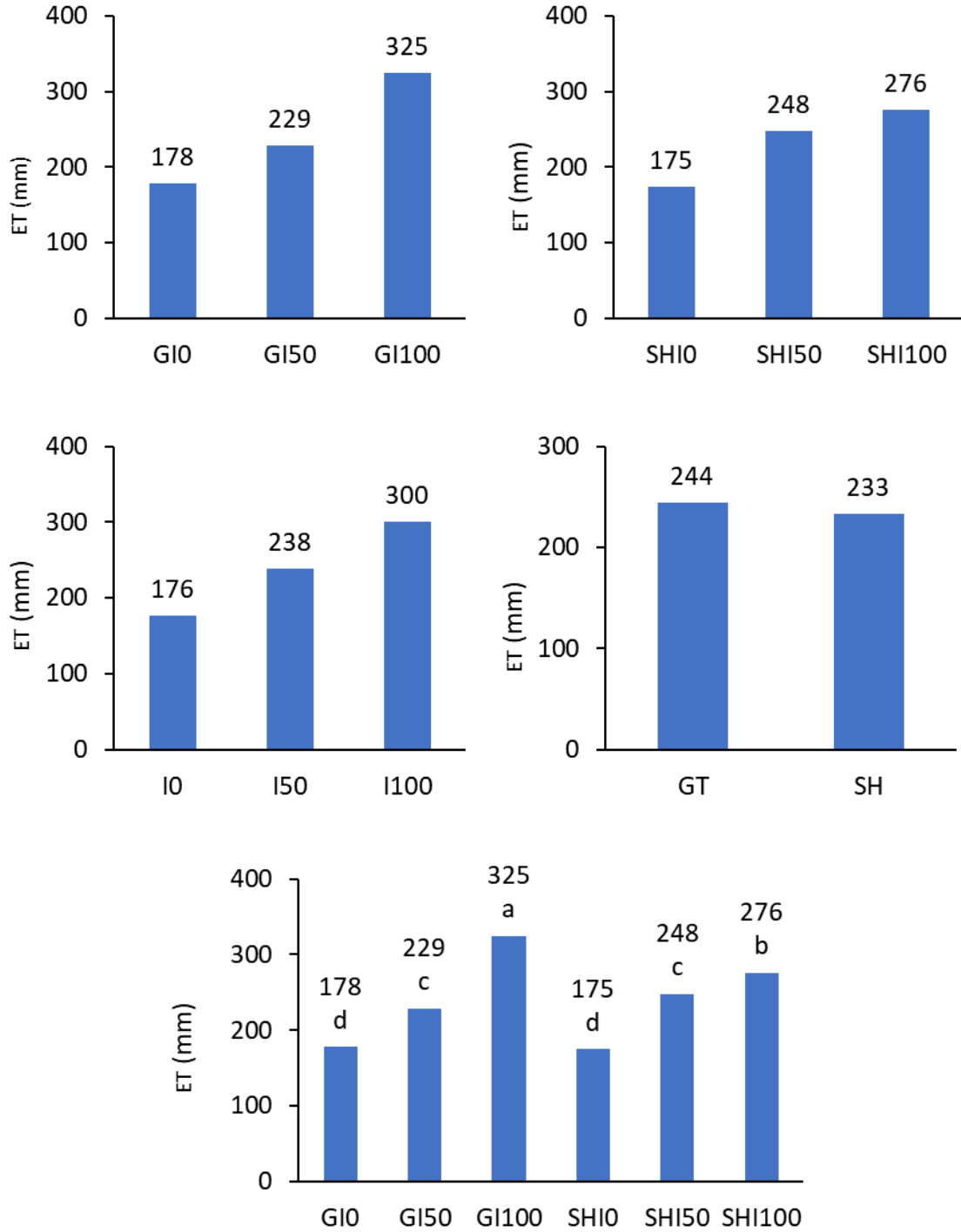
Nohut bitki su tüketimi ve su tüketimi bileşenleri 2020 yılı için Tablo 11’de verilmiştir. Gl_{50} ve Gl_{100} konularına bitki gelişme dönemi boyunca sırasıyla 84.5 ve 168.7 mm sulama suyu uygulanmasına karşılık SKMYH altında SH_{50} ve SH_{100} konularına 68.2 ve 136.2 mm sulama suyu uygulanmıştır. Düşen yağış ve toprakta depolanan sudan yapılan tüketimle Gl_0 konusunda bitki su tüketimi 178 mm ve SH_0 konusunda ise 175 mm olmuştur. Bu konular toprak depo suyundan sırasıyla 116 ve 112 mm su kullanmışlardır. En yüksek bitki su tüketimi Gl_{100} konusunda 325 mm ve SH_{100} konusunda 276 mm olmuştur. SH_{50} konusunun toprak depo suyunu yüksek oranda kullanması nedeniyle uygulanan sulama suyunda önemli fark olmasına rağmen bitki su tüketimi SH_{100} konusuna oldukça yaklaşmıştır. Dolayısıyla Gl_{100} konusuna göre Gl_{50} konusu oransal su tüketimi %70, SH_{100} konusuna göre SH_{50} konusu oransal su tüketimi %89.9 kadardır. Gl_{50} konusunda orta bir su stresi, SH_{50} konusunda ise hafif bir su stresi söz konusudur.

Tablo 11. 2020 yılı nohut bitki su tüketimi ve bitki su tüketimi bileşenleri

	Gl_0	Gl_{50}	Gl_{100}	SH_0	SH_{50}	SH_{100}
R (mm)	62.1	62.1	62.1	62.1	62.1	62.1

I (mm)	0	84.5	168.7	0	68.2	136.2
ΔS (mm)	116	82	94	112	118	78
ET (mm)	178	229	325	175	248	276

R: Yağış (mm), I: Sulama suyu (mm), ΔS : Toprak su içeriği değişimi (mm), ET: Bitki su tüketimi (mm).



Şekil 9. 2020 yılı nohut bitki su tüketiminin geleneksel tarım ve sırt-karık mikro havza yağmur suyu hasadı konuları altında farklı sulama düzeylerine göre değişimi

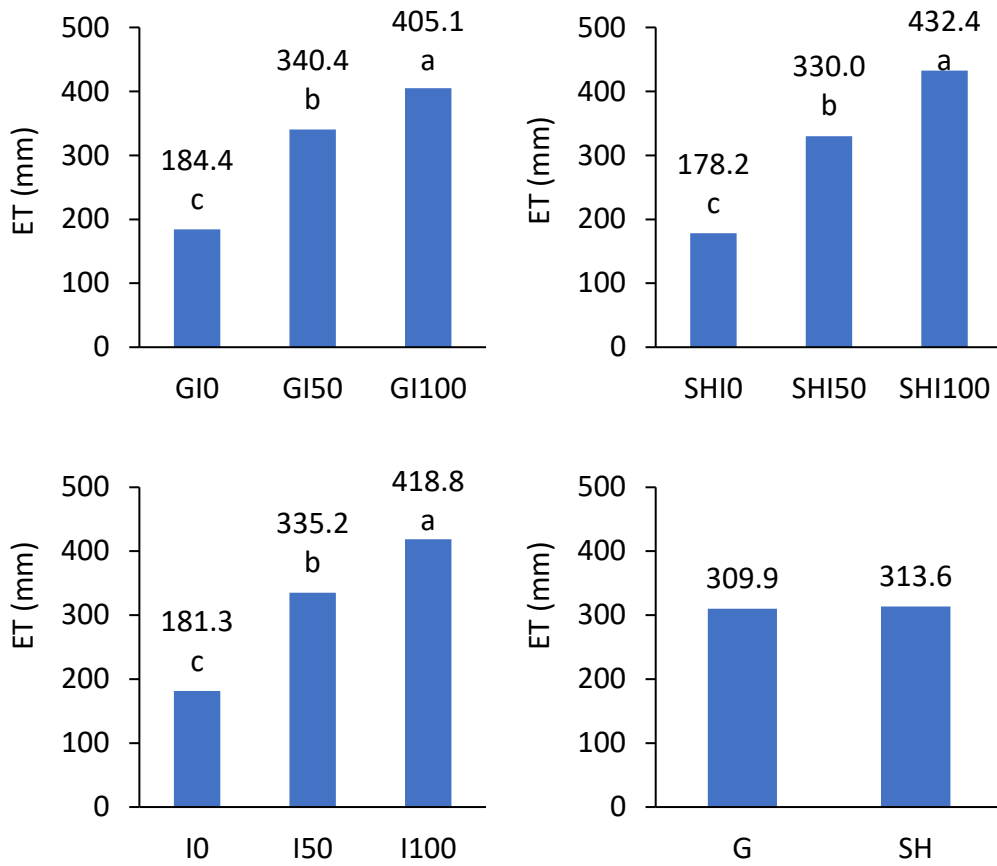
Denemede ortalama olarak bitki su tüketimi 238 mm gerçekleşmiş olup en düşük 175 mm ve en yüksek 325 mm arasında değişim göstermiştir (Şekil 9). Bitki su tüketimi değişimi üzerine GT ve SKMYH konuları altında sulama oranlarının etkisi, genel olarak sulama oranlarının etkisi ve konuların etkileşimi $p<0.01$ düzeyinde çok etkili olmuştur. Tüm konularda artan sulama suyu miktarı ile bitki su tüketimi de önemli şekilde artmıştır. GT ve SKMYH konuları arası fark ise önemli bulunmamıştır. GT×SKMYH×I etkileşimi sonucunda en yüksek su tüketimi GI_{100} konusunda (325 mm) ve en düşük su tüketimi GI_0 (178 m) ile SHI_0 (175 mm) konularında görülmüştür.

Nohut bitki su tüketimi ve su tüketimi bileşenleri 2021 yılı için Tablo 12’de verilmiştir. Sulama yapılmayan I_0 konularında hasat 27 Temmuz 2021 tarihinde sulama uygulanan konulara göre yaklaşık 1 ay önce yapılmıştır. Bu nedenle gelişme dönemi sonlarında düşen yağışlardan yararlanılamamıştır. Dolayısıyla I_0 konuları gelişme döneminde 84 mm, sulama suyu uygulanan I_{50} ve I_{100} konularında ise 101.1 mm yağış almıştır. GI_{50} ve GI_{100} konularına bitki gelişme dönemi boyunca sırasıyla 139.6 ve 248.3 mm sulama suyu uygulanmasına karşılık SKMYH altında SHI_{50} ve SHI_{100} konularına 125.3 ve mm 259.9 mm sulama suyu uygulanmıştır. Düşen yağış ve toprakta depolanan sudan yapılan tüketimle GI_0 konusunda bitki su tüketimi 184.4 mm ve SHI_0 konusunda ise 178.2 mm olmuştur. Bu konular toprak depo suyundan sırasıyla 100.4 mm ve 94.2 mm kullanmışlardır. En yüksek bitki su tüketimi GI_{100} konusunda 405.1 mm ve SHI_{100} konusunda 432.5 mm olmuştur. GI_{100} konusuna göre GI_{50} konusu oransal su tüketimi %84, SHI_{100} konusuna göre SHI_{50} konusu oransal su tüketimi %76.3 kadardır. GI_{50} konusunda orta bir su stresi, SHI_{50} konusunda ise hafif bir su stresi söz konusudur. Yine tam sulamaya göre su stresi konularında toprak depo suyu daha fazla oranda tüketilmiş ve bu durum %50 düşük sulama suyu konularda nohut bitkisi hafif su stresine maruz kalmıştır.

Tablo 12. 2021 yılı nohut bitki su tüketimi ve bitki su tüketimi bileşenleri

	GI_0	GI_{50}	GI_{100}	SH_0	SH_{50}	SH_{100}
R (mm)	84.0	101.1	101.1	84.0	101.1	101.1
I (mm)	0	139.6	248.3	0	125.3	259.9
ΔS (mm)	100.4	99.7	55.7	94.2	103.6	71.5
ET (mm)	184.4	340.4	405.1	178.2	330.0	432.5

R: Yağış (mm), I: Sulama suyu (mm), ΔS : Toprak su içeriği değişimi (mm), ET: Bitki su tüketimi (mm).



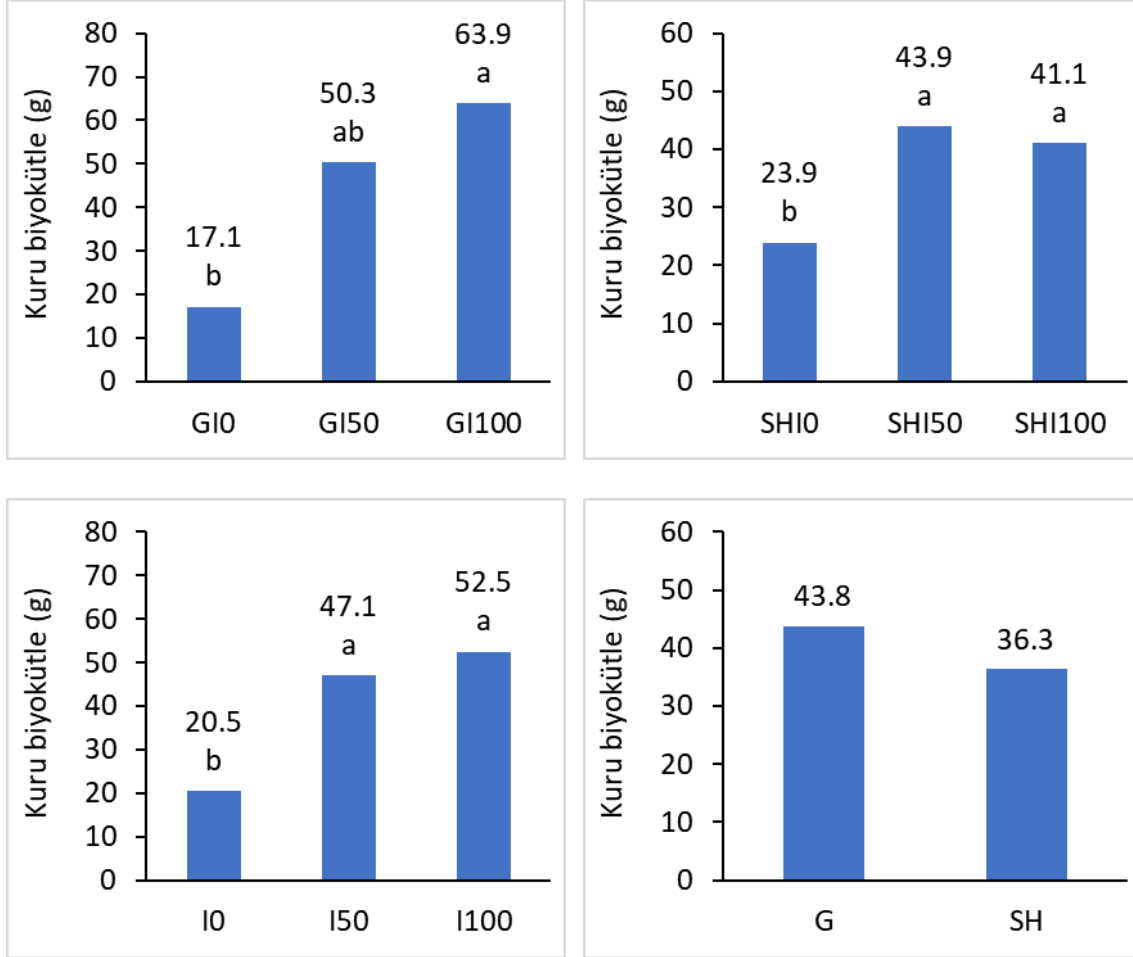
Şekil 10. 2021 yılı bitki su tüketiminin geleneksel tarım ve sırt-karık mikro havza yağmur suyu hasadı konuları altında farklı sulama düzeylerine göre değişimi

2021 yılında denemede ortalama olarak bitki su tüketimi 311.8 mm gerçekleşmiş olup en düşük 178.2 mm ve en yüksek 432.4 mm arasında değişim göstermiştir (Şekil 10). Bitki su tüketimi değişimi üzerine GT ve SKMYH konuları altında sulama oranlarının etkisi $p < 0.01$ düzeyinde çok önemli bulunmasına karşın GT ve SKMYH konuları arası fark ve etkileşimlerin neden olduğu fark önemli bulunmamıştır. GT ve SKMYH altında artan sulama miktarıyla birlikte bitki su tüketimi de artmıştır. I_0 , I_{50} ve I_{100} konularında bitki su tüketimi ortalama olarak 181.3 mm, 335.2 mm ve 418.8 mm saptanmıştır.

4.3.2. Bitki Gelişimi

2020 yılında ortalama tek bitki kuru biyokütlesi 40.0 g saptanmış olup denemede kuru biyokütle 17.13 ile 63.90 g arasında değişim göstermiştir (Şekil 11). Kuru biyokütle değişimi üzerine sulama oranlarının etkisi GT altında $p < 0.05$, SKMYH altında $p < 0.01$ ve deneme genelinde sulama oranlarının etkisi $p < 0.01$ seviyesinde çok önemli bulunmuştur. En yüksek kuru biyokütle GT altında I_{100} konusunda 63.9 g ve en düşük I_0 konusunda 17.1 g saptanmış olup artan sulama oranlarıyla birlikte bitki kuru biyokütle verimi de artmıştır. SKMYH altında en yüksek biyokütle 43.9 ve 41.1 g değerleriyle I_{50} ve I_{100} konularında ve en düşük ise I_0 konusunda 23.9 g saptanmıştır. Deneme genelinde sulama oranlarına göre kuru biyokütle verimi I_0 , I_{50} ve I_{100}

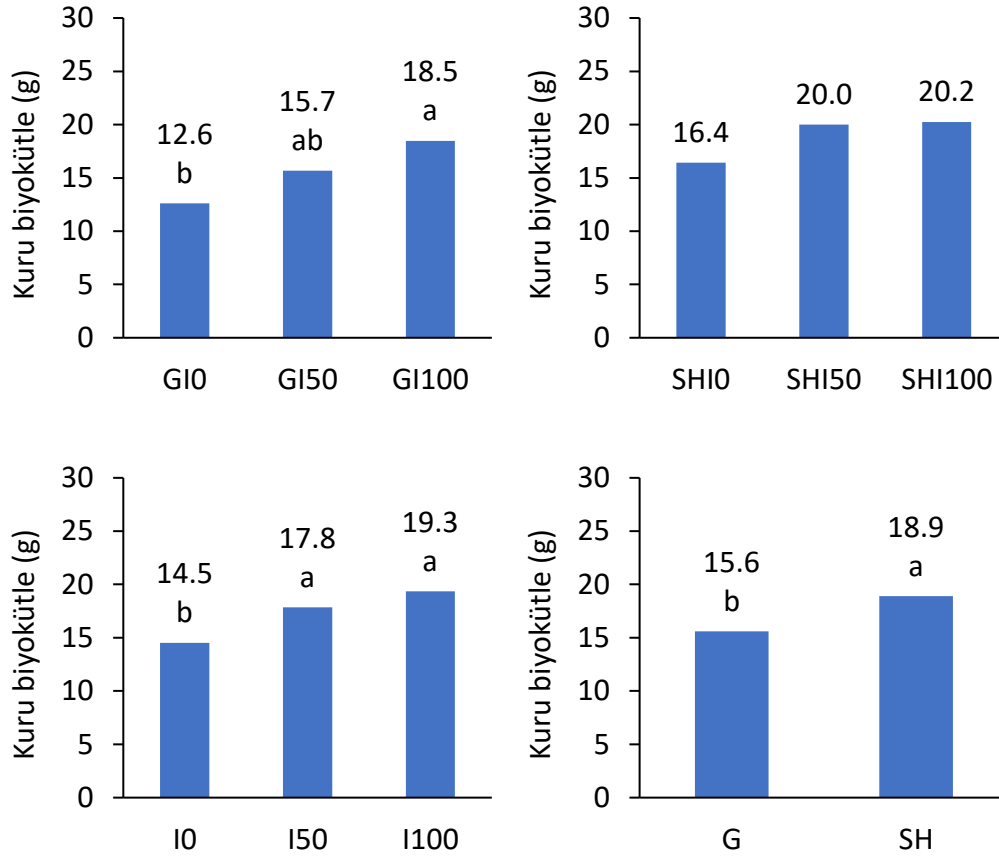
konuları için 20.5 g, 47.1 g ve 52.5 g bulunmuştur. Sulama suyu miktarındaki artışla birlikte bitki biyokütlesi de artmış ancak I_{50} ile I_{100} konuları aynı grupta yer almıştır (Şekil 11). Biyokütle üzerinde GT ve SKMYH konuları ile deneme konularının etkileşimi önemli derecede bir fark oluşturmamıştır.



Şekil 11. 2020 yılı nohut biyokütlesi üzerine geleneksel tarım ve sırt-karık mikro havza yağmur suyu hasadı tekniği altında sulama suyu düzeylerinin etkisi

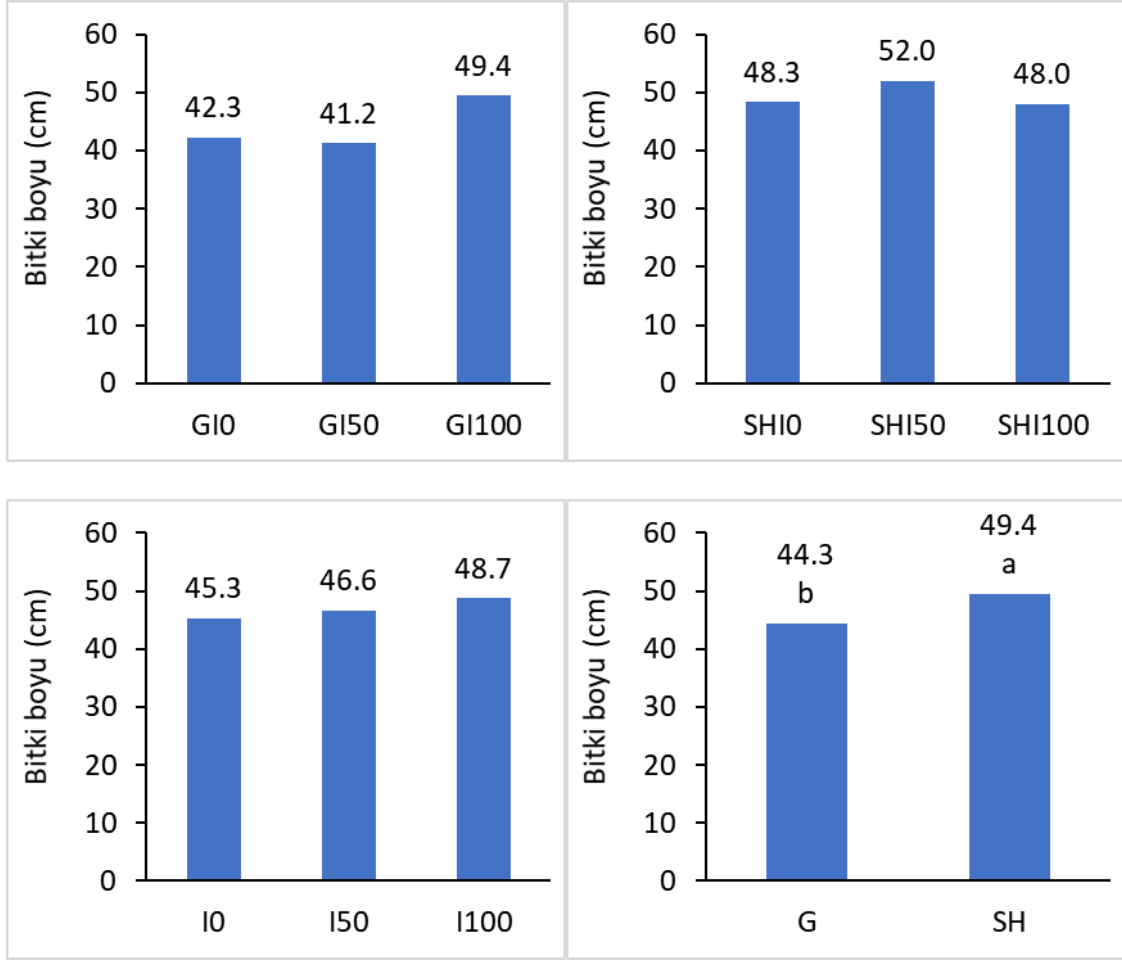
Denemede 2021 yılında denemede tek bitki kuru biyokütlesi 17.2 g saptanmış olup en düşük 12.6 g/bitki ile en yüksek 20.2 g/bitki arasında değişim göstermiştir (Şekil 12). Kuru biyokütle değişimi üzerine sulama oranlarının etkisi SKMYH altında önemli bulunmamasına karşılık GT altında $p < 0.05$ düzeyinde etkili bulunmuştur. GT ve SKMYH konuları ve su uygulamaları kuru biyokütleyi $p < 0.01$ düzeyinde önemli şekilde etkilemiştir. Konuların etkileşimleri kuru biyokütleyi önemli şekilde etkilememiştir. GT altında kuru biyokütle en düşük I_0 konusunda 12.6 g/bitki değerinden en yüksek I_{100} konusunda 18.5 g/bitki değerine yükselmiştir. Benzer şekilde tüm deneme sulama oranlarının artmasıyla kuru biyokütle I_0 konusunda 14.5 g/bitki değerinden I_{100} konusunda 19.3 g/bitki değerine yükselmiştir. Dolayısıyla artan sulama suyu miktarı üretilen kuru madde miktarını artırmıştır. GT altında ortalama 15.6 g/bitki olan kuru biyokütle SKMYH

altında 18.9 g/bitki düzeyine çıkmıştır. Su hasadı uygulaması nohut bitkisi kuru biyokütle üretimini %21 oranında iyileştirmiştir.



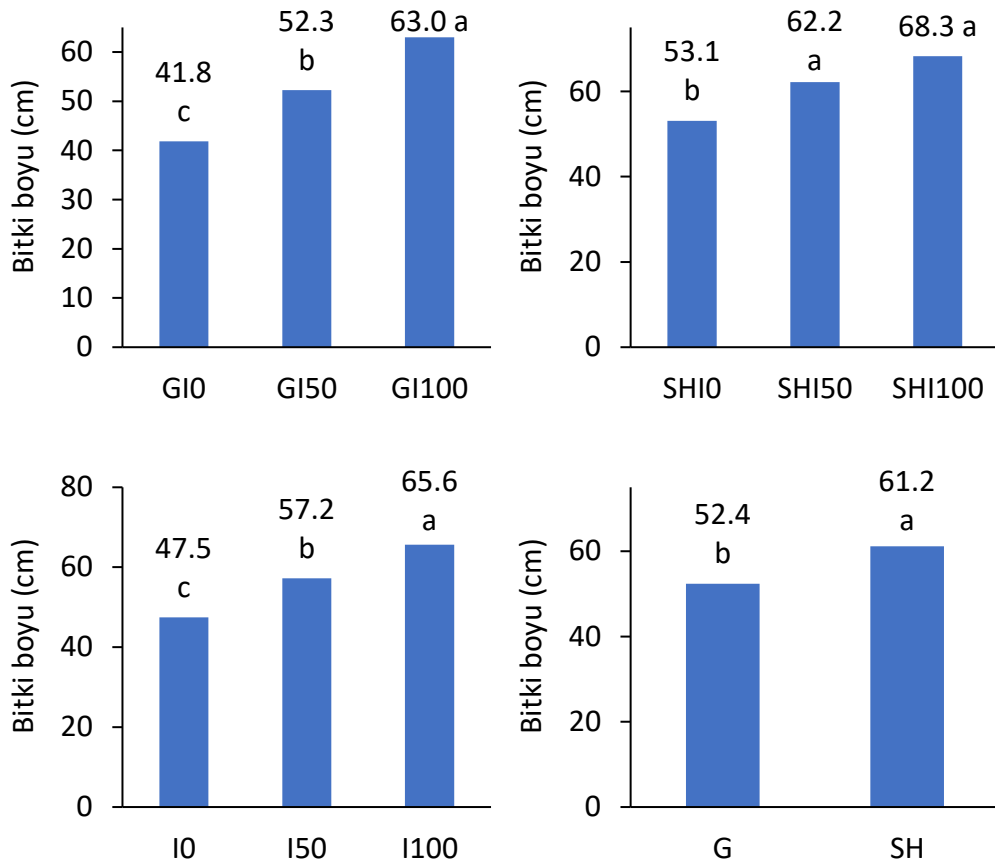
Şekil 12. 2021 yılı nohut biokütlesi üzerine geleneksel tarım ve sırt-karık mikro havza yağmur suyu hasadı tekniği altında sulama suyu düzeylerinin etkisi

2020 yılında hasat sırasında ortalama 46.9 cm olarak saptanan bitki boyu 41.2 ile 52.0 cm arasında değişim göstermiştir (Şekil 13). Hasat bitki boyu yalnızca GT ve SKMYH konularına göre $p < 0.05$ düzeyinde önemli şekilde değişim göstermiştir. Hasatta bitki boyu GT için 44.3 cm ve SKMYH için ise 49.4 cm bulunmuştur. Su hasadı bitki boyunda artış sağlamıştır.



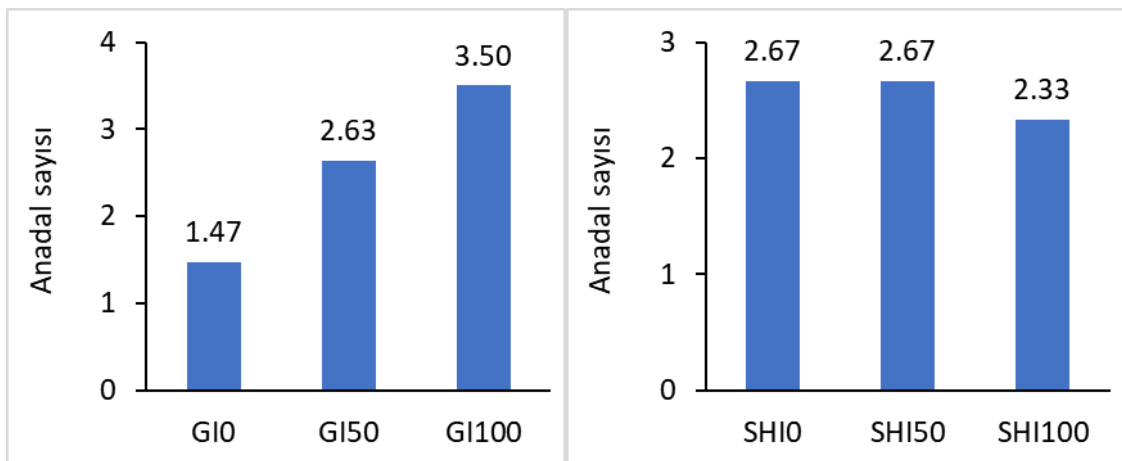
Şekil 13. 2020 yılı hasat bitki boyu üzerine geleneksel tarım ve sırt-karık mikro havza yağmur suyu hasadı tekniği altında sulama suyu düzeylerinin etkisi

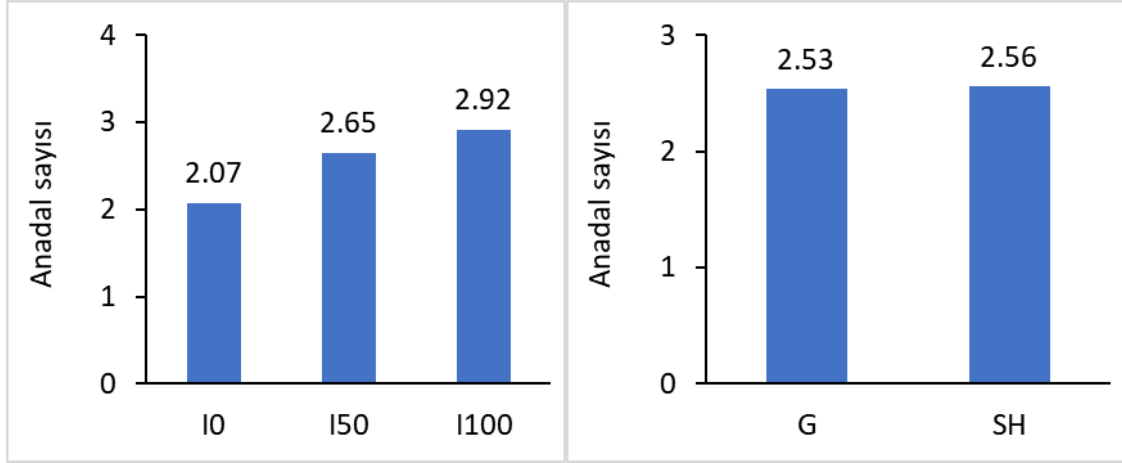
2021 yılı hasatta ortalama 56.8 cm olarak saptanan bitki boyu 41.8 cm ile 58.3 cm arasında değişim göstermiştir (Şekil 14). Bitki boyu üzerine GT ve SKMYH altında sulama uygulamalarının etkisi, GT ve SKMYH konularının etkisi $p < 0.01$ düzeyinde çok önemli bulunmuş, konular arası etkileşim ise önemli şekilde bitki boyunu değiştirmemiştir. En yüksek bitki boyu GT altında I_{100} konusunda 63 cm, SKMYH altında ise I_{100} ve I_{50} konularında 68.3 cm ve 62.2 cm saptanmıştır. En düşük bitki boyu kuru tarım konusunda (I_0) GT atında 41.8 cm ve SKMYH altında 53.1 cm bulunmuştur. Genel olarak artan sulama oranlarıyla birlikte bitki boyu I_0 konusunda ortalama 47.5 cm değerinden I_{100} konusunda 65.6 cm değerine çıkmıştır. Sulama uygulamaları nohut bitki boyunu artırmıştır. GT için 52.4 cm olan bitki boyu SKMYH altında 61.2 cm değerine ulaşmıştır. Dolayısıyla su hasadı uygulaması da bitki boyunu olumlu yönde etkilemiştir.



Şekil 14. 2021 yılı hasat bitki boyu üzerine geleneksel tarım ve sırt-karık mikro havza yağmur suyu hasadı tekniği altında sulama suyu düzeylerinin etkisi

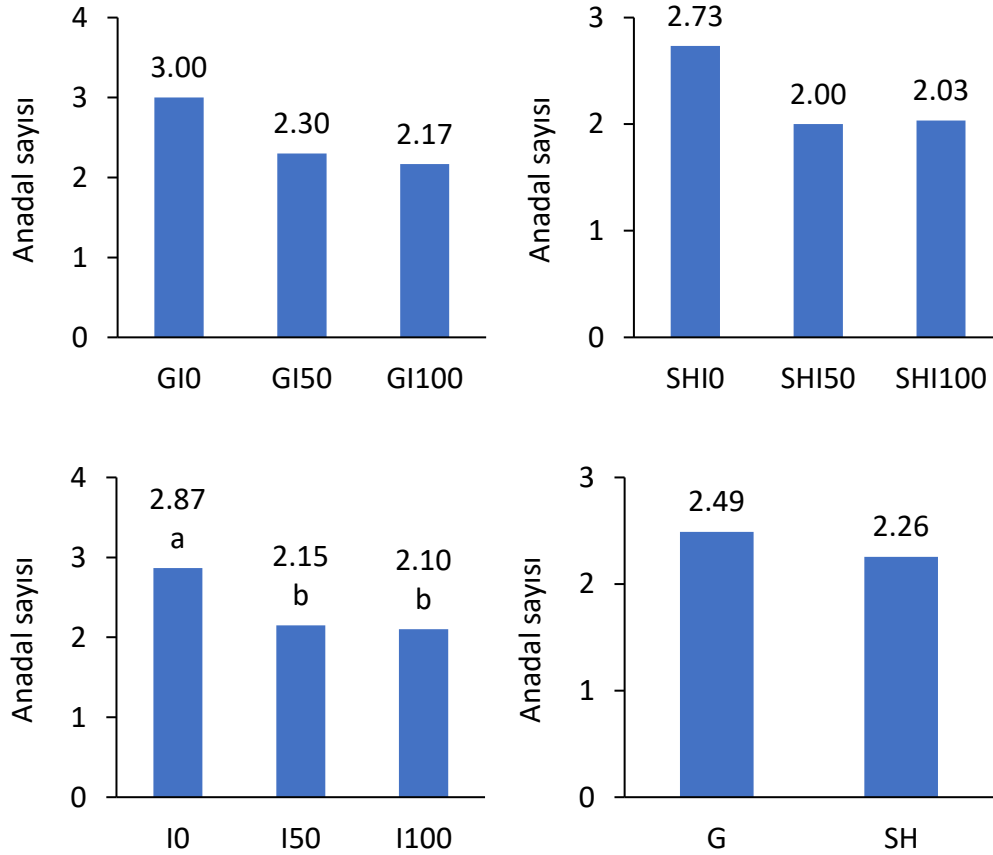
2020 yılında ortalama 2.54 adet ana dal sayısı belirlenen denemede ana dal sayısı 1.47 ile 3.5 adet/bitki arasında değişmiştir. Ancak bu değişim üzerine deneme konularının etkisi önemli bulunmamıştır (Şekil 15).





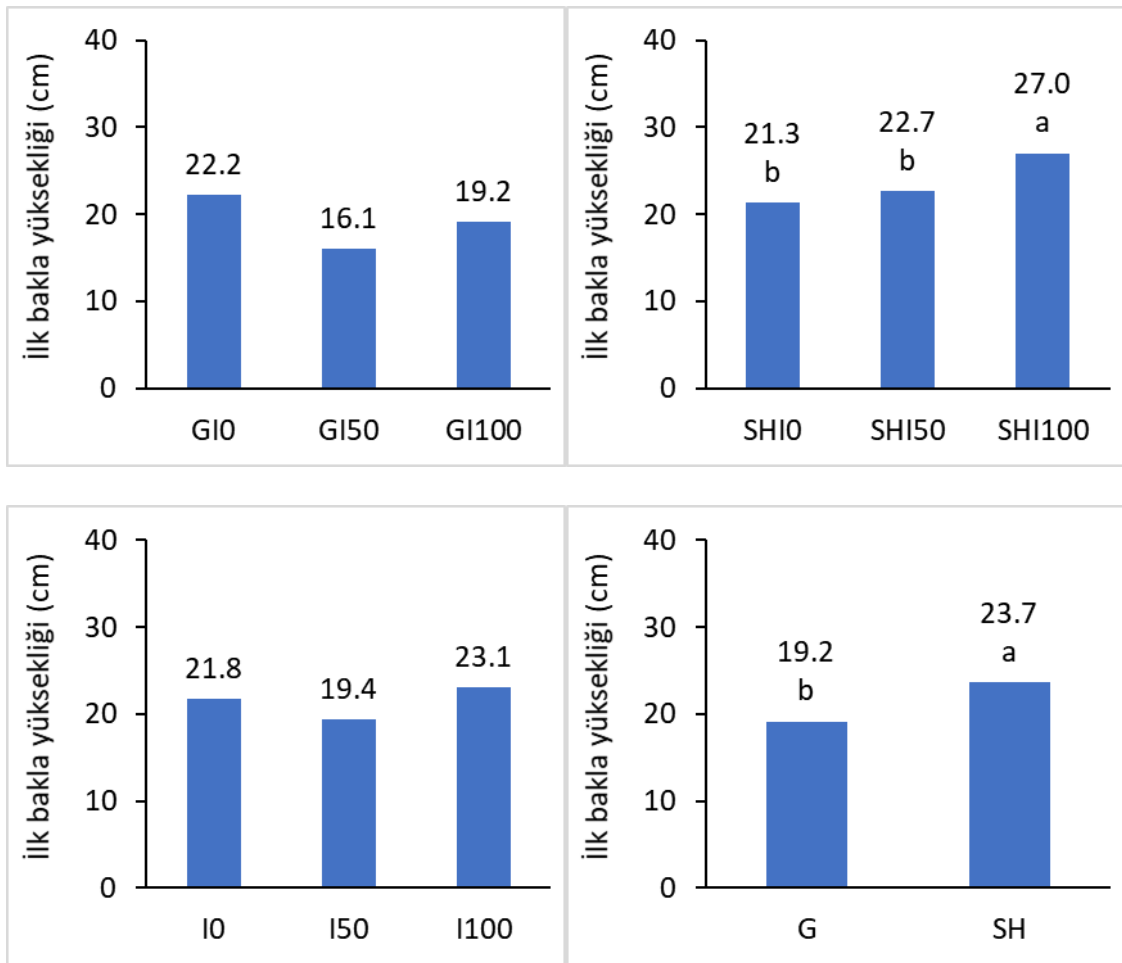
Şekil 15. 2020 yılı ana dal sayısı üzerine geleneksel tarım ve sırt-karık mikro havza yağmur suyu hasadı tekniği altında sulama suyu düzeylerinin etkisi

2021 yılında 2.37 adet olan bitki ortalama ana dal sayısı 2 ile 3 adet arasında değişmiştir (Şekil 16). Bitki ana dal sayısı üzerine yalnızca sulama uygulamalarının etkisi $p < 0.05$ düzeyinde etkili bulunmuştur. I_0 konusunda 2.87 adet olan ana dal sayısı I_{100} konusunda 2.10 adede düşmüştür. Dolayısıyla su stresi nohut bitkinin dallanmasına yol açmıştır.



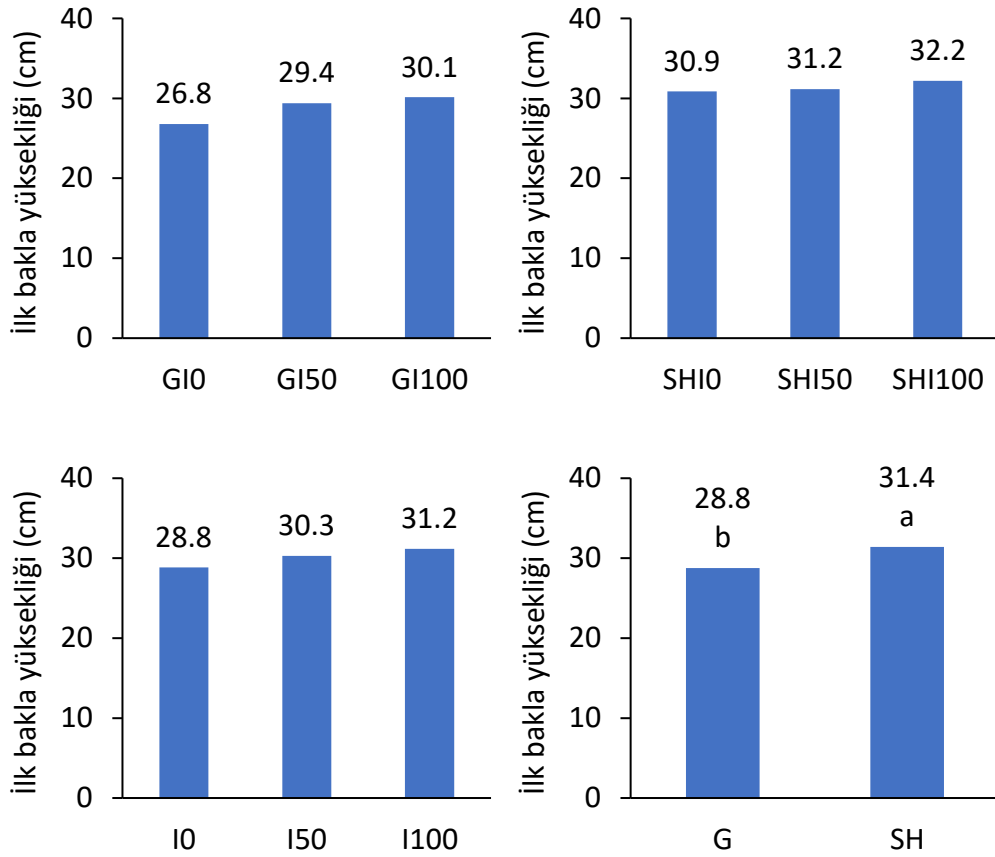
Şekil 16. 2021 yılı ana dal sayısı üzerine geleneksel tarım ve sırt-karık mikro havza yağmur suyu hasadı tekniği altında sulama suyu düzeylerinin etkisi

Biçim için önemli bir faktör olan ilk bakla yüksekliği 2020 yılında deneme ortalaması 21.4 cm olarak saptanmış ve 16.1 ile 27 cm arasında değişim göstermiştir (Şekil 17). İlk bakla yüksekliği değişimi üzerine SKMYH altında sulama oranlarının etkisi $p<0.05$ düzeyinde, GT ve SKMYH konularının etkisi ise $p<0.05$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Şekil 17). SKMYH altında I_0 , I_{50} ve I_{100} konuları için ilk baklanın bulunduğu yükseklik sırasıyla 21.3, 22.7 ve 27 cm olarak belirlenmiştir. İlk bakla yüksekliği SKMYH konularında 23.7 cm ile en yüksek ve GT konularında 19.2 cm ile en düşük bulunmuştur. Su hasadı altında artan sulama uygulamaları ilk baklanın bulunduğu yüksekliği de artırmıştır. Ne sulama suyu oranlarının etkisi ne de konular arası etkileşimin etkisi ilk bakla yüksekliğini önemli derecede değiştirmemiştir.



Şekil 17. 2020 yılı ilk bakla yüksekliği üzerine geleneksel tarım ve sırt-karık mikro havza yağmur suyu hasadı tekniği altında sulama suyu düzeylerinin etkisi

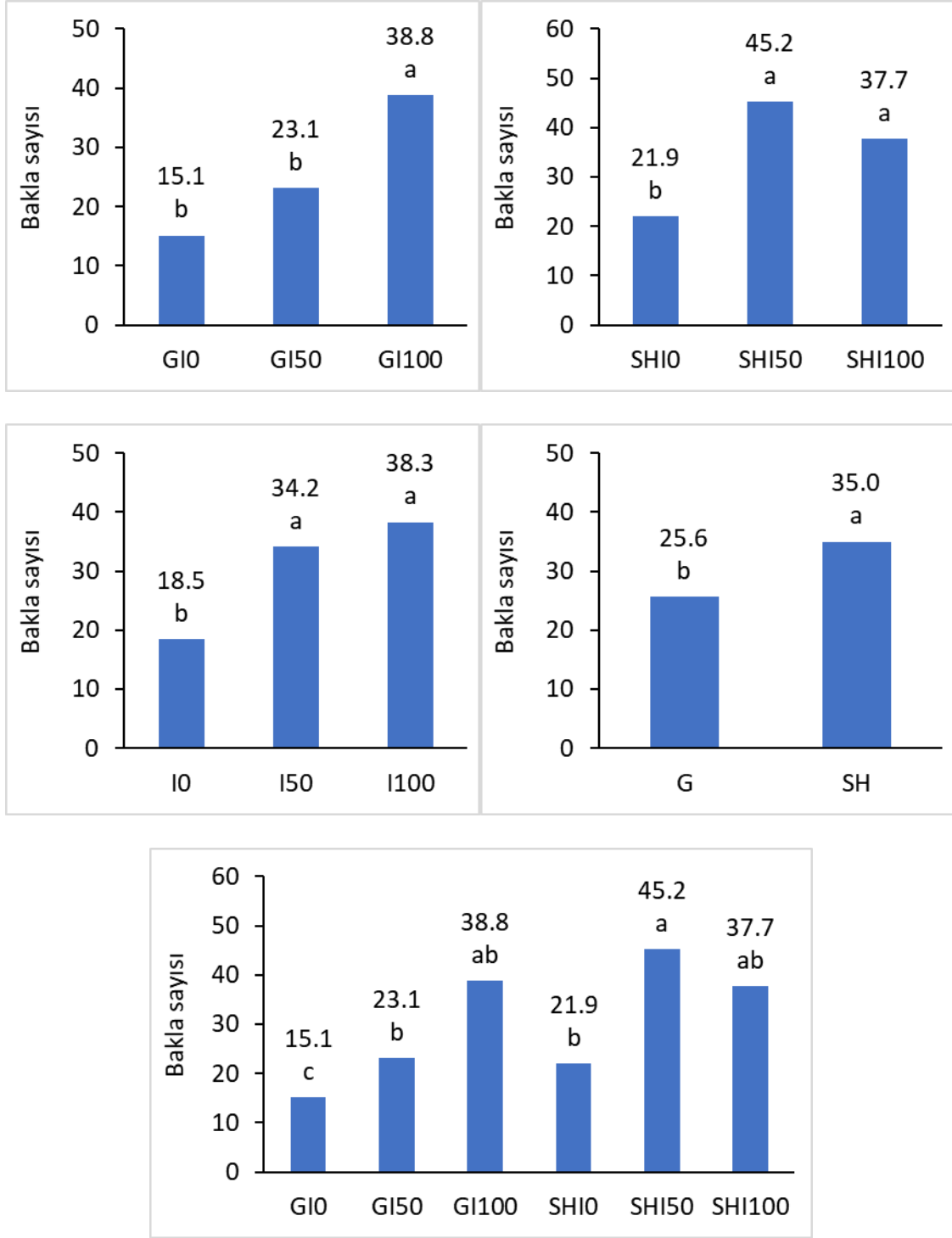
Biçim için önemli bir faktör olan ilk bakla yüksekliği 2021 yılında denemede ortalama 30.1 cm saptanmıştır. İlk bakla yüksekliği 26.8 cm ile 32.2 cm arasında değişim göstermiştir (Şekil 18). Bu değişim üzerine yalnızca GT ve SKMYH konularının etkisi $p<0.05$ düzeyinde önemli bulunmuştur. SKMYH konusunda en yüksek 31.4 cm olan ilk bakla yüksekliği GT altında ortalama 28.8 cm değerine düşmüştür. Su hasadı ilk bakla yüksekliğinde artışa neden olmuştur. Her iki yıl sonuçlarına göre su hasadı ilk bakla yüksekliğinde artışa neden olmuştur.



Şekil 18. 2021 yılı ilk bakla yüksekliği üzerine geleneksel tarım ve sırt-karık mikro havza yağmur suyu hasadı tekniği altında sulama suyu düzeylerinin etkisi

4.3.3. Verim ve Verim Unsurları

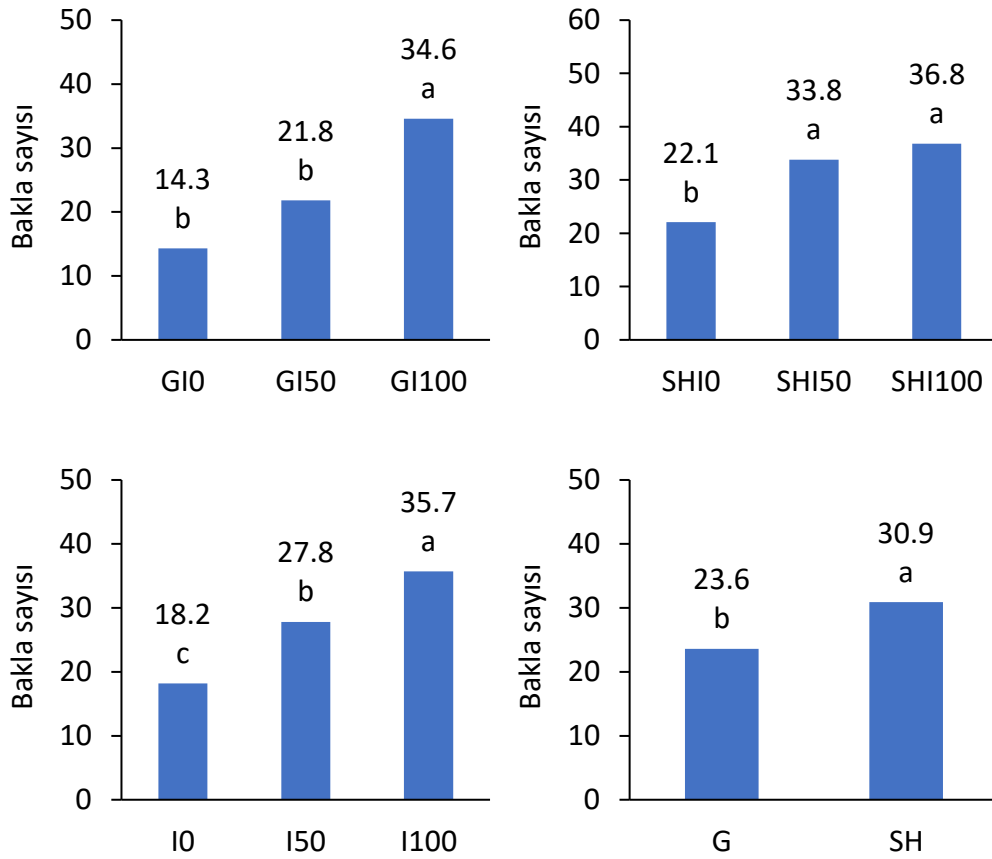
2020 yılında hasat sırasında ortalama 30.3 adet/bitki olarak saptanan bakla sayısı 15.1 ile 45.2 adet/bitki arasında değişim göstermiştir (Şekil 19). Nohut veriminin en önemli göstergelerinden olan bakla sayısının bu değişimi üzerine GT ve SKMYH konularının etkisi $p<0.05$ seviyesinde önemli, sulama oranlarının etkisi $p<0.01$ seviyesinde çok önemli ve her iki konu etkileşimlerinin etkisi ise $p<0.05$ düzeyinde önemli bulunmuştur. En fazla bakla sayısı SKMYH konularında 35 adet/bitki ve en az GT konularında 25.6 adet/bitki saptanmıştır. Sulama yapılmayan yalnızca yağış suları altında yetişen I_0 konularında 18.5 adet/bitki şeklinde en az bakla sayısı belirlenirken I_{100} ve I_{50} konularında ise 38.3 ve 34.2 adet/bitki şeklinde en fazla belirlenmiştir. GT konuları altında en fazla bakla sayısı I_{100} konusundan ve SKMYH altında ise I_{50} konusundan elde edilmiştir (Şekil 19). I_{100} konusu hariç I_{50} ve I_0 konularında bitki bakla sayısı SKMYH konularında daha fazla olduğu gözlenmiştir.



Şekil 19. 2020 yılı bitki bakla sayısı üzerine geleneksel tarım ve sırt-karık mikro havza yağmur suyu hasadı tekniği altında sulama suyu düzeylerinin etkisi

2021 yılında hasat sırasında ortalama 27.2 adet/bitki olarak saptanan bakla sayısı 14.3 ile 36.8 adet/bitki arasında değişim göstermiştir (Şekil 20). Nohut veriminin en önemli göstergelerinden olan bakla sayısının bu değişimi üzerine GT ve SKMYH konularının etkisi $p<0.05$ seviyesinde önemli, sulama oranlarının etkisi $p<0.01$ seviyesinde çok önemli, sulama konularının GT ve SKMYH atında $p<0.05$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Konuların etkileşimleri önemli bir

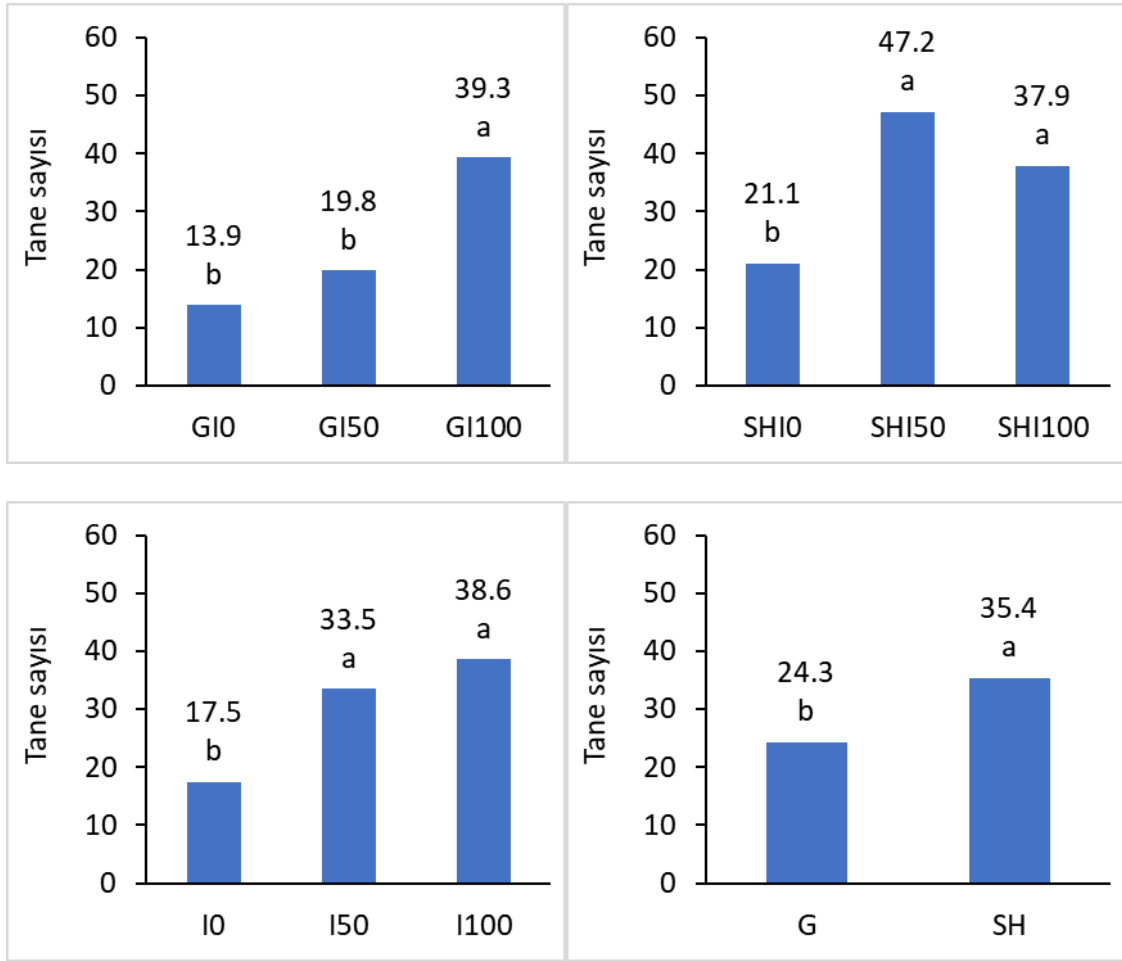
farklılık oluşturmamıştır. GT altında artan sulama suyu miktarına bağlı olarak bakla sayısı bitki başına I_0 konusunda en düşük 14.3 adetten I_{100} konusunda 34.6 adede yükselmiştir. SKYMH altında ise en düşük I_0 konusunda 22.1 adet/bitki, en yüksek I_{50} ve I_{100} konularında 33.8 ve 36.8 adet/bitki bakla elde edilmiştir. Sulama suyu miktarı artışına paralel olarak bakla sayısı I_0 konusunda ortalama 18.2 adetten I_{50} konusunda 27.8 adede ve I_{100} konusunda 35.7 adede çıkmıştır. Uygulanan sulama suyu miktarı artarken bakla sayısı artmıştır. GT uygulamasında ortalama 23.6 adet/bitki olan bakla sayısı SKYMH uygulamasında 30.9 adet/bitki seviyesine çıkmıştır. Dolayısıyla su hasadı bakla sayısını ortalama %31 oranında iyileştirmiştir. GT uygulaması kuru tarım konusu bakla sayısına göre SKYMH uygulaması kuru tarım konusunda %54 daha yüksek bulunmuştur. I_{50} ve I_{100} konularında ise SKYMH konusu bakla sayıları sırasıyla %55 ve %6.4 daha yüksektir. Dolayısıyla SKYMH uygulaması nohut bakla sayısı açısından su stresi şartlarında daha etkin olmuştur.

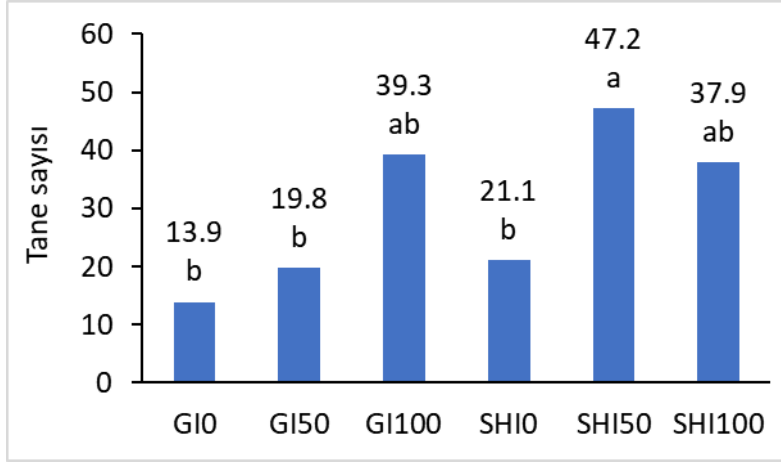


Şekil 20. 2021 yılı bitki bakla sayısı üzerine geleneksel tarım ve sırt-karık mikro havza yağmur suyu hasadı tekniği altında sulama suyu düzeylerinin etkisi

2020 yılında denemede ortalama olarak bir bitkiden 29.8 adet tane hasat edilmiş ve bitki tane sayısı 13.9 ila 47.2 adet arasında değişim göstermiştir (Şekil 21). Sulama oranları hem deneme genelinde ($p < 0.01$) hem de tek tek GT ve SKMYH altında ($p < 0.05$) bitki tane sayısını

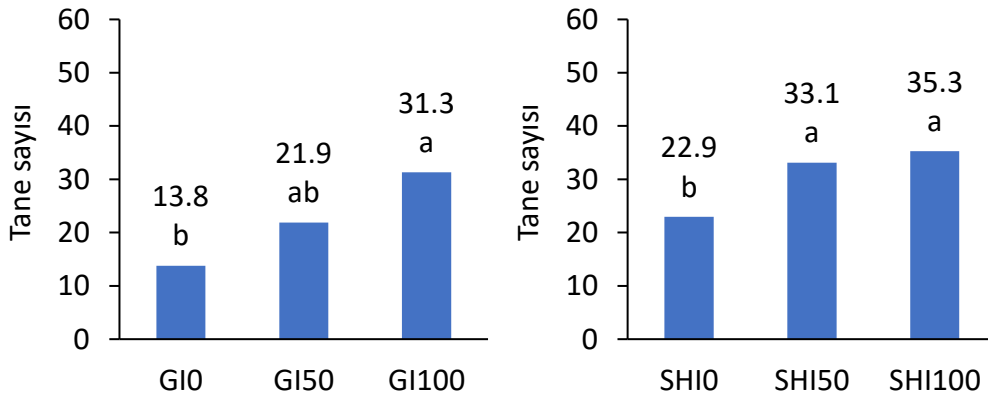
önemli derecede etkilemiştir. Bitki tane sayısı GT ve SKMYH konularına göre ve konu etkileşimlerine göre de önemli şekilde ($p<0.05$) değişim sergilemiştir. Genel olarak en düşük tane sayıları sulama yapılmayan I_0 konularından elde edilmiştir. En fazla tane sayısı GT altında I_{100} , SKMYH altında I_{50} ve I_{100} konularında saptanmıştır. Sulama uygulamalarıyla bitki tane sayısında artış meydana gelmiştir. SKMYH konularında GT konusuna göre daha fazla bitki tane sayısı gözlenmiştir. Dolayısıyla su hasadı bitki tane sayısında artışa neden olmuştur. GT×SKMYH×I etkileşiminde en yüksek bitki tane sayısı SH I_{50} konusundan 47.2 adet ve en düşük GI $_0$ konusundan 17.5 adet elde edilmiştir.

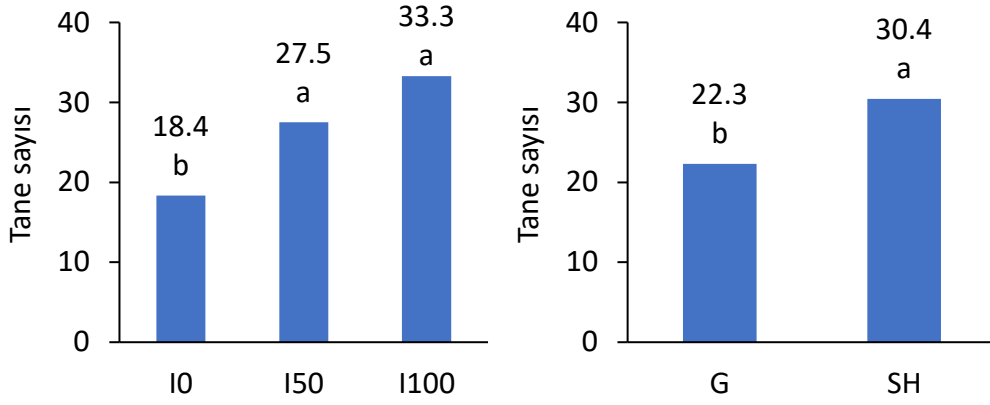




Şekil 21. 2020 yılı bitki tane sayısı üzerine geleneksel tarım ve sırt-karık mikro havza yağmur suyu hasadı tekniği altında sulama suyu düzeylerinin etkisi

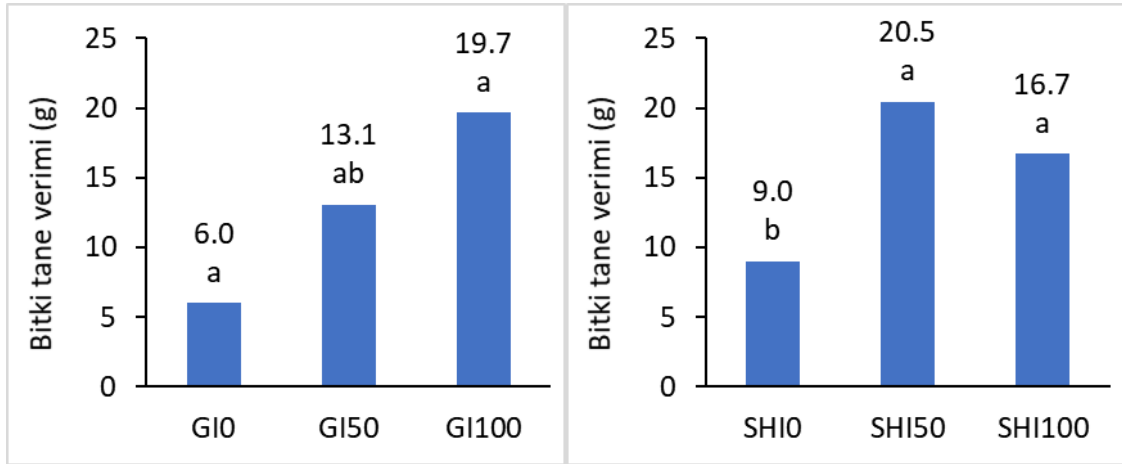
2021 yılında denemede ortalama olarak bir bitkiden 26.4 adet tane elde edilmiş ve bitki tane sayısı 13.8 ila 35.3 adet arasında değişim göstermiştir (Şekil 22). Bitki tane sayısı üzerine GT ve SKYMH uygulamaları altında sulama oranları $p < 0.05$ düzeyinde, tek başına sulama oranlarının etkisi $p < 0.01$ düzeyinde, GT ve SKYMH uygulamalarının etkisi de $p < 0.01$ düzeyinde önemli bulunmuş, GT×SKMYH×I etkileşimi önemli bulunmamıştır. GT uygulaması altında artan sulama oranına bağlı olarak bitki tane sayısı I_0 konusunda 13.8 adetten I_{100} konusunda 21.3 adede, SKYMH uygulaması altında en düşük I_0 konusunda 22.9 adetten I_{50} ve I_{100} konularında en yüksek 33.1 ve 35.3 adede çıkmıştır. Sulama oranlarına bağlı olarak I_0 , I_{50} ve I_{100} konularında bitki tane sayısı sırasıyla 18.4, 27.5 ve 33.3 adet bulunmuştur. Dolayısıyla sulama uygulamaları bitki tane sayısını artırmıştır. GT uygulaması ortalama tane sayısı 22.3 adet iken SKYMH uygulamasında tane sayısı 30.4 adet saptanmıştır. I_0 konularında SKYMH uygulaması tane sayısını GT uygulamasında göre %66, I_{50} konusu %51 ve I_{100} konusu %12 artırmıştır. Su hasadı su stresi koşullarında nohut bitkisinde tane sayını önemli oranlarda iyileştirmiştir.

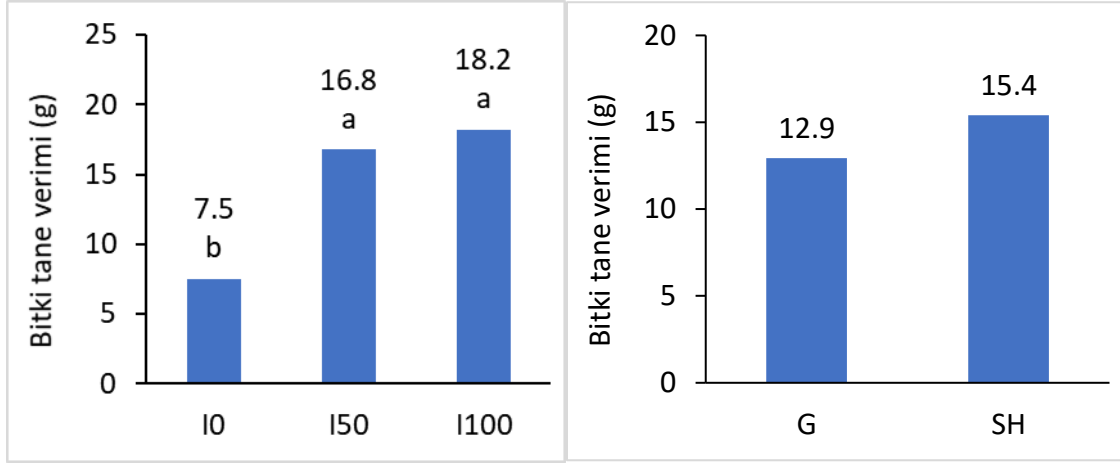




Şekil 22. 2021 yılı bitki tane sayısı üzerine geleneksel tarım ve sırt-karık mikro havza yağmur suyu hasadı tekniği altında sulama suyu düzeylerinin etkisi

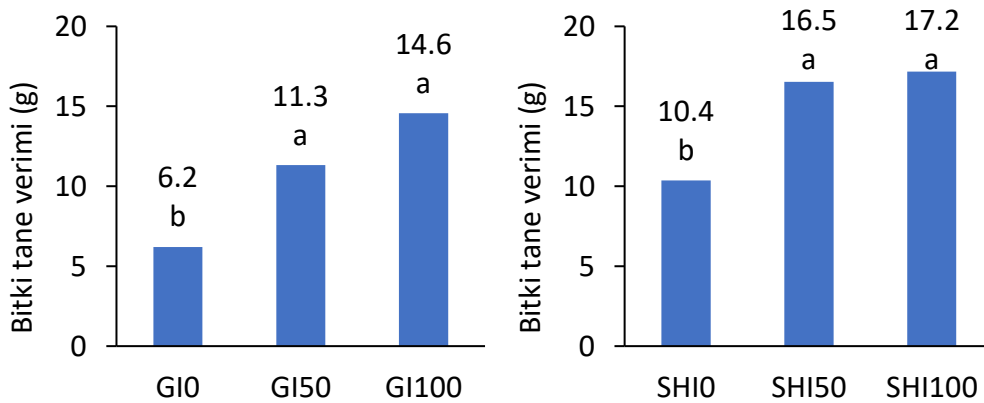
2020 yılında denemede bitki başına ortalama 14.2 g tohum verimi alınmış ve bitki tohum verimi 6.0 ile 20.5 g arasında değişmiştir (Şekil 23). Bitki tane verimi değişimi üzerine sulama oranlarının etkisi $p < 0.01$ seviyesinde çok önemli bulunmuştur. GT ve SKYMH konularına göre ve konular arası etkileşime göre bitki tane verimi önemli şekilde değişmemiştir. En yüksek bitki tane/tohum verimi I_{100} ve I_{50} konularında 18.2 ve 16.8 g saptanmıştır. En az bitki tane verimi sulanmayan I_0 konusunda (7.5 g) saptanmıştır. Yağışla yetişen I_0 konusuna göre bitki tane verimi sulama uygulamalarıyla önemli oranda artmıştır. I_0 konusundan GT altında 6.0 g bitki tohum verimi alınmasına karşılık SKYMH konusun altında 9.0 g alınmıştır.

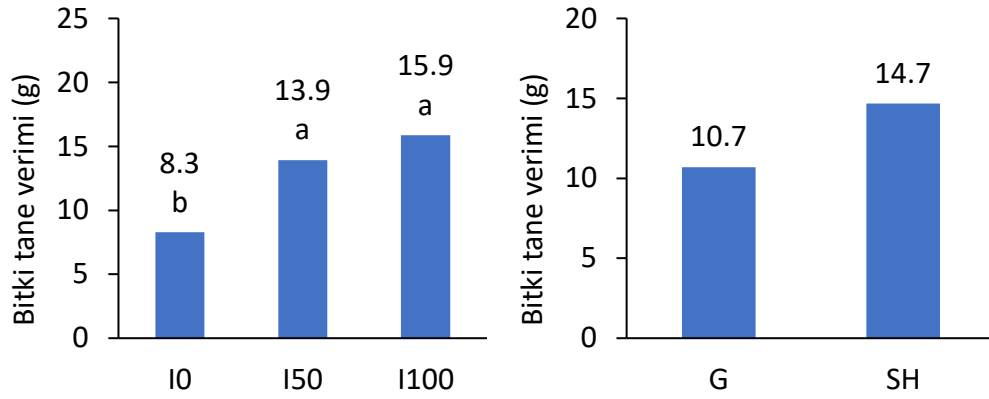




Şekil 23. 2020 yılı bitki tane verimi üzerine geleneksel tarım ve sırt-karık mikro havza yağmur suyu hasadı tekniği altında sulama suyu düzeylerinin etkisi

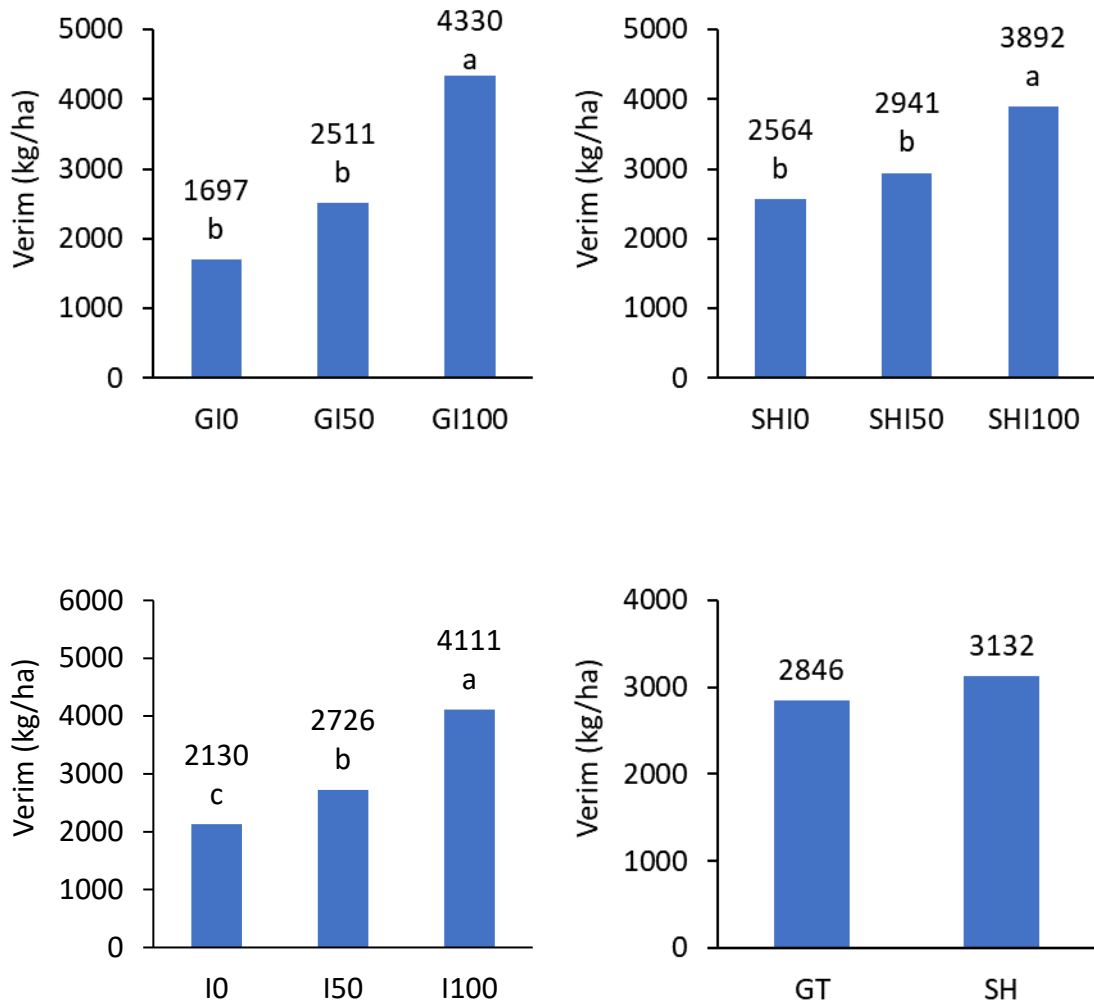
2021 yılında denemede bitki başına ortalama 12.7 g tohum verimi alınmış ve bitki tohum verimi 6.2 ile 17.2 g arasında değişmiştir (Şekil 24). Bitki tane verimi değişimi üzerine sulama oranlarının etkisi $p < 0.01$ seviyesinde çok önemli, GT uygulaması altında $p < 0.01$ düzeyinde ve SKYMH uygulaması altında $p < 0.05$ düzeyinde önemli bulunmuştur. GT ve SKYMH konularına göre bitki tane verimi çok önemli ($p < 0.01$) değişim göstermiştir. Konular arası etkileşim önemli bir değişkenliğe neden olmamıştır. GT uygulamasında en az bitki nohut verimi I_0 konusunda 6.2 g düzeyinden I_{100} konusunda 14.6 g en yüksek düzeye çıkmıştır. SKYMH altında ise en az I_0 konusunda 10.4 g olan bitki tane verimi en yüksek I_{50} ve I_{100} konularında 16.5 ve 17.2 g düzeylerine yükselmiştir. I_0 , I_{50} ve I_{100} konularında bitki tane verimi ortalama olarak en düşükten en yükseğe doğru 8.3 g, 13.9 g ve 15.9 g saptanmıştır. Bitki tane verimi GT uygulamasında 10.7 g ile en düşük ve SKYMH uygulamasında 14.7 g en yüksek bulunmuştur. Dolayısıyla su hasadı bitki tane verimini iyileştirmiştir. Geleneksel kuru tarım konusu (I_0) dikkate alındığında SKYMH I_0 konusu bitki tane verimini %67 artırmıştır. I_{50} ve I_{100} konuları da GT uygulamasındaki karşılıklarına göre SKYMH uygulamasında bitki tane verimini %46 ve %18 artırmıştır. SKYMH uygulaması su stresi şartlarında nohut bitkisi tane verimini önemli oranda iyileştirmiştir.





Şekil 24. 2021 yılı bitki tane verimi üzerine geleneksel tarım ve sırt-karık mikro havza yağmur suyu hasadı tekniği altında sulama suyu düzeylerinin etkisi

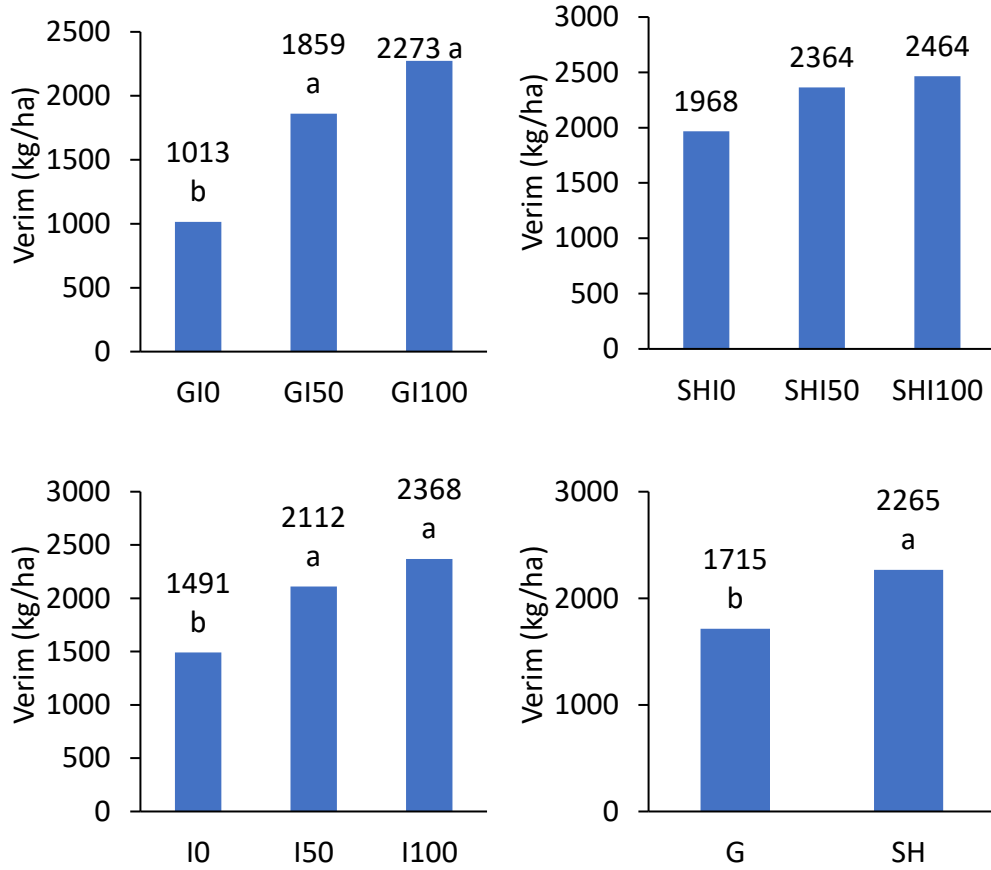
Denemede 2020 yılında nohuttan ortalama 2989 kg/ha tane verimi alınmıştır. Tane verimi 1697 kg/ha ile 4330 kg/ha arasında değişim göstermiştir (Şekil 25). Tane verimi değişimi üzerine tüm konular birlikte değerlendirildiğinde sulama oranlarının etkisi önemli bulunurken ayrı ayrı ise hem GT konuları hem de SKMYH konuları altında sulama oranlarının etkisi $p < 0.05$ seviyesinde önemli bulunmuştur. GT ve SKMYH konuları arası verim farkı ise önemli bulunmamıştır. Denemede sulama oranlarının artmasıyla birlikte ortalama tane verimi artmıştır. En fazla tane verimi I_{100} konusundan 4111 kg/ha, sonra I_{50} konusundan 2726 kg/ha ve en az I_0 konusundan 2130 kg/ha verim elde edilmiştir. GT ve SKMYH konuları altında artan sulama oranlarıyla birlikte tane verimi artmıştır. Sulanmayan I_0 konusunda GT altında 1697 kg/ha verim alınmasına karşılık SKMYH konusunda 2564 kg/ha verim alınmıştır. I_{50} konularında GT altında 2511 kg/ha verim elde edilmesine karşılık SKMYH altında 2941 kg/ha verim elde edilmiştir. Tam sulama konularında ise SKMYH konusundan GT konusuna göre bir miktar daha düşük verim alınmıştır. Dolayısıyla SKMYH nohut tarımında eksik sulama şartlarında verim artışına katkı sağlamıştır. I_0 ve I_{50} konularında SKMYH nohut verimini sırasıyla %51 ve %17 verimi artırmıştır.



Şekil 25. 2020 yılı nohut tane verimi üzerine geleneksel tarım ve sırt-karık mikro havza yağmur suyu hasadı tekniği altında sulama suyu düzeylerinin etkisi

Denemede 2021 yılında nohuttan ortalama 1990 kg/ha tane verimi alınmıştır. Tane verimi 1013 kg/ha ile 2464 kg/ha arasında değişim göstermiştir (Şekil 26). Tane verimi değişimi üzerine sulama oranlarının etkisi $p < 0.01$ seviyesinde ve GT uygulaması altında $p < 0.01$ seviyesinde çok önemli bulunmasına karşılık SKYMH altında önemli bulunmamıştır. Konular arası etkileşimi nohut verimini önemli düzeyde değiştirmemesine karşın GT ve SKYMH konuları $p < 0.01$ düzeyinde çok önemli şekilde farklı bulunmuştur. GT uygulaması altında nohut verimi I_0 konusunda 1013 kg/ha ile en az verime, I_{50} ve I_{100} konuları 1859 kg/ha ve 2273 kg/ha değerleri ile en yüksek verime sahip olmuşlardır. SKYMH altında sulama oranları verimde önemli bir fark meydana getirmemiştir. Denemede sulama oranlarına göre ortama olarak I_0 , I_{50} ve I_{100} konularında 1491 kg/ha, 2112 kg/ha ve 2368 kg/ha nohut verimi alınmıştır. GT I_0 konusuna göre SKYMH I_0 konusu nohut verimi %94 artırmıştır. I_{50} ve I_{100} konularında bu artış sırasıyla %27 ve %8.4 olmuştur. Kuru tarım şartlarında yağmur suyu hasadı nohut verimi çok önemli oranda artırmıştır. Burada dikkate değer bir sonuç ise 125.3 mm sulama suyu uygulanan SHI₅₀ konusundan 2364 kg/ha verim alınmasına karşılık 248.3 mm sulama suyu

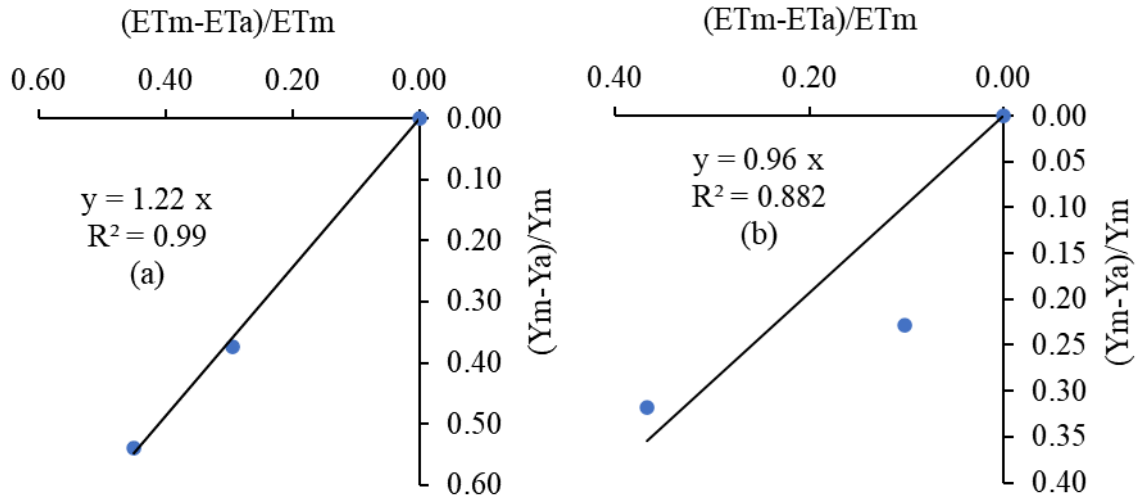
uygulanan GI₁₀₀ konusundan 2273 kg/ha verim alınmasıdır. Sulu tarımda suyun kıt olduğu şartlarda SKYMH altında neredeyse yarı yarıya daha az su uygulamasıyla geleneksel tarımda %100 su uygulaması kadar verim alınmış olmasıdır. Ülkemizde kurak geçen 2021 yılında sulanan alanların çoğunda su kıtlığı nedeniyle su tasarrufu yoluna gidilmiş ve çiftçilere birkaç sulama yapmasına izin verilmiştir.



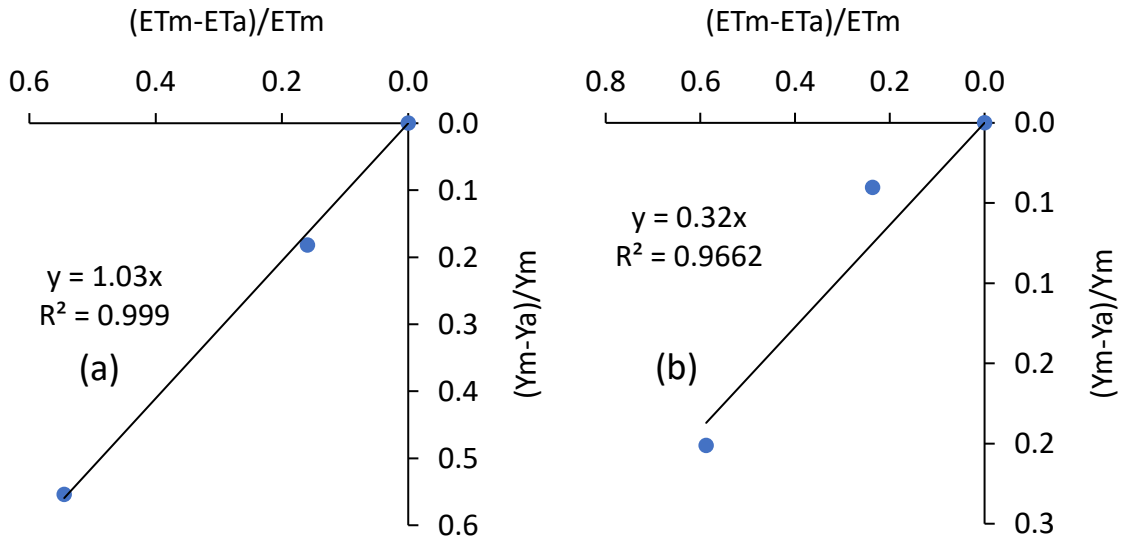
Şekil 26. 2021 yılı tane verimi üzerine geleneksel tarım ve sırt-karık mikro havza yağmur suyu hasadı tekniği altında sulama suyu düzeylerinin etkisi

4.3.4. Verim Tepki Faktörü ve Su Kullanım Etkinlikleri

Bitkinin su stresine karşı duyarlılığını gösteren verim tepki faktörü her iki deneme yılı için Şekil 27 ve 28’de gösterilmiştir. Geleneksel tarımda 1.yıl $ky = 1.22$ ve 2.yıl $ky = 1.03$ saptanmıştır. Kurak koşullarda yetiştirilen ve verim alınan nohut bitkisinin ky değerinin her iki yıl da 1’in üstünde çıkması, sulama yapılması durumunda verimde önemli artışlar olacağını göstermekte olduğu gibi aynı zamanda su stresi şartlarında önemli verim düşüşleri olacağını da göstermektedir. SKMYH altında nohut ky değerleri 1.yıl 0.96 ve 2.yıl 0.32 hesaplanmıştır. Her iki yıl için GT konularına göre ky düşmüştür. Dolayısıyla su hasadı uygulamaları nohut bitkisinin kuraklığa karşı direncini artırmıştır.



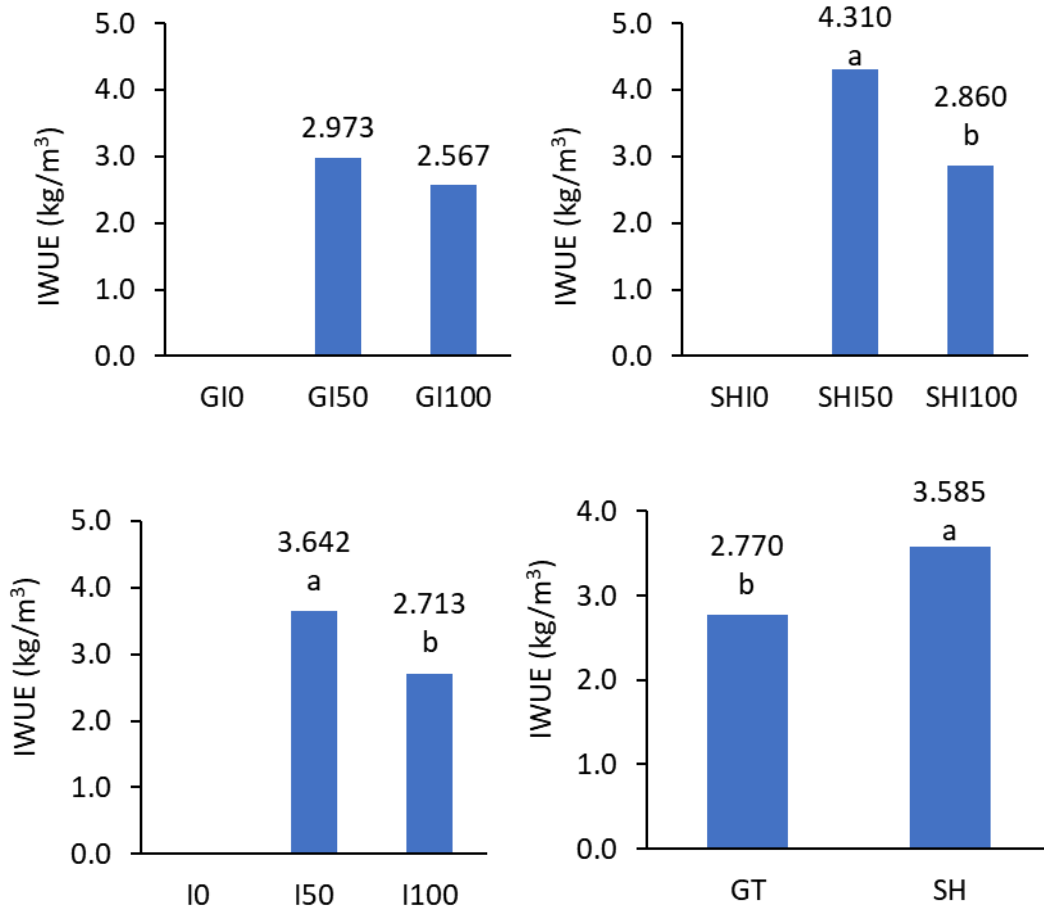
Şekil 27. 2020 yılı geleneksel tarım (a) ve sırt karık mikro havza yağmursuyu hasadı (b) altında nohut bitkisi verim tepki faktörü (ky)



Şekil 28. 2021 yılı geleneksel tarım (a) ve sırt karık mikro havza yağmursuyu hasadı (b) altında nohut bitkisi verim tepki faktörü (ky)

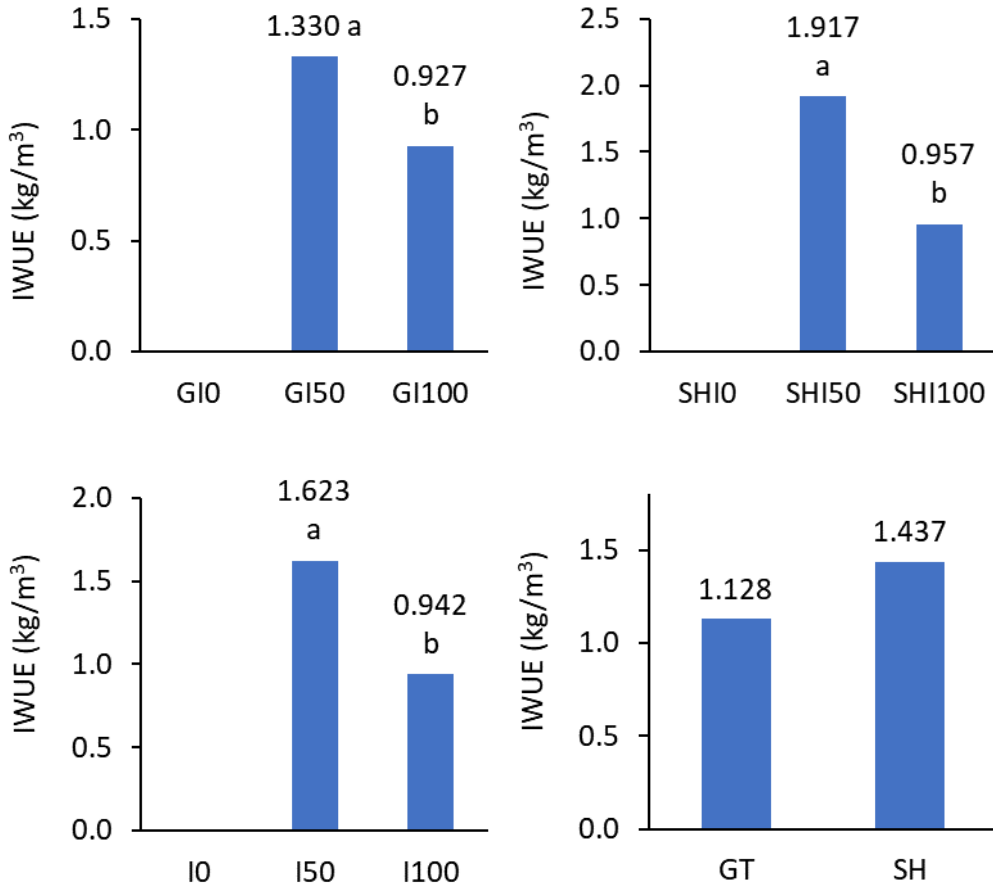
Su kullanım etkinliğinin (IWUE) konulara göre değişimi 2020 yılı için Şekil 29'da verilmiştir. Denemede ortalama olarak uygulanan 1 m^3 sulama suyuna karşılık 3.18 kg nohut tane verimi alınmıştır. IWUE üzerine sulama oranlarının etkisi SKMYH konusu altında $p < 0.01$ düzeyinde, deneme genelinde sulama oranlarının etkisi $p < 0.01$ düzeyinde ve geleneksel tarım ve su hasadı tekniğine göre $p < 0.05$ düzeyinde etkili olmuştur. GT altında 1 m^3 sulama suyuna karşılık I_{50} ve I_{100} için 2.973 ve 2.567 kg/m^3 ürün alınmasına karşılık SKMYH altında 4.31 ve 2.86 kg/m^3 ürün alınmıştır. Uygulanan sulama suyu miktarının artmasıyla 1 m^3 sulama suyu için elde edilen verim azalmış ve denemede sulama suyu etkinliği I_{50} konusundan 3.642 kg/m^3 ve I_{100} konusunda 2.713 kg/m^3 elde edilmiştir. En yüksek IWUE oranları I_{50} konularında saptanmıştır.

Geleneksel tarımda 2.770 kg/m³ olan IWUE, yağmur suyu hasadı altında 3.585 kg/m³ düzeyine çıkmıştır. SKMYH sulama suyu kullanım etkinliğini artırmıştır.



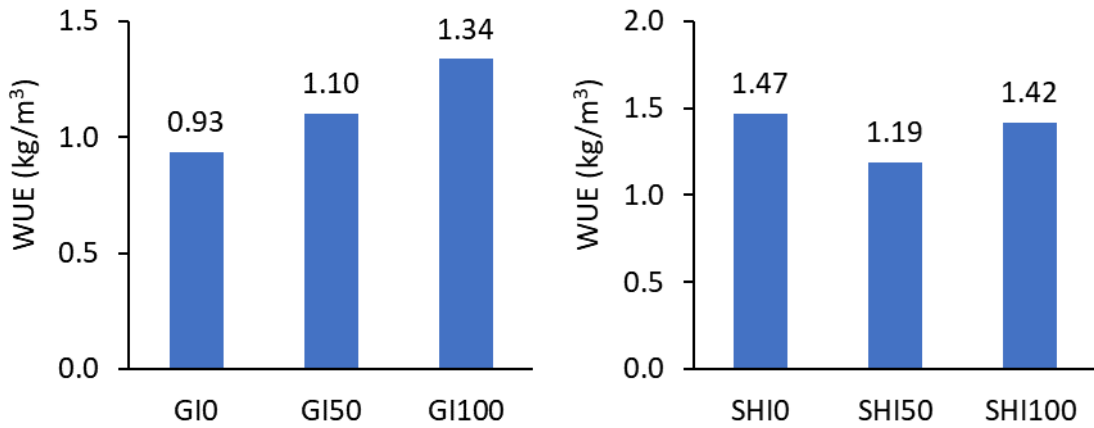
Şekil 29. 2020 yılı sulama suyu kullanım etkinliğinin (IWUE) geleneksel tarım ve sırt-karık mikro havza yağmur suyu hasadı konuları altında farklı sulama düzeylerine göre değişimi

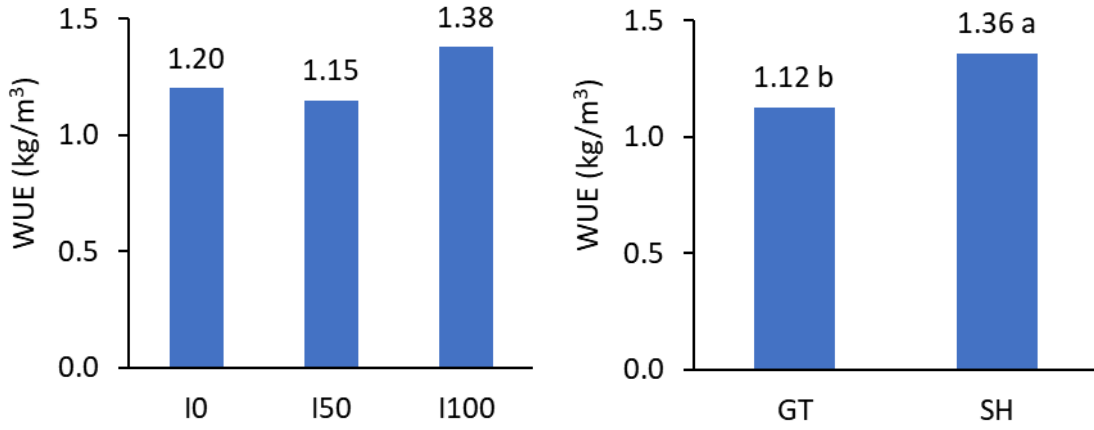
Sulama suyu kullanım etkinliğinin (IWUE) konulara göre değişimi 2021 yılı için Şekil 30'da verilmiştir. Denemede ortalama olarak uygulanan 1 m³ sulama suyuna karşılık 1.283 kg nohut tane verimi alınmıştır. IWUE üzerine sulama oranlarının etkisi p<0.05 düzeyinde önemli şekilde etkili bulunmuş, SKMYH ve GT konuları arası fark ve konular arası etkileşimler önemli bulunmamıştır. GT altında IWUE I₅₀ ve I₁₀₀ için 1.33 ve 0.93 kg/m³ olmasına karşılık SKMYH altında 1.92 ve 0.96 kg/m³ bulunmuştur. Uygulanan sulama suyu miktarının artmasıyla 1 m³ sulama suyu için elde edilen verim azalmış ve denemede sulama suyu etkinliği I₅₀ konusundan 1.62 kg/m³ ve I₁₀₀ konusunda 0.94 kg/m³ elde edilmiştir. En yüksek IWUE oranları I₅₀ konularında saptanmıştır. Su stresi nohut bitkisi su kullanım verimliliğini artırmıştır. Geleneksel tarımda 1.13 kg/m³ olan IWUE, yağmur suyu hasadı altında 1.44 kg/m³ düzeyine çıkmış ancak fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır.



Şekil 30. 2021 yılı sulama suyu kullanım etkinliğinin (IWUE) geleneksel tarım ve sırt-karık mikro havza yağmur suyu hasadı konuları altında farklı sulama düzeylerine göre değişimi

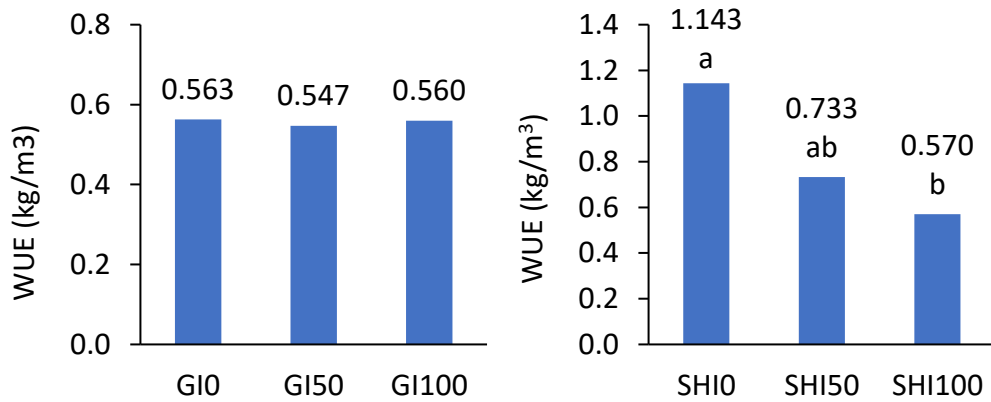
Denemede 2020 yılında ortalama olarak tüketilen 1 m³ su için 1.24 kg nohut verimi elde edilmiştir. Su kullanım etkinliğinin konulara göre değişimi Şekil 31’de grafiksel olarak gösterilmiştir. WUE 0.93 ile 1.47 kg/m³ arasında değişim sergilemiş ancak bu değişime yalnızca GT ve SKMYH arası fark önemli bulunmuştur. GT konusu için WUE ortalama 1.12 kg/m³ ve SKMYH için 1.36 kg/m³ olmuştur. Dolayısıyla sırtları plastik örtülü sırt-karık mikro havza yağmur suyu hasat sistemi su kullanım etkinliğini %21.4 artırmıştır.

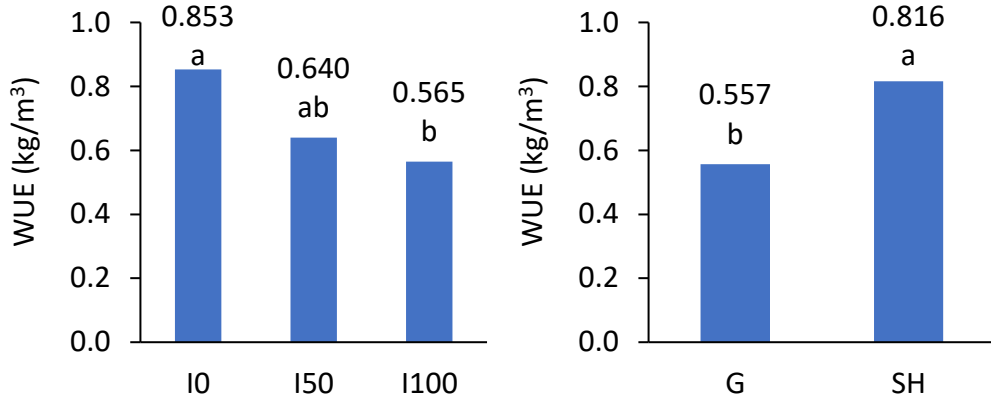




Şekil 31. 2020 yılı nohut denemesinde su kullanım etkinliğinin (WUE) geleneksel tarım ve sırt-karık mikro havza yağmur suyu hasadı konuları altında farklı sulama düzeylerine göre değişimi

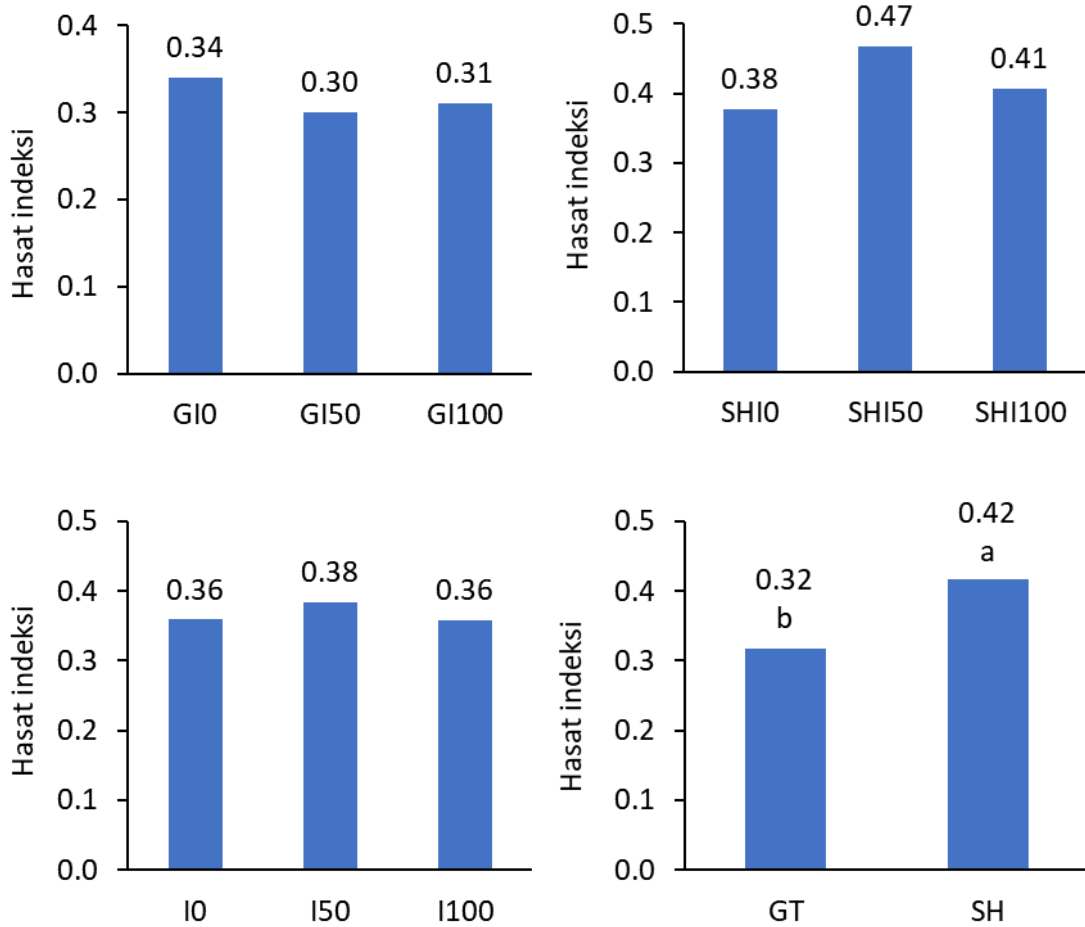
Toplam tüketilen su verimliliği (WUE) dikkate alındığında denemede 2021 yılında ortalama olarak tüketilen 1 m³ su için 0.719 kg nohut verimi elde edilmiştir. Su kullanım etkinliğinin konulara göre değişimi ve Duncan grupları Şekil 32’de verilmiştir. WUE 0.547 kg/m³ ile 1.143 kg/m³ arasında değişim göstermiştir. Su kullanım etkinliği üzerine GT altında sulama konularının etkisi önemli bulunmamasına karşılık SKMYH altında p<0.05 düzeyinde, sulama oranlarının genel olarak etkisi p<0.05 düzeyinde ve GT ve SKMYH konuları arası fark ise p<0.01 düzeyinde önemli bulunmuştur. Konular arası etkileşim ise önemli şekilde farklılık oluşturmamıştır. Uygulanan sulama suyu miktarının artmasıyla birlikte SH altında WUE en yüksek I₀ konusunda 1.143 kg/m³ oranında SHI₁₀₀ konusunda 0.57 kg/m³ oranına düşmüştür. Artan sulama oranları denemede nohut su kullanım etkinliğini düşürmüştür, I₀, I₅₀ ve I₁₀₀ konularında WUE 0.853, 0.640 ve 0.565 kg/m³ saptanmıştır. Su hasadı altında ortalama 0.816 kg/m³ olan WUE geleneksel tarımda 0.557 kg/m³ oranına düşmüştür. SKMYH tekniği nohudun su kullanım verimliliğini %47 oranında artırmıştır.



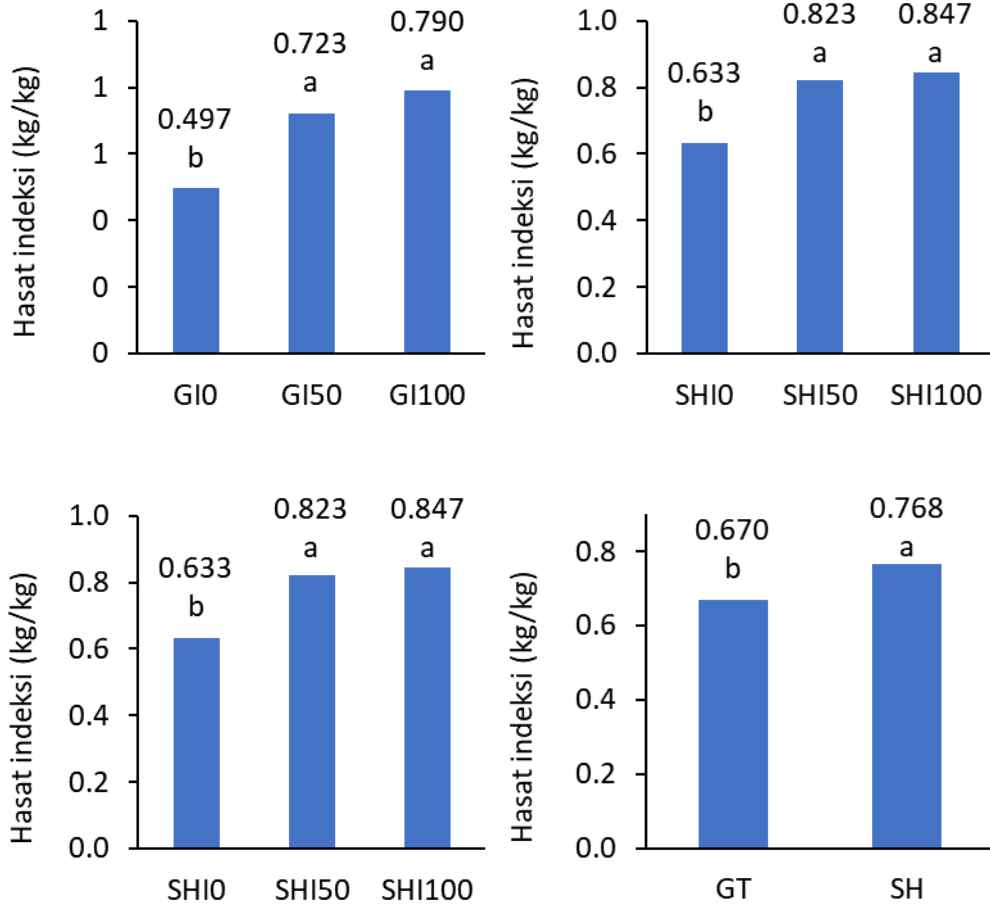


Şekil 32. 2021 yılı su kullanım etkinliğinin (WUE) geleneksel tarım ve sırt-karık mikro havza yağmur suyu hasadı konuları altında farklı sulama düzeylerine göre değişimi

Denemede 1.yıl ve 2.yıl hasat indeksi sonuçları Şekil 33 ve 34'te verilmiştir. 1.yıl ortalama 0.37 olan hasat indeksi 0.30-0.47 arasında değişmiştir. Ortalama toprak üstü kuru biyokütlenin %37'si kadarını nohut verimi oluşturmuştur. Hasat indeksi değişimi üzerine 1.yıl yalnızca geleneksel tarım ve su hasadı uygulamaları farklılığa neden olmuştur. GT konularında ortalama hasat indeksi 0.32 bulunmasına karşılık SKMYH konularında 0.42 bulunmuştur. Dolayısıyla su hasadı hasat indeksini %31 artırmıştır.



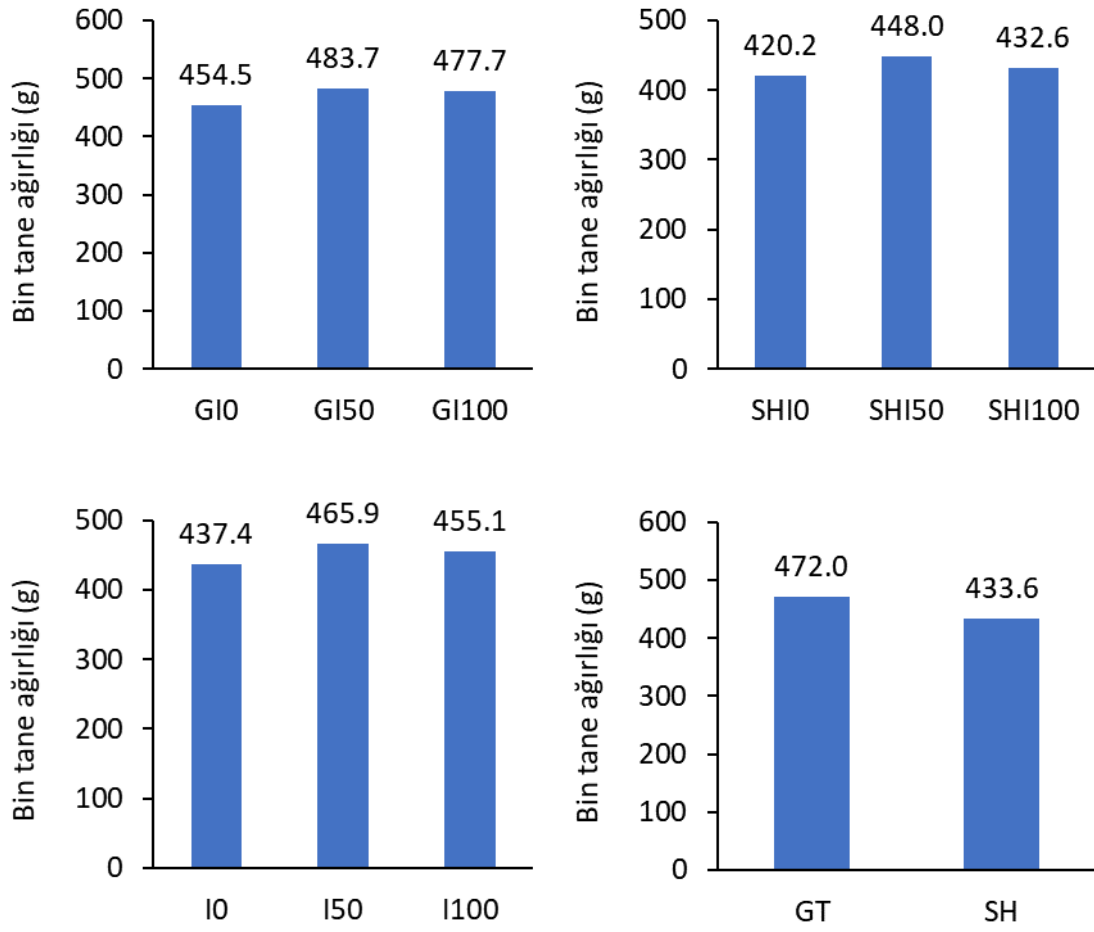
Şekil 33. 2020 yılı hasat indeksinin geleneksel tarım ve sırt-karık mikro havza yağmur suyu hasadı konuları altında farklı sulama düzeylerine göre değişimi



Şekil 34. 2021 yılı hasat indeksinin geleneksel tarım ve sırt-karık mikro havza yağmur suyu hasadı konuları altında farklı sulama düzeylerine göre değişimi

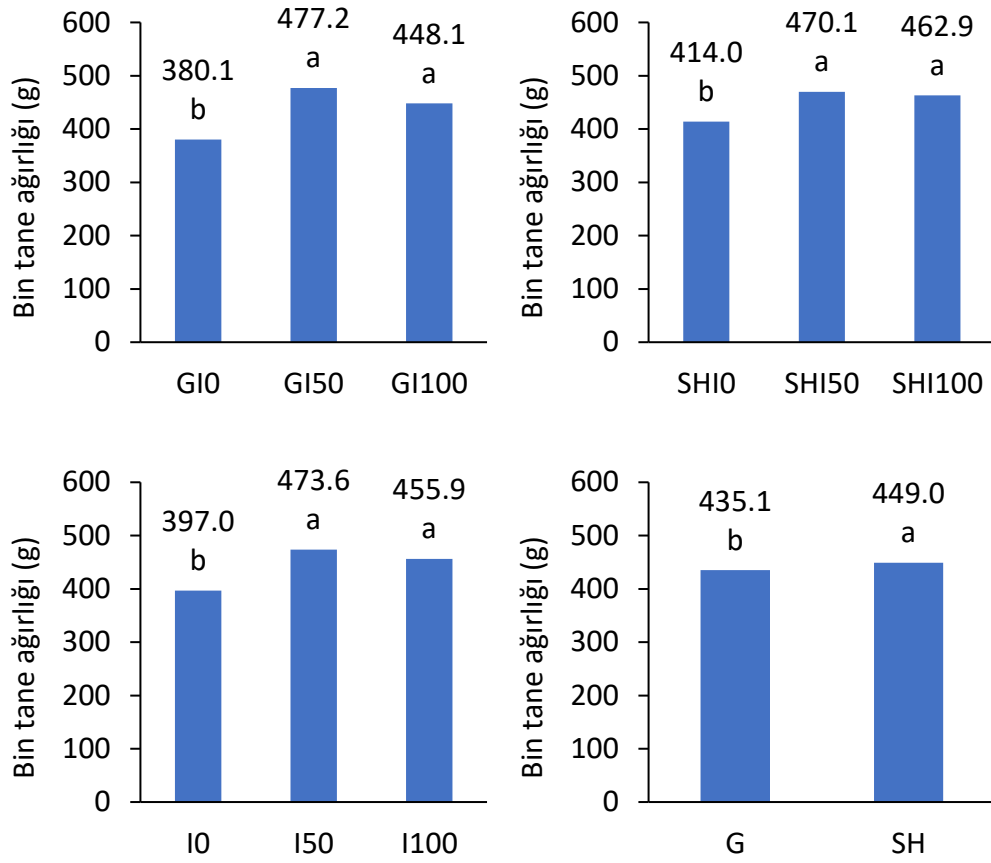
4.3.5. Kalite Özellikleri

2020 yılı ortalama 452.8 g olan bin tane ağırlığı 420.g ile 483.7 g arasında değişim göstermiştir (Şekil 34). Bu değişim üzerine ne sulama uygulamalarının etkisi ne de geleneksel tarım ile su hasadı uygulamalarının etkisi önemli bulunmuştur.



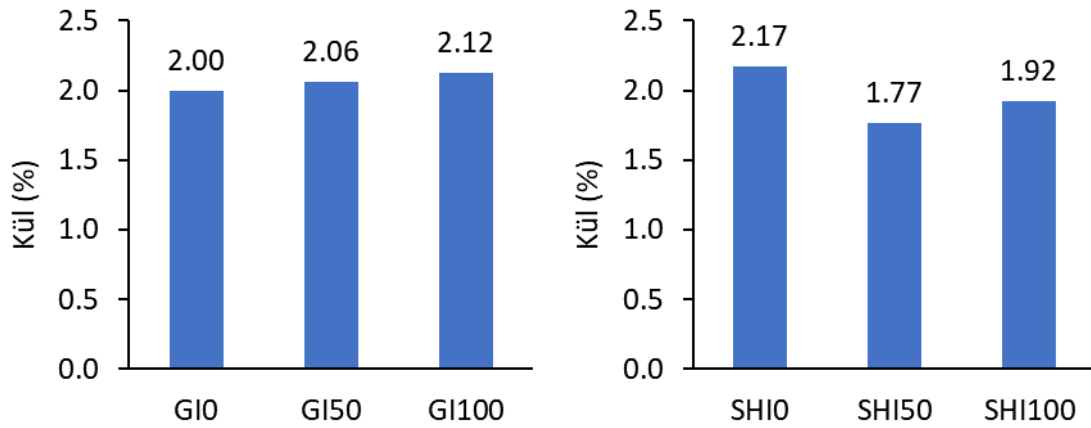
Şekil 35. 2020 yılı bin tane ağırlığı üzerine geleneksel tarım ve sırt-karık mikro havza yağmur suyu hasadı tekniği altında sulama suyu düzeylerinin etkisi

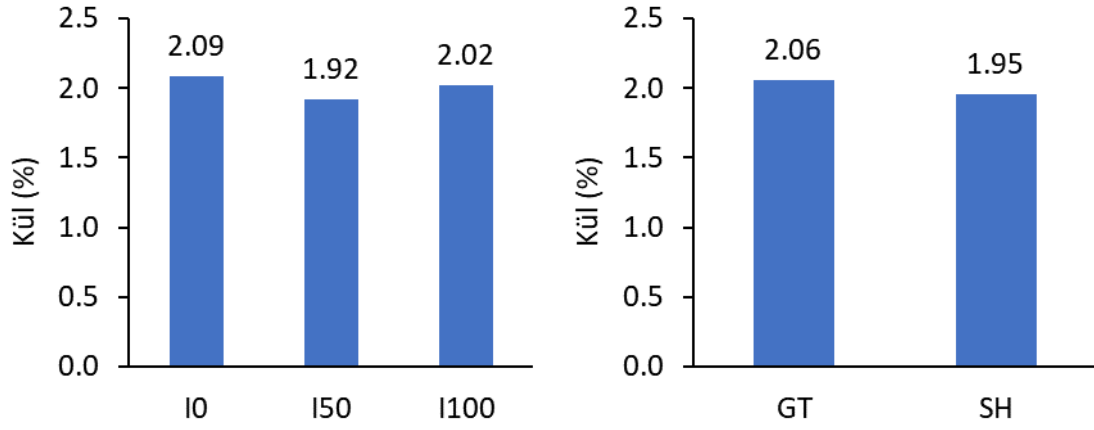
2021 yılında deneme ortalama 442.1 g saptanan bin tane ağırlığı 380.1 g ile 477.2 g arasında değişim göstermiştir (Şekil 36). Bin tane üzerindeki bu değişime konuların etkileşimi dışında tüm uygulamaların etkisi $p < 0.01$ düzeyinde çok önemli bulunmuştur. Bin tane ağırlığı GT ve SKYMH altında en düşük 380.1 g ve 414.0 g saptanmıştır. En yüksek I50 ve I100 konularından GT altında 477.2 g ile 448.1 g ve 470.1 g ile 462.9 g belirlenmiştir. Denemede sulama uygulanmasıyla bin tane ağırlığı artmış ve en düşük bin tane ağırlığı yalnızca kuru tarım konusunda (I₀) gözlenmiştir. GT I₀ konusuna göre SKYMH I₀ konusu bin tane ağırlığında %8.9 kadar bir iyileşme sağlamıştır.



Şekil 36. 2021 yılı bin tane ağırlığı üzerine geleneksel tarım ve sırt-karık mikro havza yağmur suyu hasadı tekniği altında sulama suyu düzeylerinin etkisi

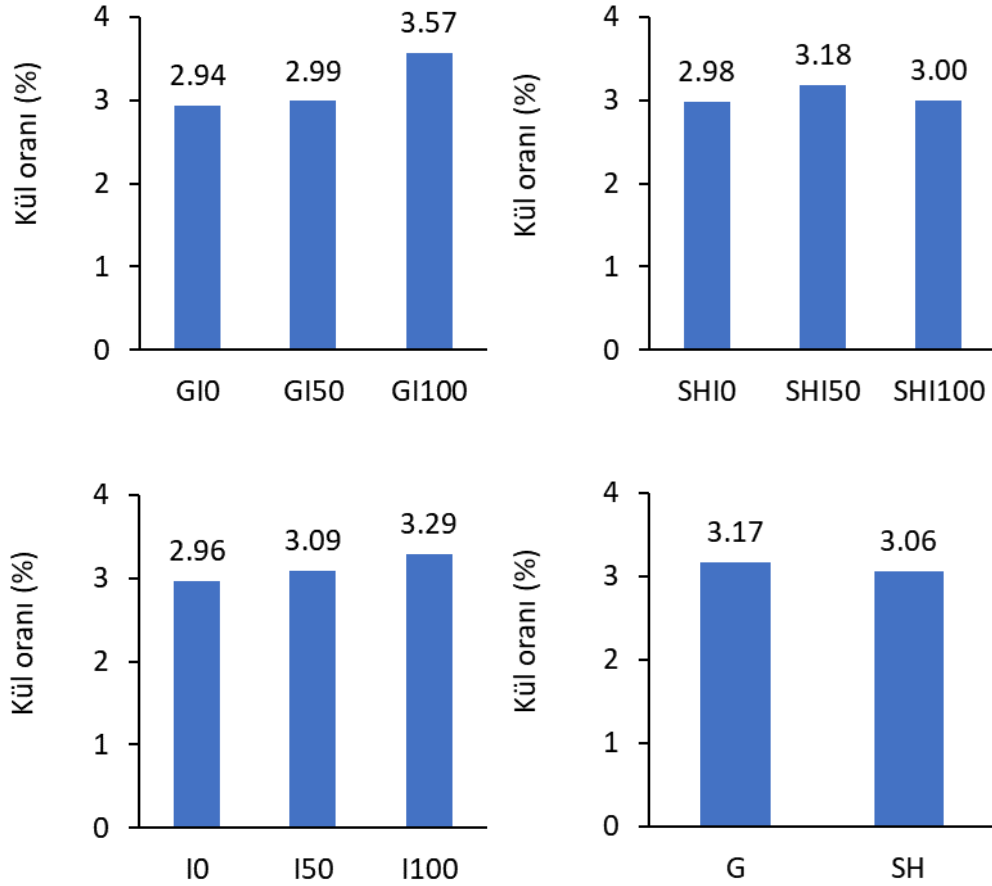
Nohut tanelerinin %2.01 olan ortalama kül oranı denemenin 1.yılında %2.00 ile %2.17 arasında değişim göstermiştir (Şekil 37). Bu değişim üzerine geleneksel tarım ile su hasadı uygulamaları önemli bir fark oluşturmaz iken sulama uygulamalarının etkisi de önemli bulunmamıştır.





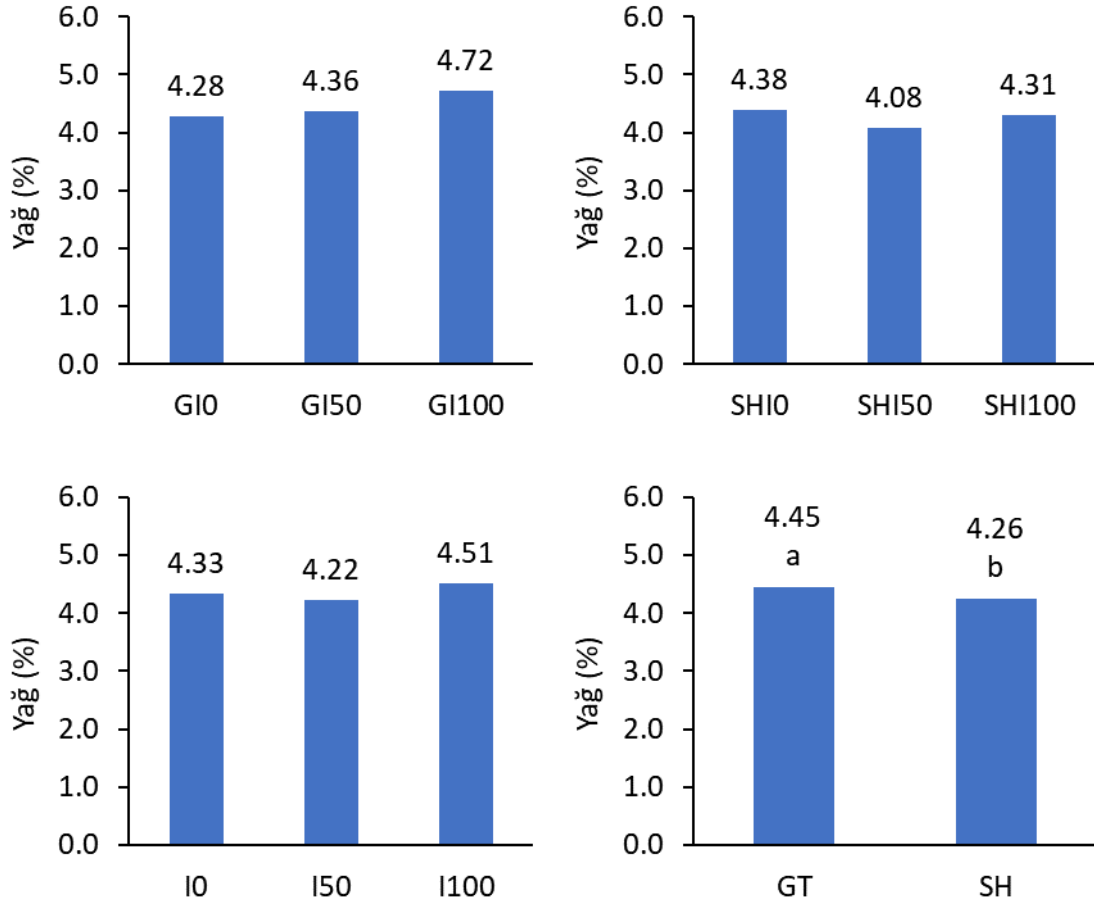
Şekil 37. 2020 yılı nohut taneleri kül oranı üzerine geleneksel tarım ve sırt-karık mikro havza yağmur suyu hasadı tekniği altında sulama suyu düzeylerinin etkisi

Nohut tanelerinin %3.1 olan ortalama kül oranı denemenin 2.yılında %2.94 ile %3.57 arasında değişim göstermiştir (Şekil 38). Bu değişim üzerine geleneksel tarım ile su hasadı uygulamaları önemli bir fark oluşturmaz iken sulama uygulamalarının etkisi de önemli bulunmamıştır.



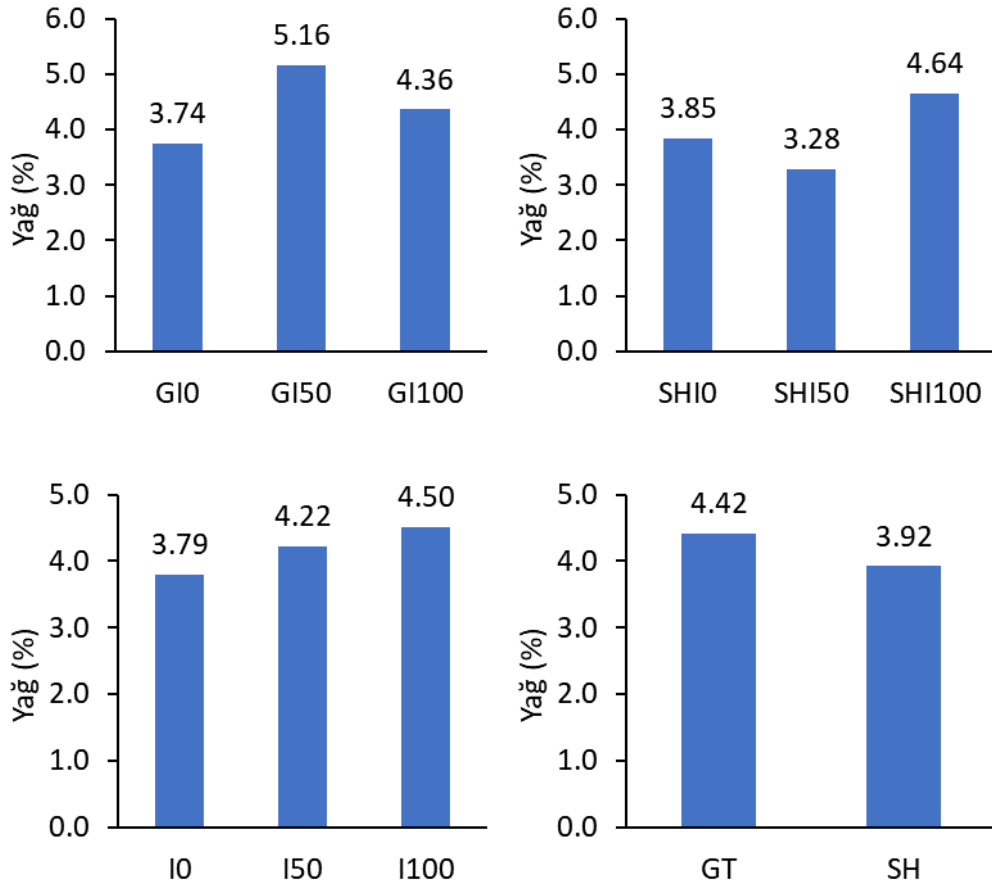
Şekil 38. 2021 yılı nohut taneleri kül oranı üzerine geleneksel tarım ve sırt-karık mikro havza yağmur suyu hasadı tekniği altında sulama suyu düzeylerinin etkisi

Nohut tanelerinin %4.36 olan ortalama yağ oranı denemenin 1.yılında %4.08 ile %4.72 arasında değişim göstermiştir (Şekil 39). Bu değişim üzerine yalnızca geleneksel tarım ile su hasadı uygulamalarının etkisi önemli bulunmuştur. GT konularında ortalama olarak %4.45 yağ içeren nohut taneleri SKMYH altında %4.26 düzeyine düşmüştür. Dolayısıyla SKMYH nohut yağ oranında hafif bir düşüşe neden olmuştur.

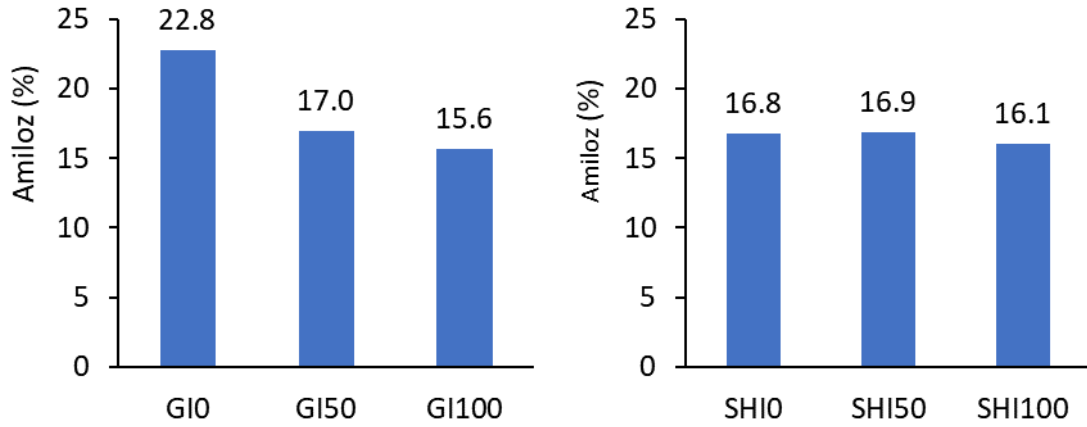


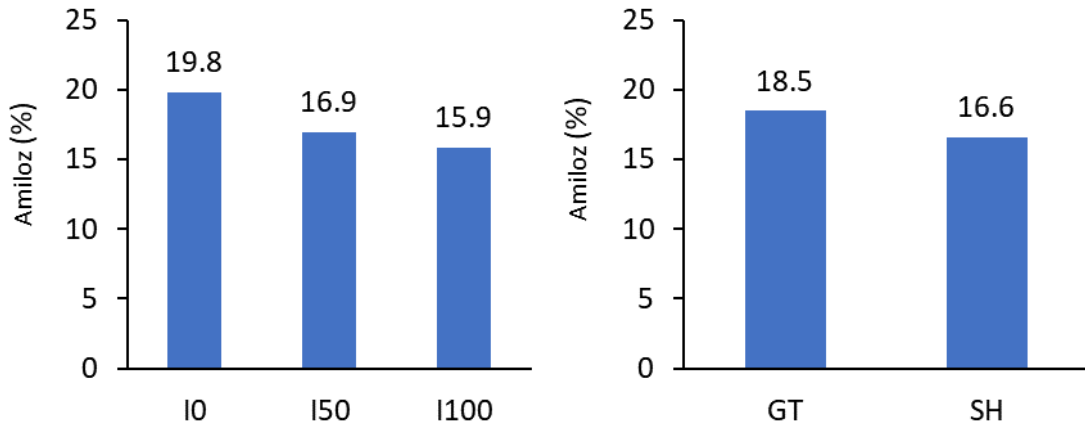
Şekil 39. 2020 yılı nohut taneleri yağ oranı üzerine geleneksel tarım ve sırt-karık mikro havza yağmur suyu hasadı tekniği altında sulama suyu düzeylerinin etkisi

2021 yılında ise nohut taneleri ortalama yağ oranı %4.17 olarak belirlenmiş ve %3.28 ile %5.16 arasında değişim göstermiştir. Bu değişim üzerine konular arası fark önemli bulunmamıştır. Artan sulama düzeyleri ile yağ oranı önemli olmayan düzeyde artmıştır. SKMYH altında da önemli olmayan düşük bir düzeyde yağ oranı azalmıştır (Şekil 40).



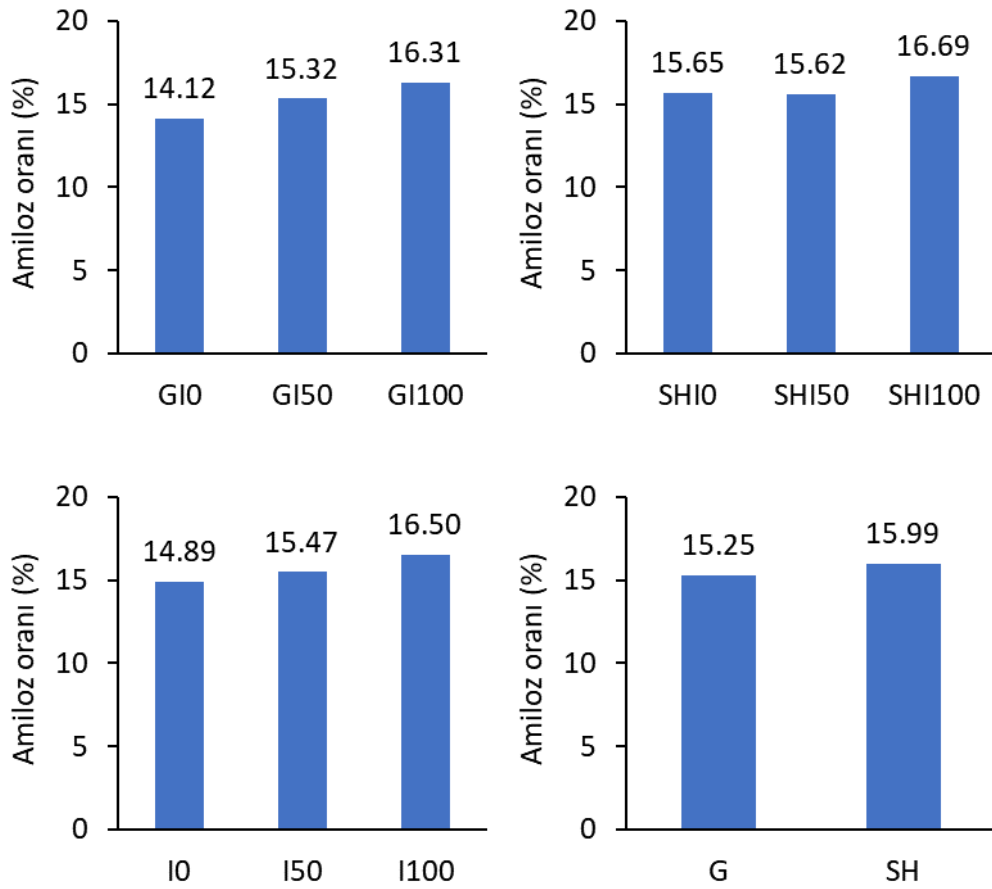
Şekil 40. 2021 yılı nohut taneleri yağ oranı üzerine geleneksel tarım ve sırt-karık mikro havza yağmur suyu hasadı tekniği altında sulama suyu düzeylerinin etkisi



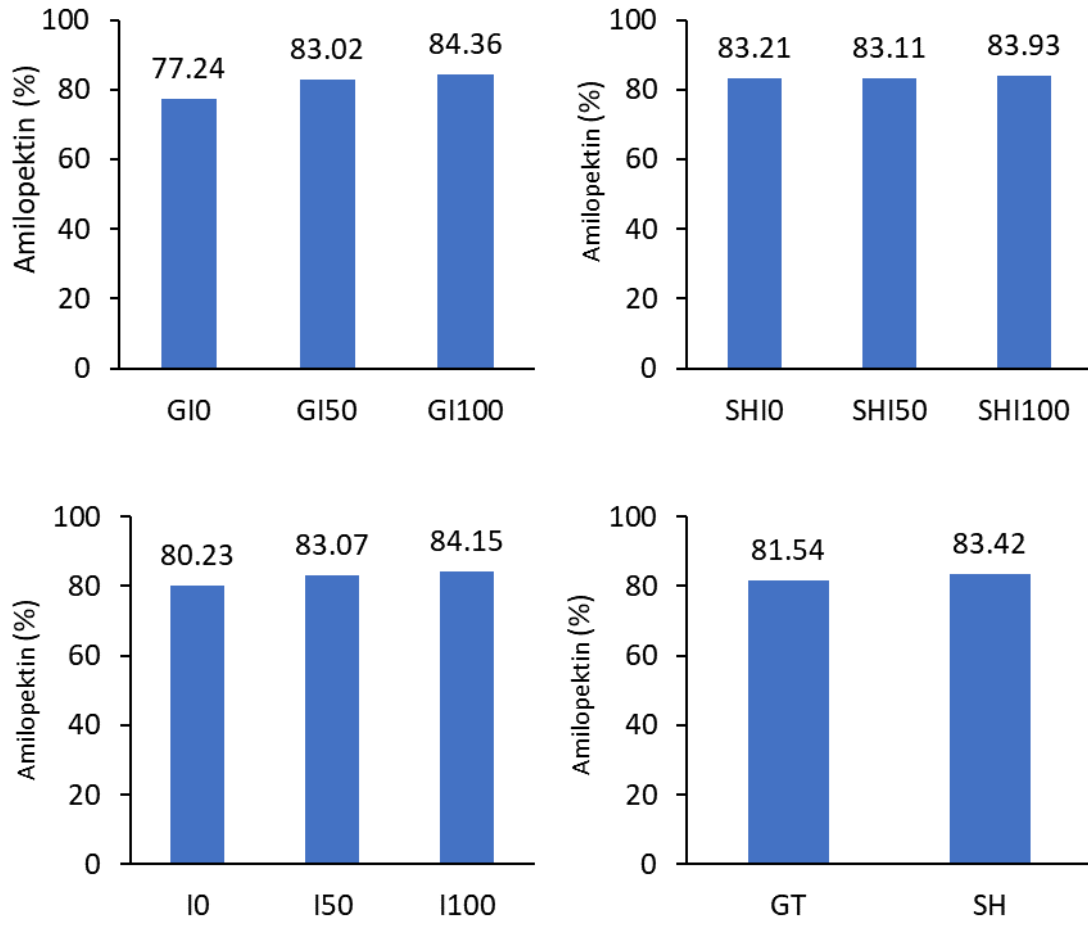


Şekil 41. 2020 yılı nohut taneleri amiloz içeriği üzerine geleneksel tarım ve sırt-karık mikro havza yağmur suyu hasadı tekniği altında sulama suyu düzeylerinin etkisi

Nohut taneleri ortalama amiloz miktarı 2020 yılı için %15.6-22.8 aralığında bulunmuş olup denemede 2021 yılında uygulamalara göre amiloz oranı %14.12 ile %16.69 arasında değişim göstermiştir (Şekil 42). Bu değişim üzerine ne sulama oranlarının ne geleneksel tarım sistemi ve ne de su hasadı sisteminin etkisi önemli bulunmuştur.

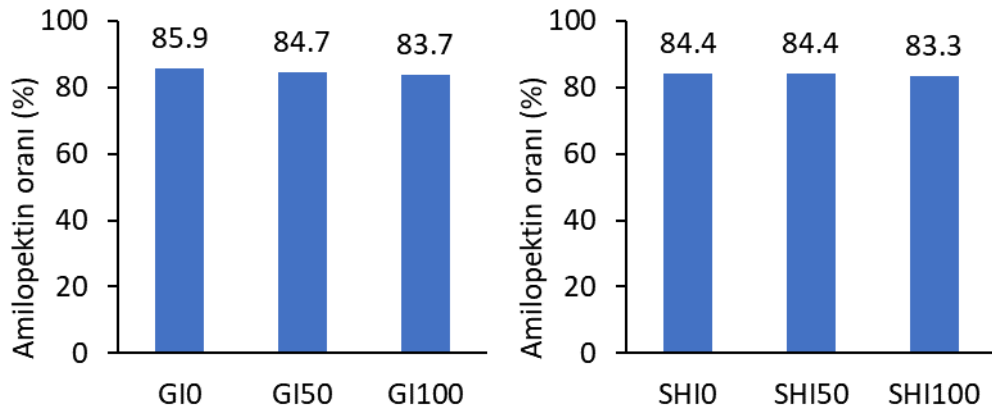


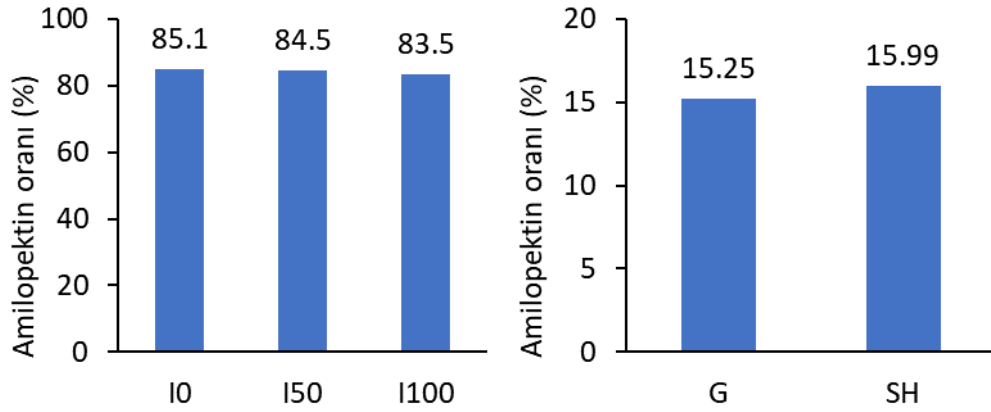
Şekil 42. 2021 yılı nohut taneleri amiloz içeriği üzerine geleneksel tarım ve sırt-karık mikro havza yağmur suyu hasadı tekniği altında sulama suyu düzeylerinin etkisi



Şekil 43. 2020 yılı nohut taneleri amilopektin içeriği üzerine geleneksel tarım ve sırt-karık mikro havza yağmur suyu hasadı tekniği altında sulama suyu düzeylerinin etkisi

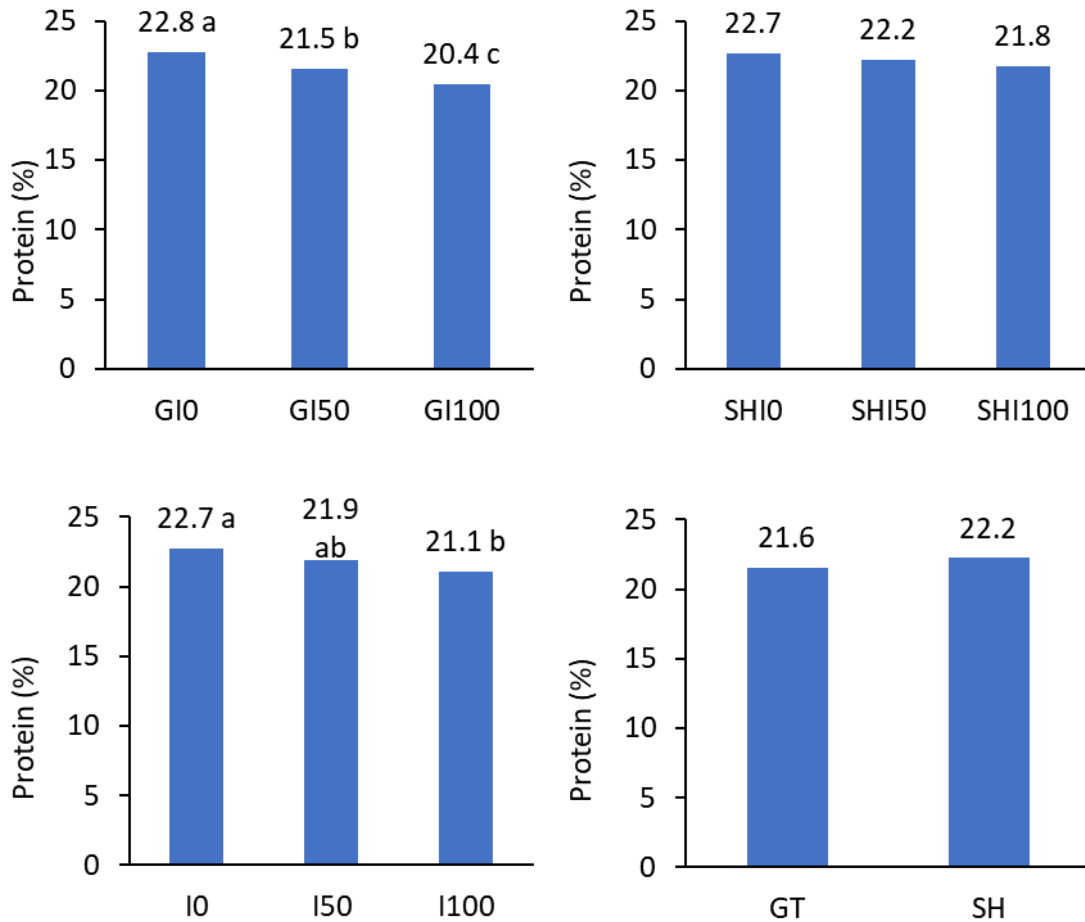
Nohut taneleri ortalama amilopektin oranı %84.4 bulunmuş olup denemede 2021 yılında uygulamalara göre amilopektin oranı %83.3 ile %85.9 arasında değişim göstermiştir (Şekil 44). Bu değişim üzerine ne sulama oranlarının ne geleneksel tarım sistemi ve ne de su hasadı sisteminin etkisi önemli bulunmuştur.



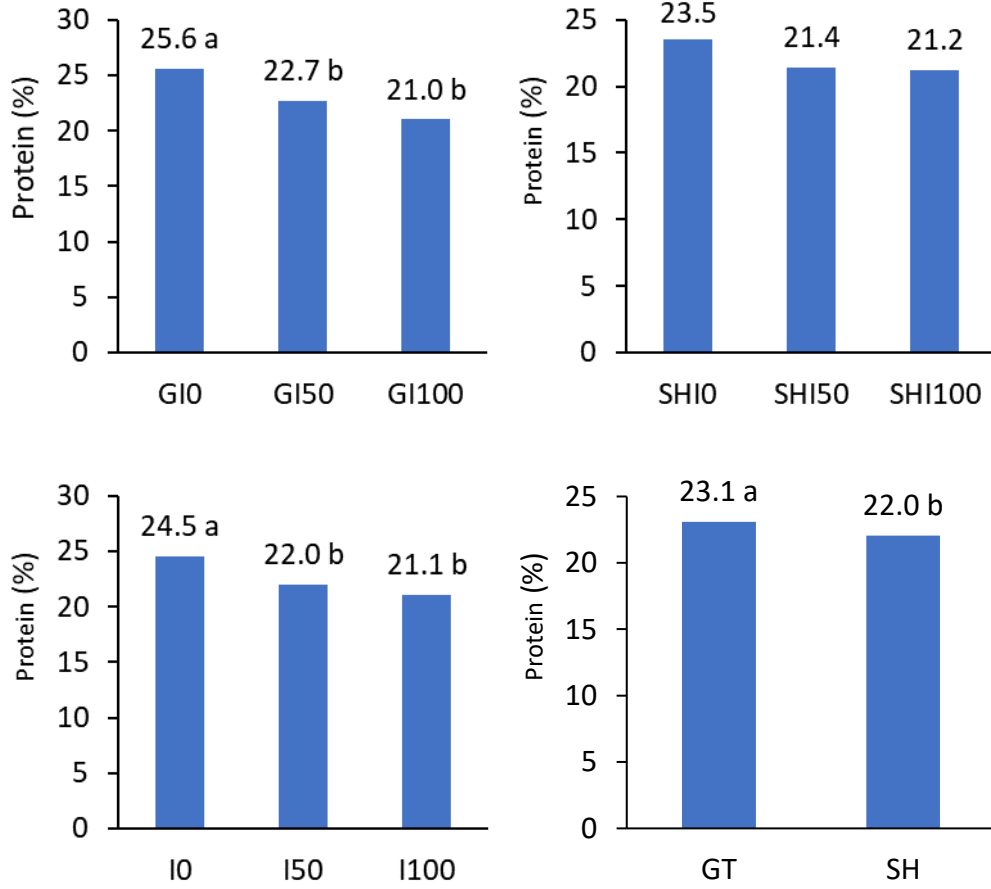


Şekil 44. 2021 yılı nohut taneleri amilopektin içeriği üzerine geleneksel tarım ve sırt-karık mikro havza yağmur suyu hasadı tekniği altında sulama suyu düzeylerinin etkisi

Nohut taneleri protein yüzdesi 2020 yılında %21.9 bulunmuştur (Şekil 45). Denemede protein oranı en az %20.4 ile %22.8 arasında değişim göstermiştir. Söz konusu değişim üzerine geleneksel tarım koşullarında sulama oranının etkisi çok önemli ($p < 0.01$) ve deneme ortalamasına göre yine sulama oranlarının etkisi önemli ($p < 0.05$) bulunmuştur. Su stresi şartları nohut taneleri protein oranını artırmış ve artan sulama suyu uygulamalarıyla protein oranı düşüş sergilemiştir. 2021 yılı içinde su stresinin protein oranını artırdığı gözlenmiştir.

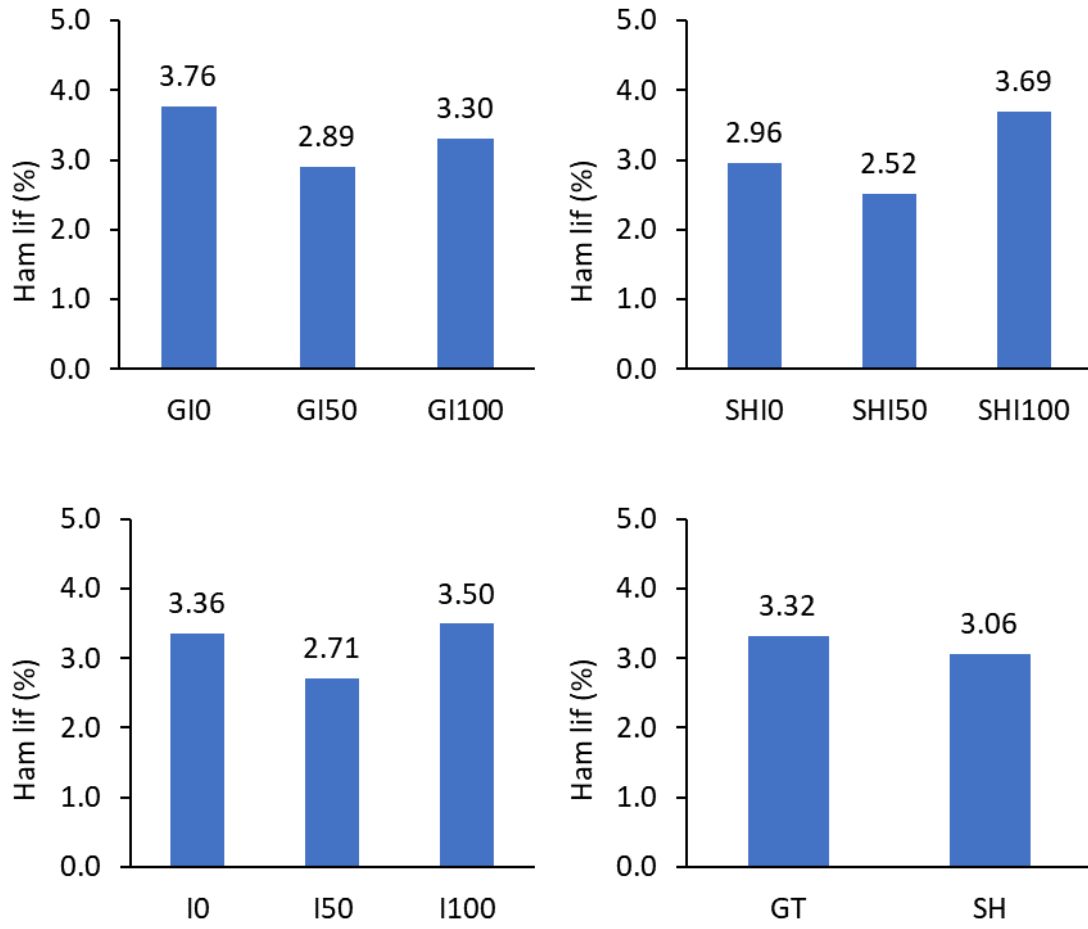


Şekil 45. 2020 yılı nohut protein oranı üzerine geleneksel tarım ve sırt-karık mikro havza yağmur suyu hasadı tekniği altında sulama suyu düzeylerinin etkisi

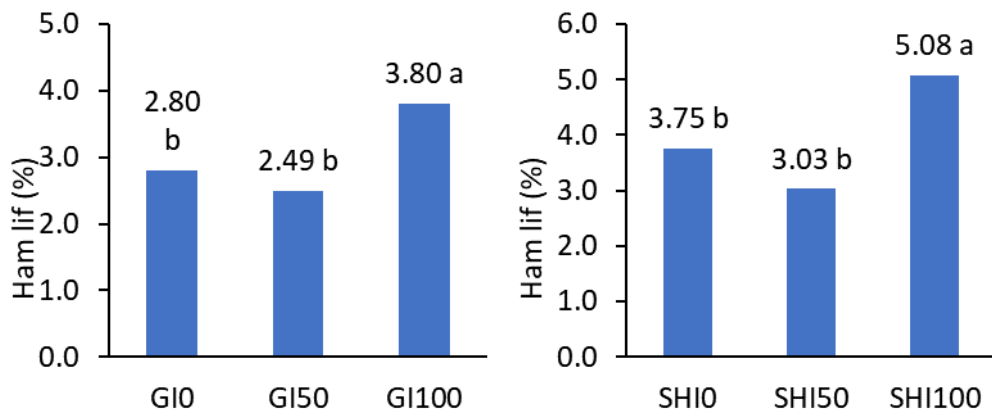


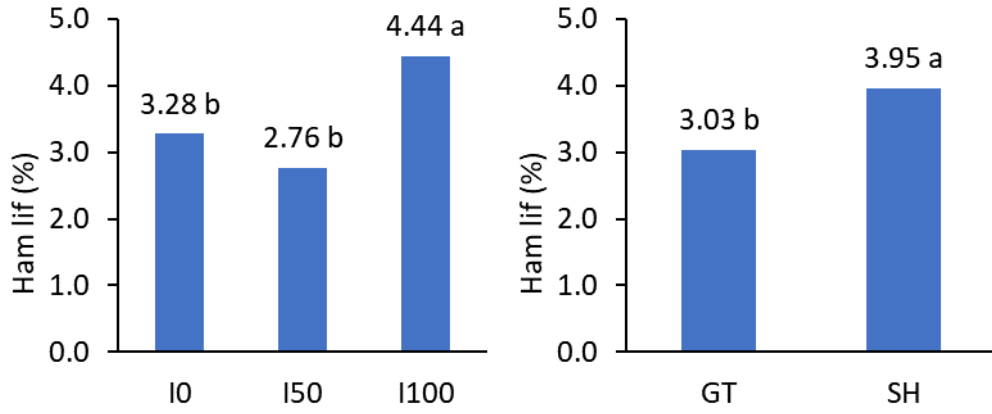
Şekil 46. 2021 yılı nohut protein oranı üzerine geleneksel tarım ve sırt-karık mikro havza yağmur suyu hasadı tekniği altında sulama suyu düzeylerinin etkisi

Şekil 47-ve 48 de ham lif içeriği üzerine sulama suyu düzeylerinin etkisi görülmektedir. 2020 yılı için verilerde istatistiksel anlamda önemli bir fark gözlenmezken 2021 yılı için sulama artışına bağlı olarak ham lif oranı önemli ölçüde artış göstermiştir. Ayrıca sırt-karık mikro havza yağmur suyu hasadı tekniği geleneksel yöntemle kıyasla ham lif içeriğini önemli ölçüde artırmıştır.

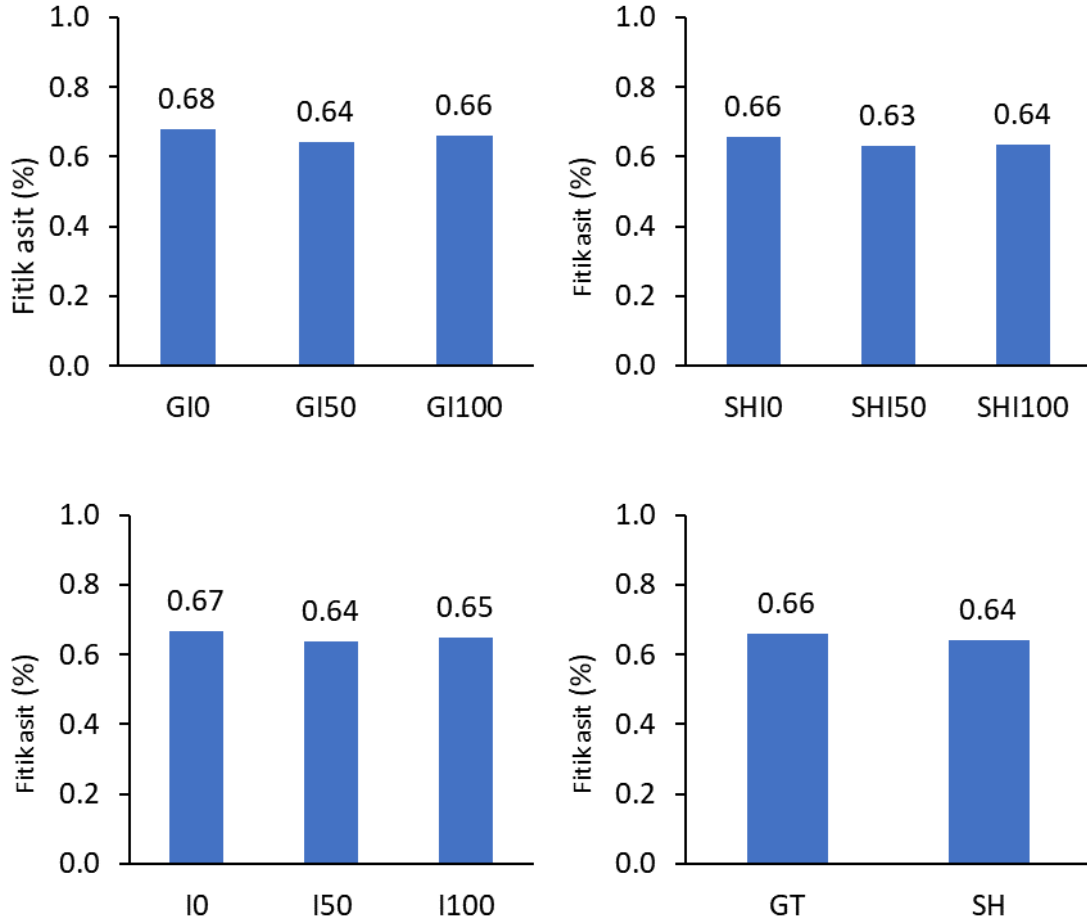


Şekil 47. 2020 yılı nohut ham lif oranı üzerine geleneksel tarım ve sırt-karık mikro havza yağmur suyu hasadı tekniği altında sulama suyu düzeylerinin etkisi





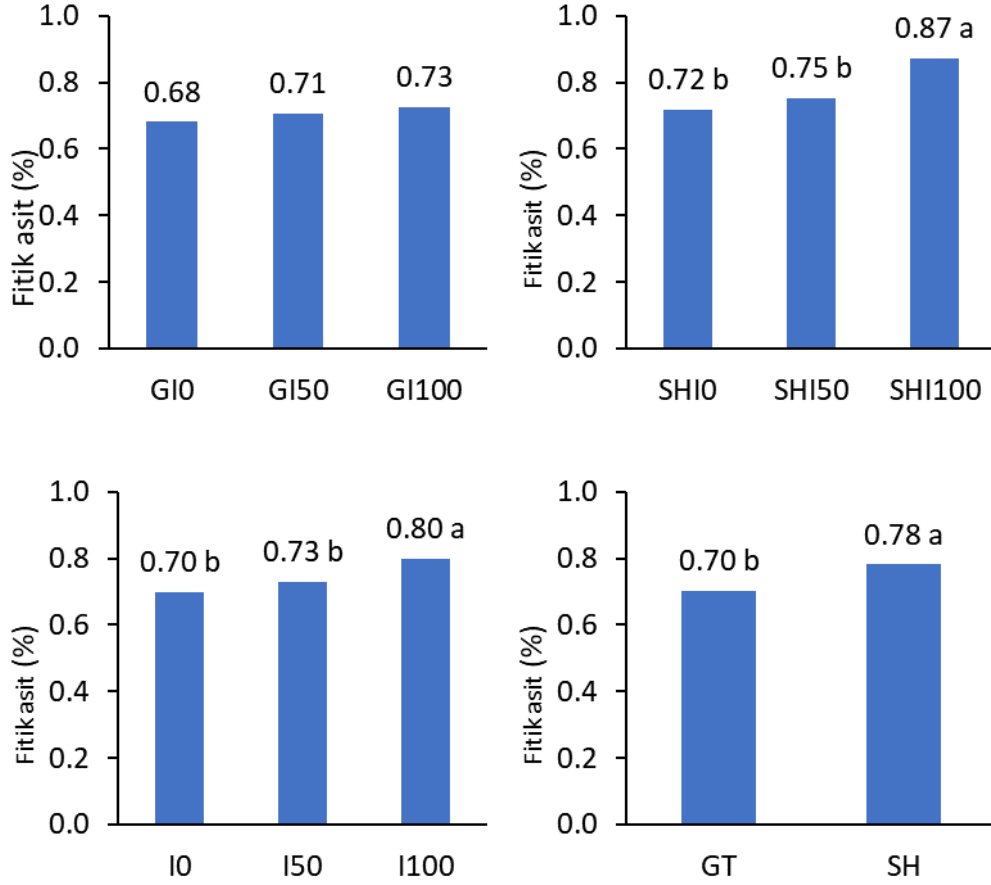
Şekil 48. 2021 yılı nohut ham lif oranı üzerine geleneksel tarım ve sırt-karık mikro havza yağmur suyu hasadı tekniği altında sulama suyu düzeylerinin etkisi



Şekil 49. 2020 yılı nohut fitik asit oranı üzerine geleneksel tarım ve sırt-karık mikro havza yağmur suyu hasadı tekniği altında sulama suyu düzeylerinin etkisi

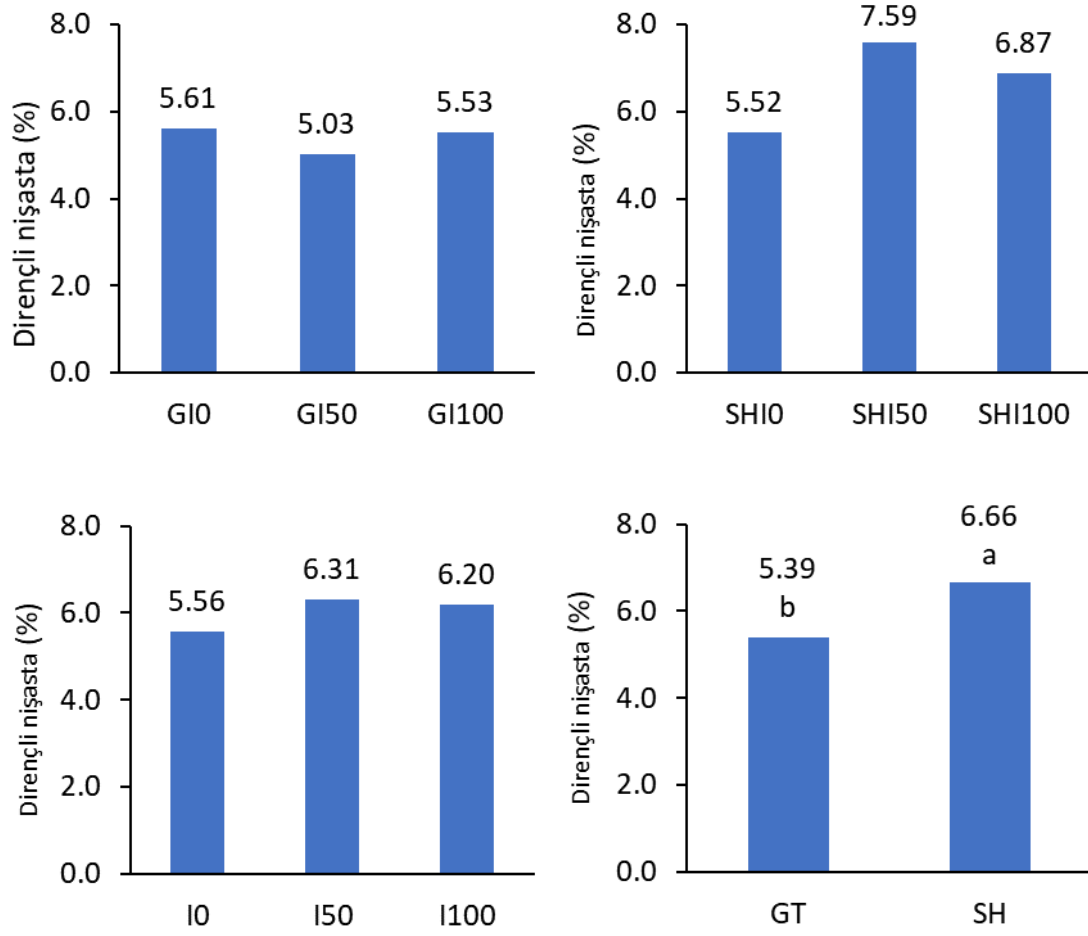
Şekil 49 ve 50' de fitik asit içeriği üzerine sulama suyu düzeylerinin etkisi görülmektedir. 2020 yılı için verilerde istatistiksel anlamda önemli bir fark gözlenmezken 2021 yılı için sulama artışına bağlı olarak fitik asit oranı önemli ölçüde artış göstermiştir. Ayrıca sırt-karık mikro

havza yağmur suyu hasadı tekniği geleneksel yöntemle kıyasla ham lif içeriğini önemli ölçüde artırmıştır.

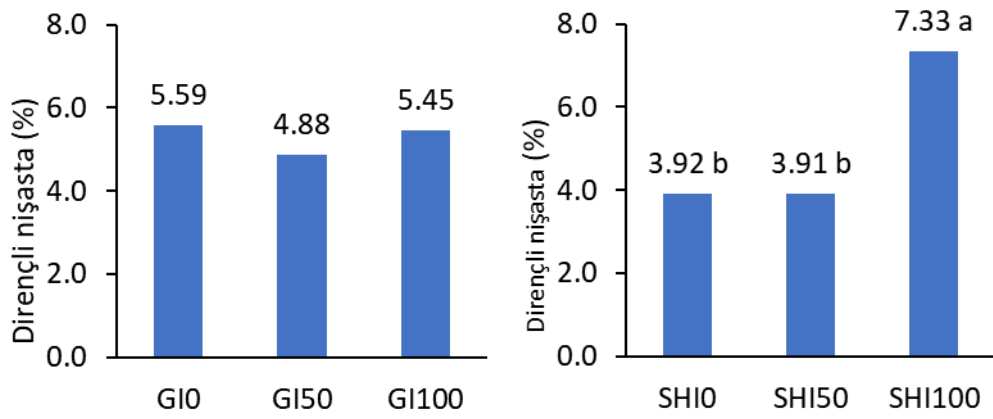


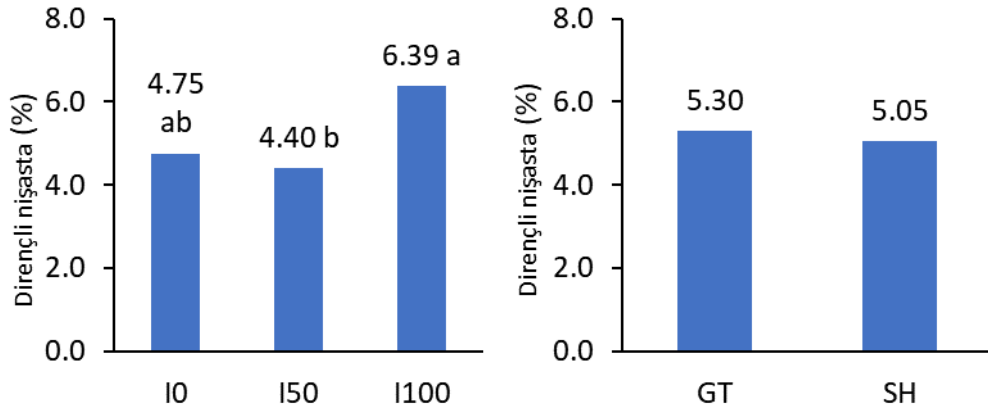
Şekil 50. 2021 yılı nohut fitik asit oranı üzerine geleneksel tarım ve sırt-karık mikro havza yağmur suyu hasadı tekniği altında sulama suyu düzeylerinin etkisi

Şekil 51 ve 52' de dirençli nişasta içeriği üzerine sulama suyu düzeylerinin etkisi görülmektedir. 2021 yılı için geleneksel ve sırt-karık mikro havza yağmur suyu hasadı teknikleri arasında verilerde istatistiksel anlamda önemli bir fark gözlenmezken 2020 yılı için sırt-karık mikro havza yağmur suyu hasadı tekniği geleneksel yöntemle kıyasla dirençli nişasta içeriğini önemli ölçüde artırmıştır.

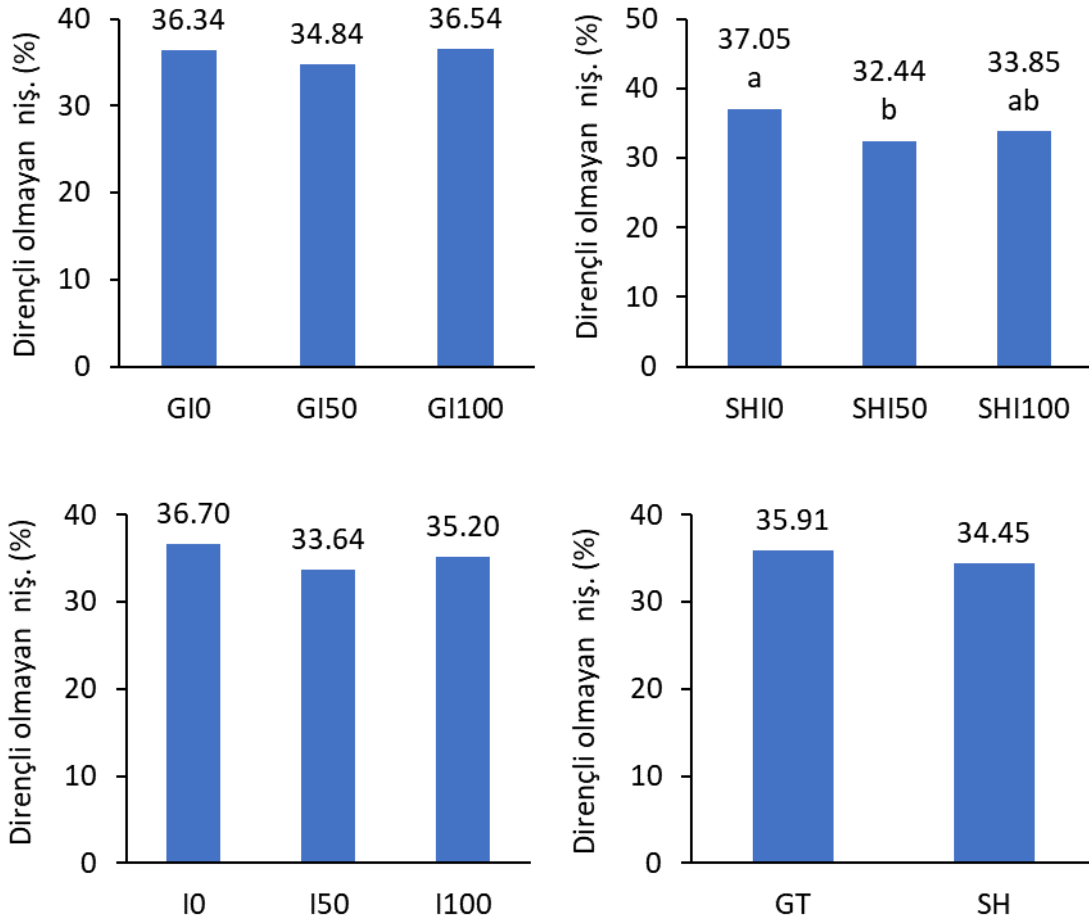


Şekil 51. 2020 yılı nohut dirençli nişasta oranı üzerine geleneksel tarım ve sırt-karık mikro havza yağmur suyu hasadı tekniği altında sulama suyu düzeylerinin etkisi

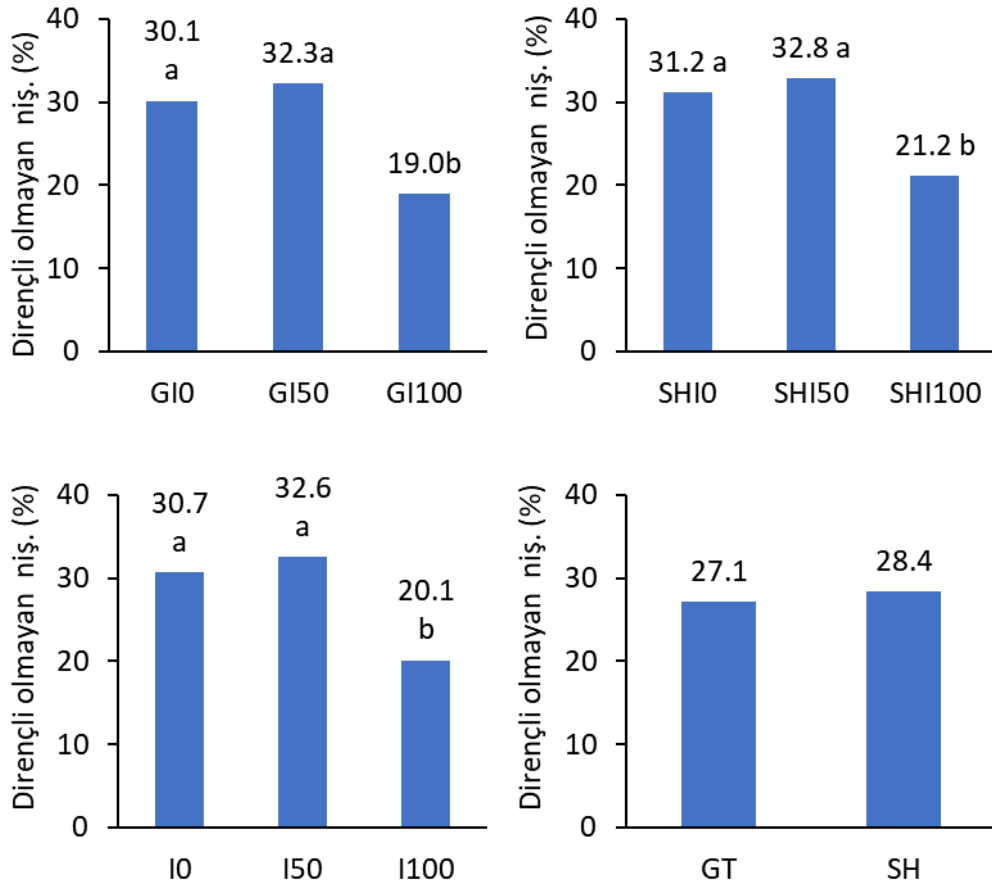




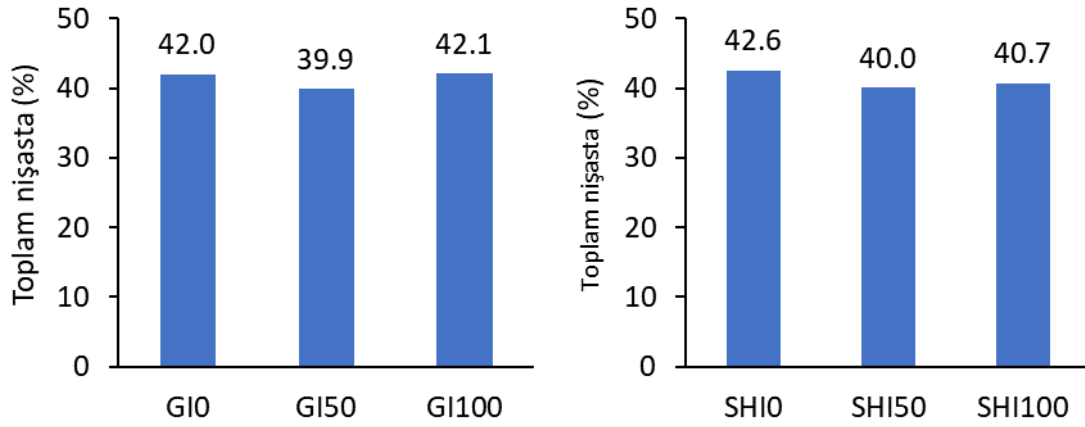
Şekil 52. 2021 yılı nohut dirençli nişasta oranı üzerine geleneksel tarım ve sırt-karık mikro havza yağmur suyu hasadı tekniği altında sulama suyu düzeylerinin etkisi

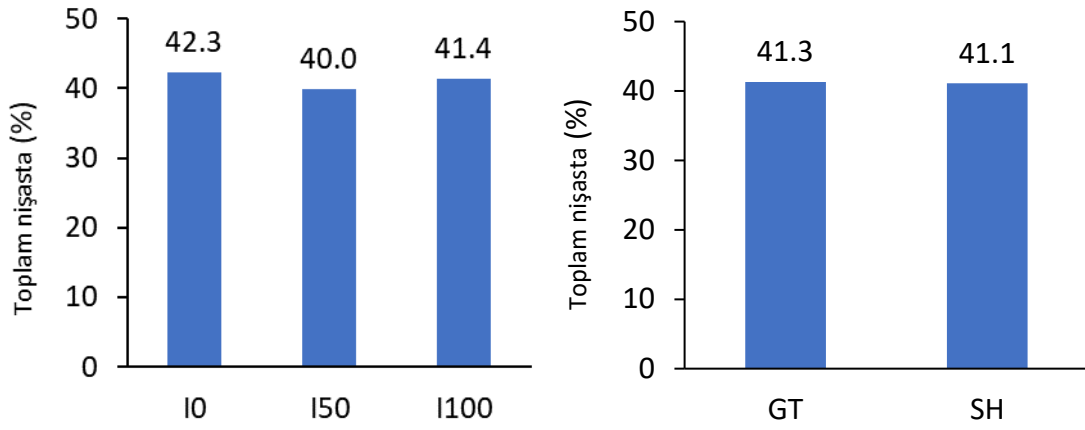


Şekil 53. 2020 yılı nohut dirençli olmayan nişasta oranı üzerine geleneksel tarım ve sırt-karık mikro havza yağmur suyu hasadı tekniği altında sulama suyu düzeylerinin etkisi

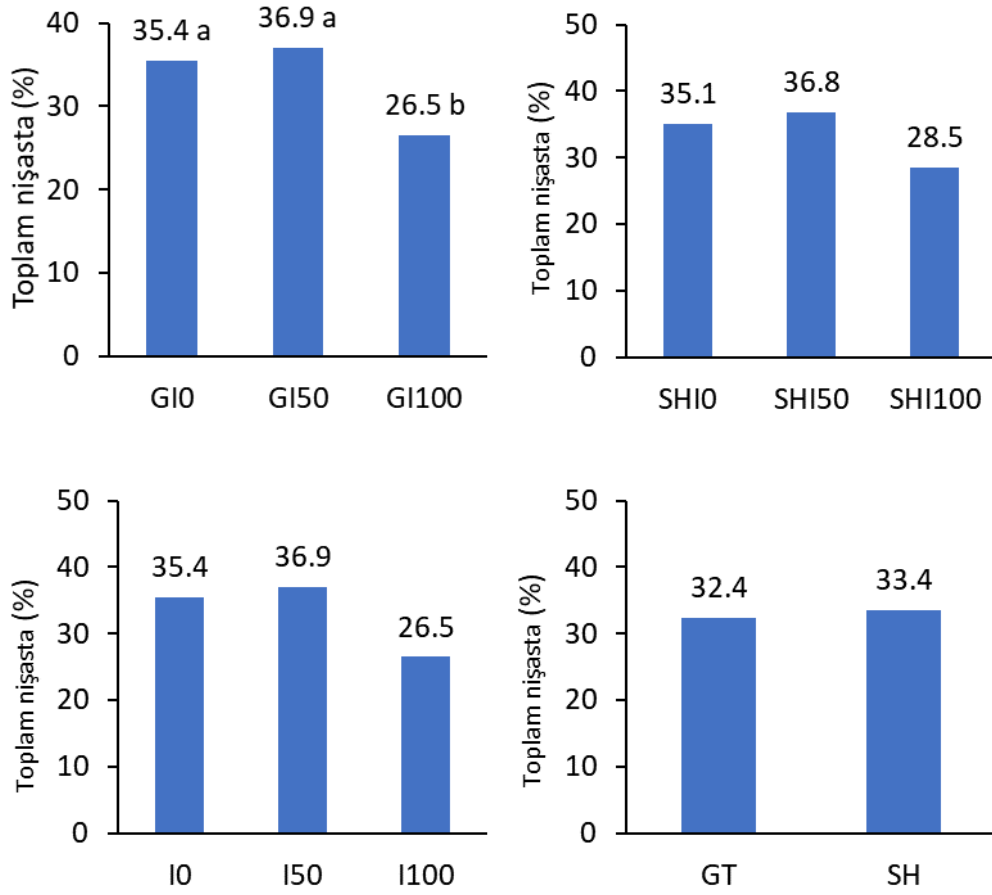


Şekil 54. 2021 yılı nohut dirençli olmayan nişasta oranı üzerine geleneksel tarım ve sırt-karık mikro havza yağmur suyu hasadı tekniği altında sulama suyu düzeylerinin etkisi



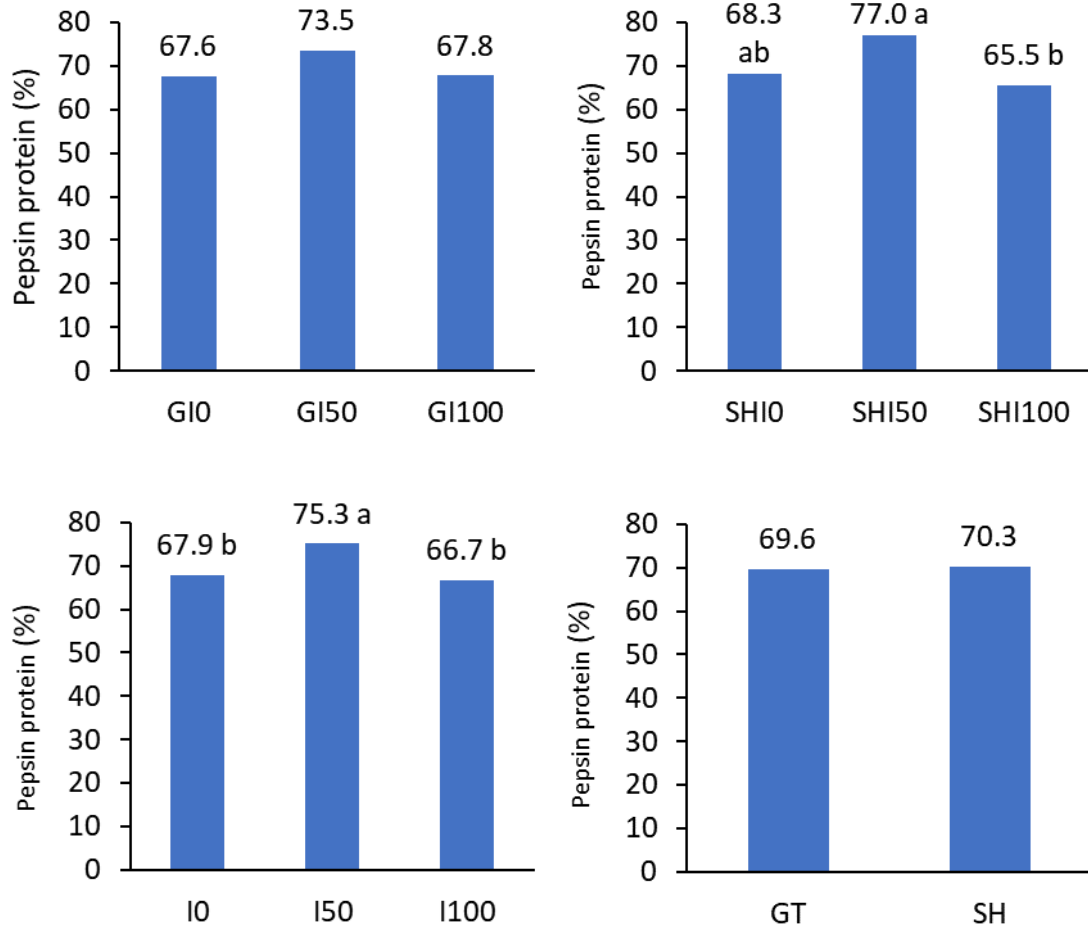


Şekil 55. 2020 yılı nohut toplam nişasta oranı üzerine geleneksel tarım ve sırt-karık mikro havza yağmur suyu hasadı tekniği altında sulama suyu düzeylerinin etkisi

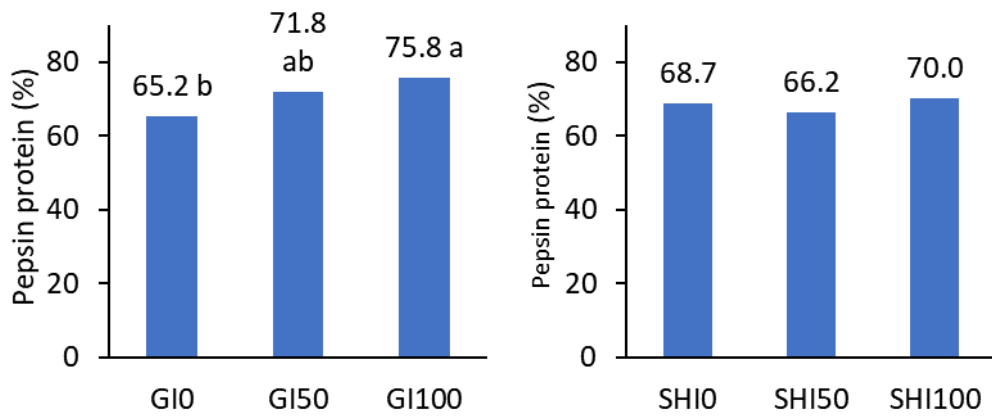


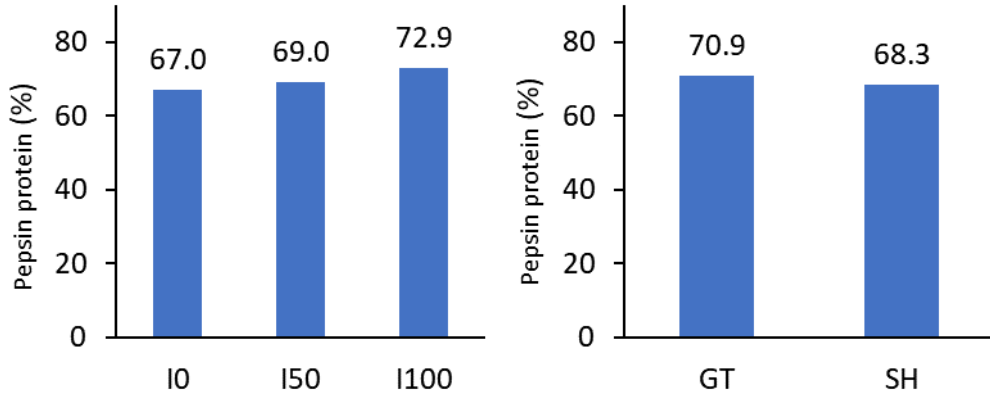
Şekil 56. 2021 yılı nohut toplam nişasta oranı üzerine geleneksel tarım ve sırt-karık mikro havza yağmur suyu hasadı tekniği altında sulama suyu düzeylerinin etkisi

Şekil 55 ve 56' da toplam nişasta içeriği üzerine sulama suyu düzeylerinin etkisi görülmektedir. Özellikle geleneksel tarım uygulamalarında sulama oranları arttıkça nişasta oranı artış göstermiştir.



Şekil 57. 2020 yılı nohut pepsin protein oranı üzerine geleneksel tarım ve sırt-karık mikro havza yağmur suyu hasadı tekniği altında sulama suyu düzeylerinin etkisi



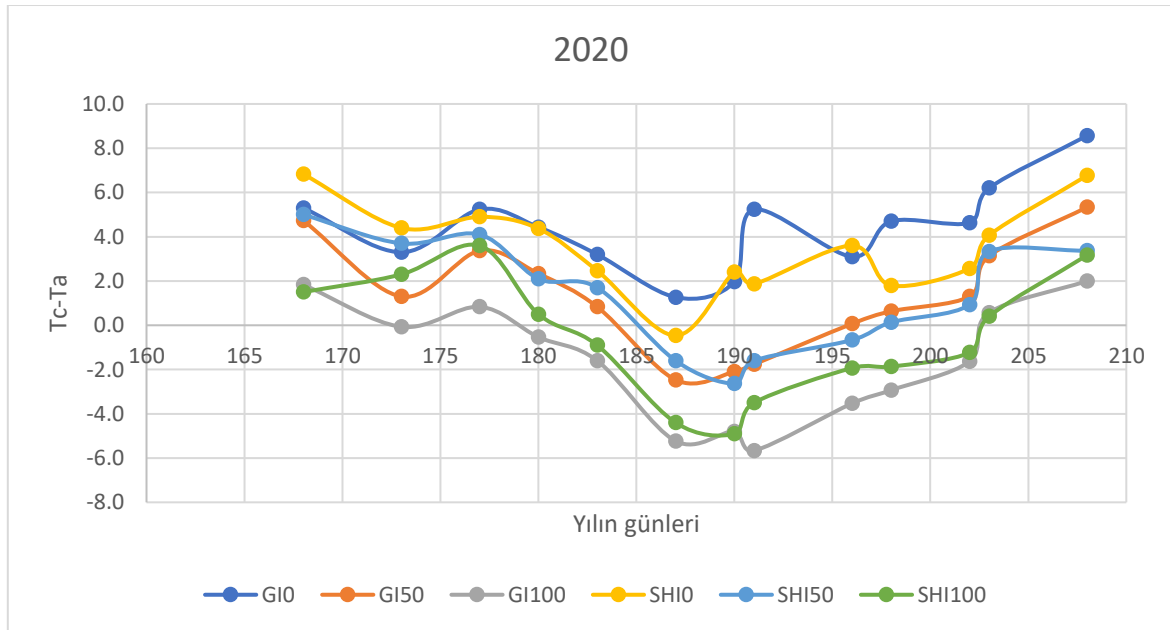


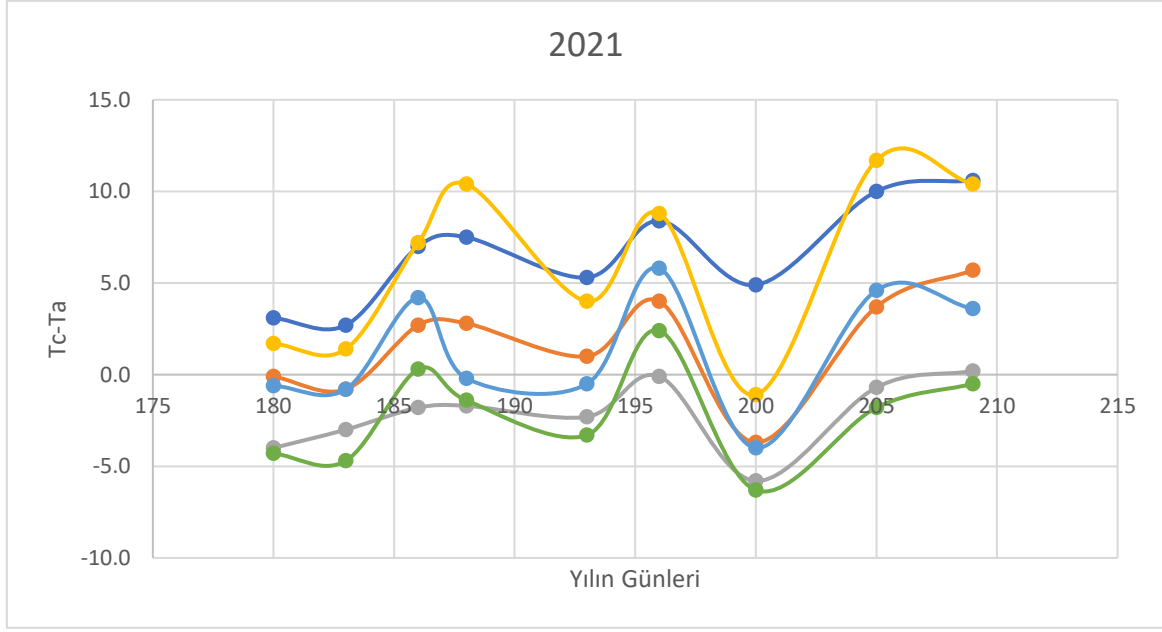
Şekil 58. 2021 yılı nohut pepsin protein oranı üzerine geleneksel tarım ve sırt-karık mikro havza yağmur suyu hasadı tekniği altında sulama suyu düzeylerinin etkisi

Şekil 57 ve 58' de pepsin protein sindirilebilirliği üzerine sulama suyu düzeylerinin etkisi görülmektedir. Genel anlamda sulama artışına bağlı olarak doğrusal bir etki gözlenmemiştir.

4.3.6. Bitki su stres indeksi (CWSI)

Bitki taş sıcaklıkları ölçümlerine hem kabak bitkisinde hem de nohut bitkisinde 17 Haziran 2020 tarihinde başlanmış ve 27 Temmuz 2020 tarihinde son verilmiştir. 2021 yılında ise 17 Haziran tarihinde ölçümlere başlanmış ve 27 Temmuz tarihinde son ölçüm alınmıştır. Termal kamera ölçümleri 12:00-14:00 saatleri arasında havanın güneşli, bulutsuz, açık olduğu günlerde yapılmıştır. Haftada en az 3 ölçüm alınmıştır. Farklı sulama suyu düzeylerinin nohut ve çerezlik kabak bitkisinde meydana getirdiği bitki yaprak sıcaklığı ile hava sıcaklığı farkı değişimleri ($T_c - T_a$) Şekil 59 ve 60'da verilmiştir.



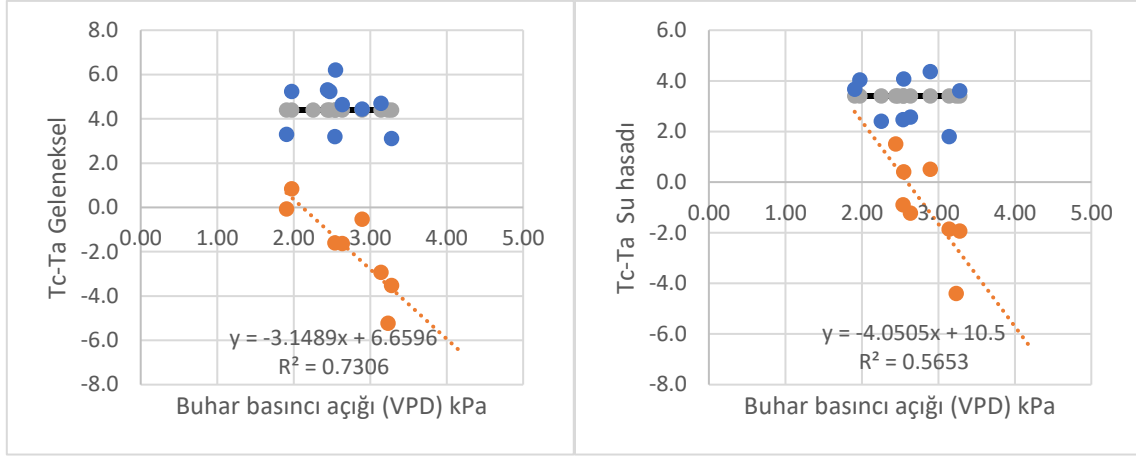


Şekil 59. Nohut bitkisinde bitki taç sıcaklığı ile hava sıcaklığı farkının (T_c-T_a) ölçüm döneminde değişimi

Şekil 59'dan da görüleceği üzere bitki taç sıcaklıklarının değişimi farklı sulama suyu düzeylerinden etkilenmiştir. Hem geleneksel hem de su hasadı konularında tam sulanan I_{100} konusunda T_c-T_a değerleri en düşük düzeylerde iken sulanmayan konu olan I_0 konusunda en yüksek düzeylerde seyretmiştir. Bunun nedeni, farklı sulama suyu uygulamaları neticesinde oluşan transpirasyon farklılığıdır. Bilindiği gibi yeterli transpirasyon yapan bitkide T_c-T_a düşük düzeyde olurken, yeteri kadar transpirasyon yapamayan bitkide ise T_c-T_a yüksek olmaktadır.

Nohut bitkisinde özellikle sulanmayan konu olan I_0 konusunda su hasadı uygulaması sonucunda T_c-T_a değerleri geleneksel uygulamaya göre bir miktar düşük çıkmıştır. Su hasadı uygulamasında özellikle kök bölgesinde geleneksel konuya göre daha fazla nem tutulduğu için bu durum ortaya çıkmıştır. Geleneksel sulama yapılan I_0 konusunda T_c-T_a değerleri yıl içerisinde 1.3°C ile 8.6°C arasında değişim gösterirken su hasadı uygulanan I_0 konusunda ise -0.5°C ile 6.8°C arasında değişim göstermiştir. I_{50} konularında T_c-T_a değerleri ise hem geleneksel hem de su hasadı uygulamalarında hemen hemen aynı değişim göstermiştir. Ancak geleneksel sulama konuları su hasadı konularına göre T_c-T_a değişimi bir miktar daha düşük olduğu gözlemlenmiştir. I_{100} konuları dikkate alındığında ise geleneksel uygulamalardaki T_c-T_a değişimi su hasadı konularına göre daha düşük çıkmıştır. Yıl içerisinde I_{100} konularındaki T_c-T_a değişimi geleneksel uygulamada -5.7°C ile 2.0°C arasında değişim gösterirken, su hasadı uygulamasında ise -4.9°C ile 3.2°C arasında değişim göstermiştir.

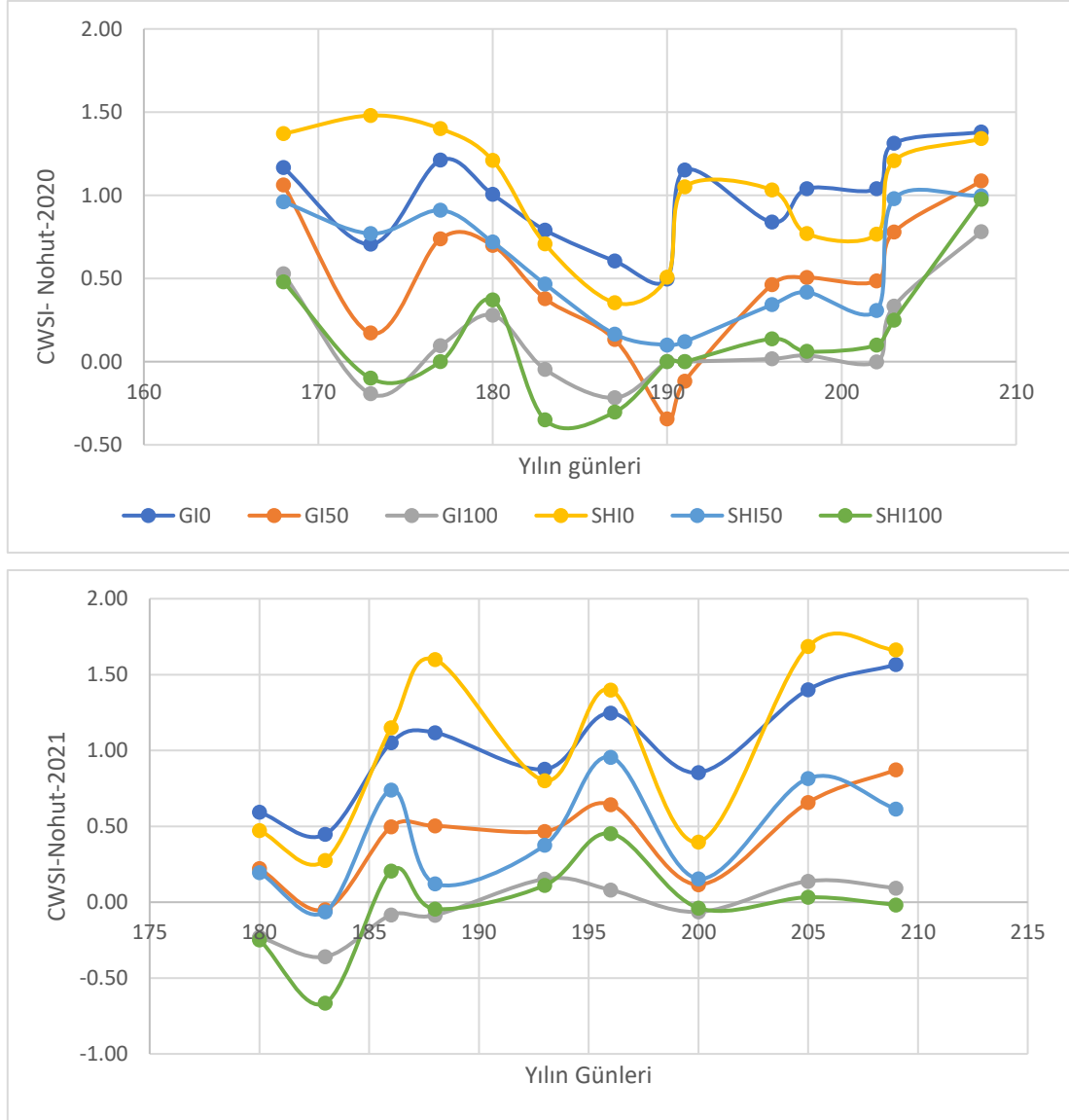
T_c-T_a ve VPD değerleri kullanılarak I_{dso} ve ark. (1981)'de gösterilen amprik eşitlik yardımıyla CWSI hesaplamasında kullanılacak temel grafik elde edilmiştir (Şekil 60).



Şekil 60. Nohut bitkisinde geleneksel ve su hasadı uygulamaları için temel CWSI grafiği

Alt baz (LL) hiç sulanmayan, transpirasyonun potansiyel olarak hemen hemen gerçekleşmediği konu olan I_0 konusundan, üst baz (UL) ise su stresinin olmadığı, potansiyel olarak tam transpirasyon yapan I_{100} konusundan elde edilmiştir. Yapılan regresyon sonucu nohut bitkisinde geleneksel uygulama için $R^2=0.73$ ve $T_c-T_a = -3,1489VPD + 6.6596$ denklemi elde edilirken, su hasadı uygulaması için $R^2=0.57$ ve $T_c-T_a = -4,0505VPD + 10.5$ denklemi elde edilmiştir.

CWSI değeri bu alt ve üst baz kullanılarak elde edilmiştir. Idso ve ark. (1981)'de gösterilen amprik eşitlik vasıtasıyla hesaplanan CWSI değeri konular bazındaki değişimi Şekil 61'de gösterilmiştir.

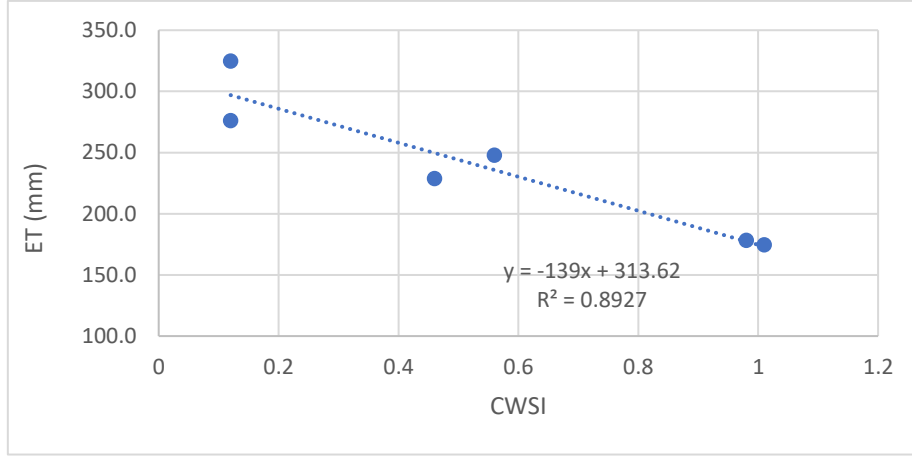


Şekil 61. Nohut bitkisinin bitki su stres indeksi (CWSI) değişimi

Şekil 61’de görüleceği üzere potansiyel olarak transpirasyon yapan ve $T_c - T_a$ değeri negatif olan konularda CWSI düşük çıkarken, yeterli transpirasyon yapamayan konularda ise CWSI değeri yüksek çıkmıştır. Su hasadı ve geleneksel uygulamalardaki CWSI değerleri hemen hemen birbirine yakın seyretmiştir. Nohut bitkisi için geleneksel konuda ortalama CWSI değeri 0.12-0.98 arasında değişim gösterirken su hasadı konusunda ise 0.12-1.01 arasında değişim göstermiştir.

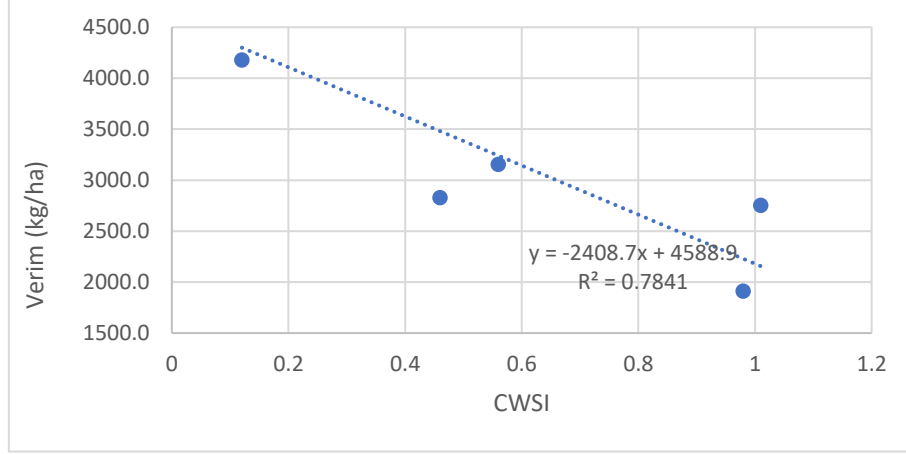
4.3.7. Nohut Bitkisinde CWSI ile Verim ve Verim Unsurları Arasındaki İlişki

Nohut bitkisinde bitki su tüketimi (ET) ile CWSI arasındaki ilişki Şekil 62’de gösterilmiştir. Şekilden de görüleceği üzere uygulanan sulama suyu miktarı arttıkça CWSI değeri azalmıştır. CWSI ile ET arasında $ET = -139 \times CWSI + 313.62$ ve $R^2 = 0.89$ ilişkisi bulunmuştur.



Şekil 62. CWSI ile ET arasındaki ilişki

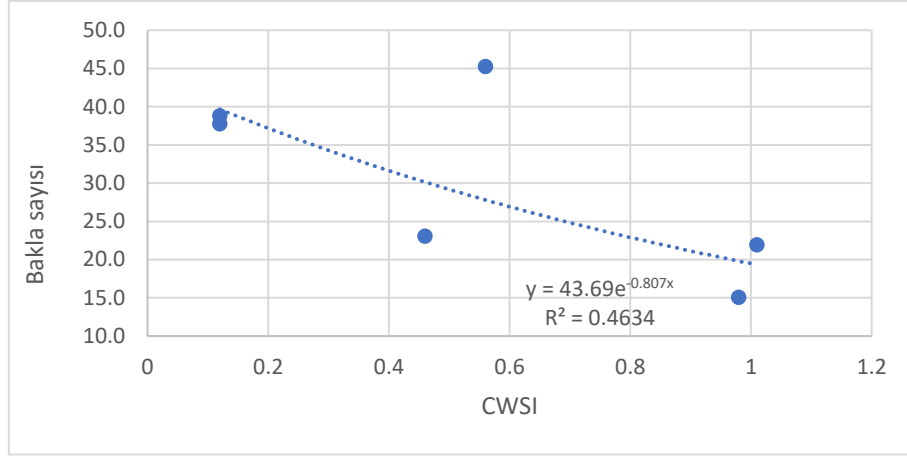
Nohut bitkisinde verim ile CWSI arasındaki ilişki Şekil 8’de gösterilmiştir.



Şekil 63. Nohut bitkisi verim ile CWSI arasındaki ilişki

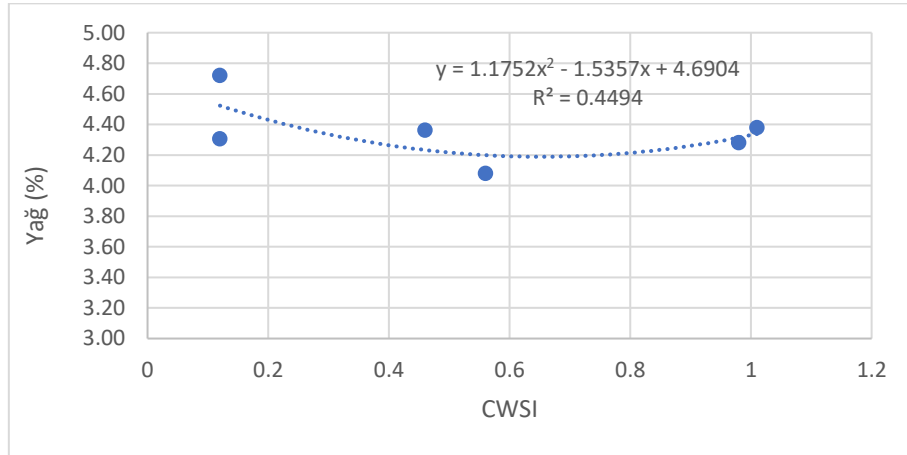
Sulama suyu miktarı düştükçe bitkinin transpirasyon miktarı düşmüş ve $T_c - T_a$ değerini artırmıştır. Artan $T_c - T_a$ ile birlikte CWSI değeri yükselmiş ve sonucunda verim düşüşü meydana gelmiştir. CWSI ile tohum verimi arasındaki ilişki $R^2=0.78$ ve Tohum verimi = $-2408.7CWSI + 4588.9$ olarak bulunmuştur (Şekil 63).

Nohut bitkisinde bakla sayısı ile CWSI arasındaki ilişki Şekil 64’da verilmiştir. Bakla sayısı ile CWSI arasında bakla sayısı = $43.69e^{-807 \cdot CWSI}$ üstel bir ilişki bulunmuştur.



Şekil 64. Bakla sayısı ile CWSI arasındaki ilişki

Nohutta yağ içeriği ile CWSI arasındaki ilişki Şekil 65’de verilmiştir. Şekilden de görüleceği üzere yağ içeriği ile CWSI arasında polinomial bir ilişki söz konusudur. Artan CWSI değeri nohutta yağ içeriğini azaltmıştır.

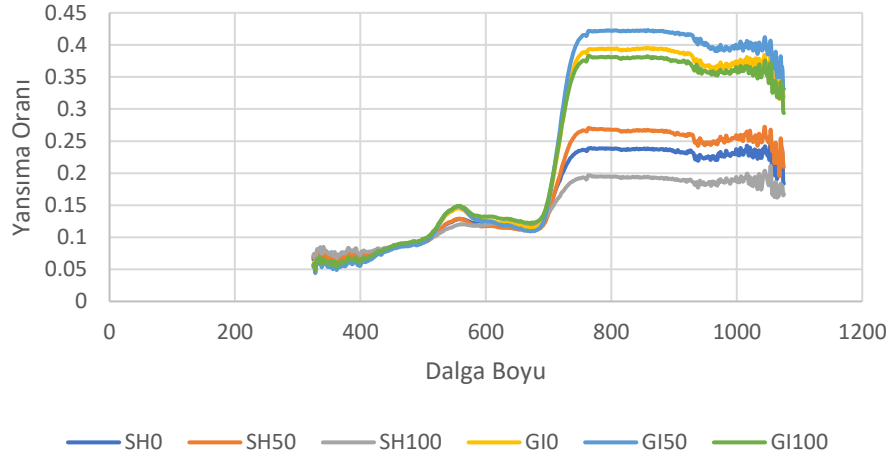


Şekil 65. Yağ ile CWSI arasındaki ilişki

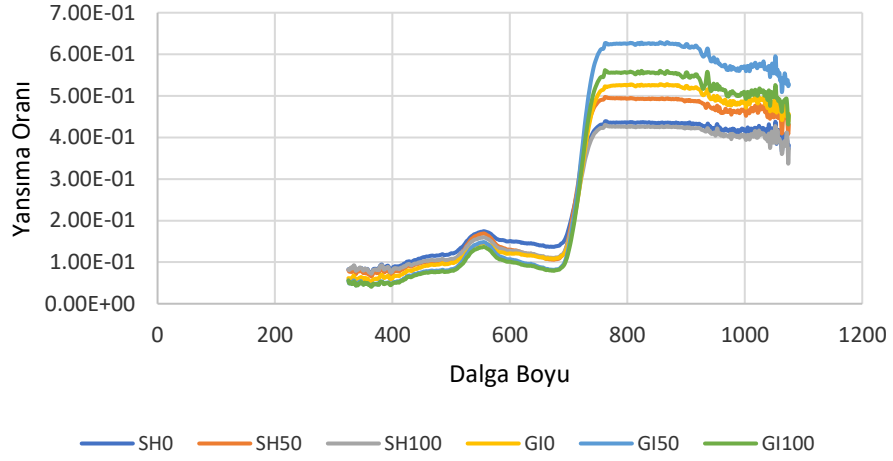
4.3.8. Nohut bitkisinde farklı sulama suyu uygulamaları sonucu oluşan yansıma değişimleri

2020 ve 2021 yetiştirme sezonlarında uygulanan farklı sulama uygulamaları sonucu oluşan yansıma oranlarının değişimi Şekil 66’te gösterilmiştir.

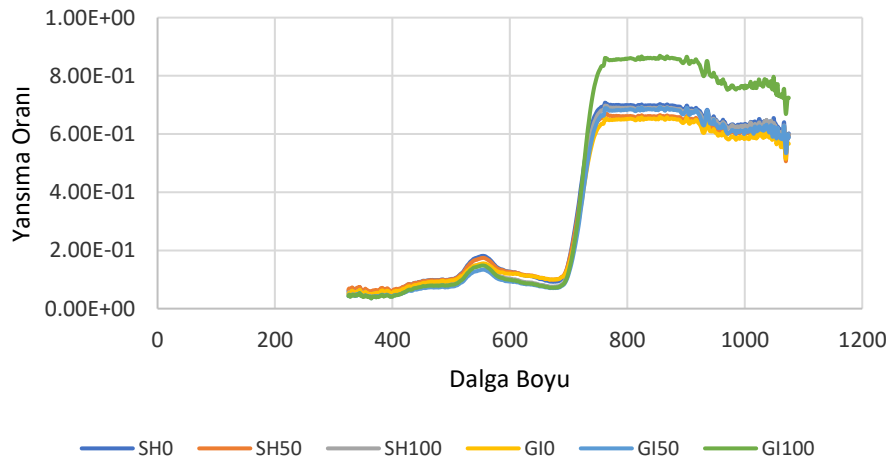
2.6.2020



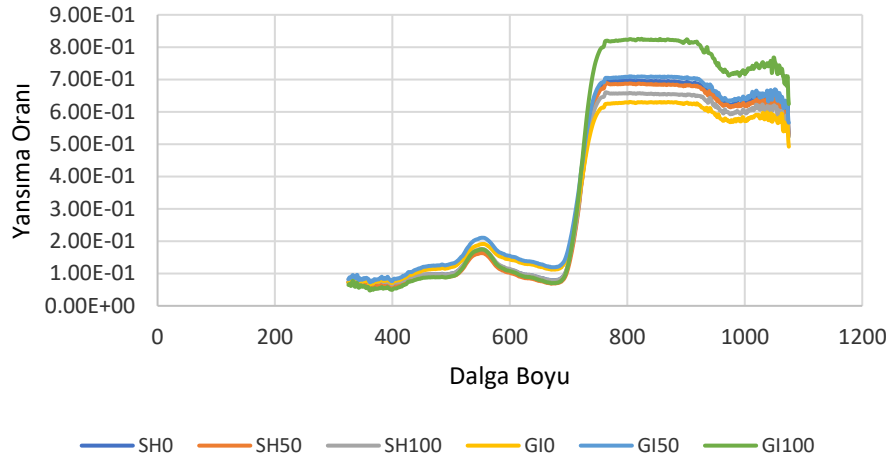
18.6.2020



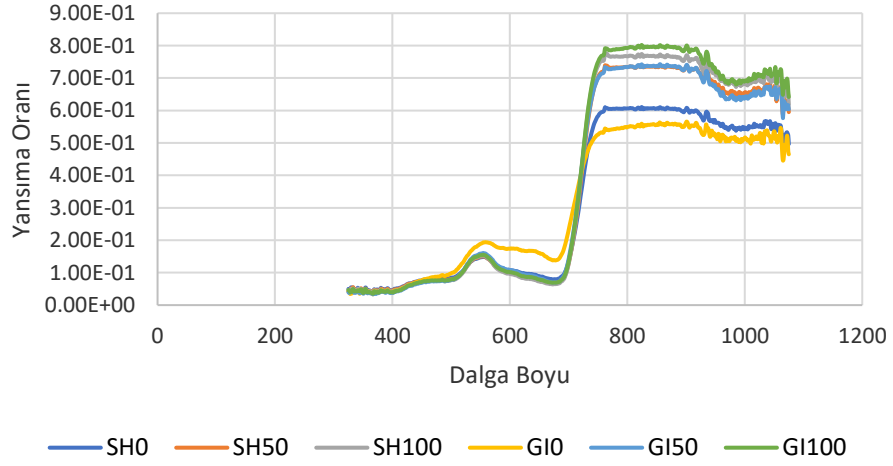
26.6.2020



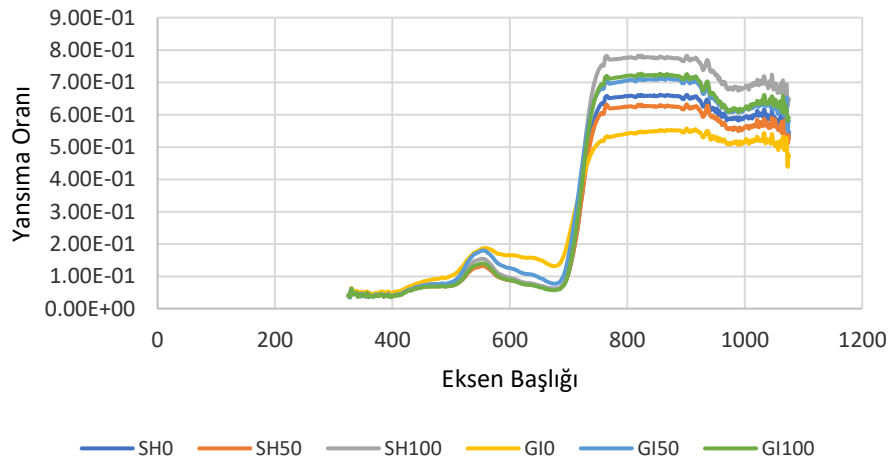
3.7.2020



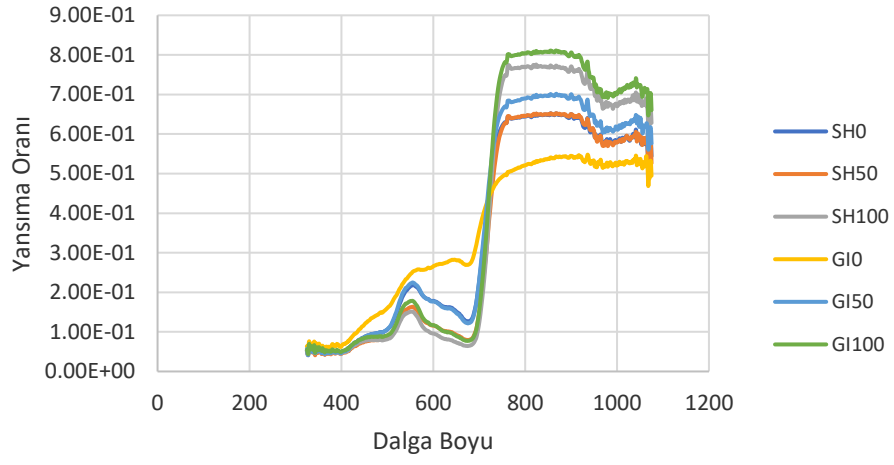
10.7.2020



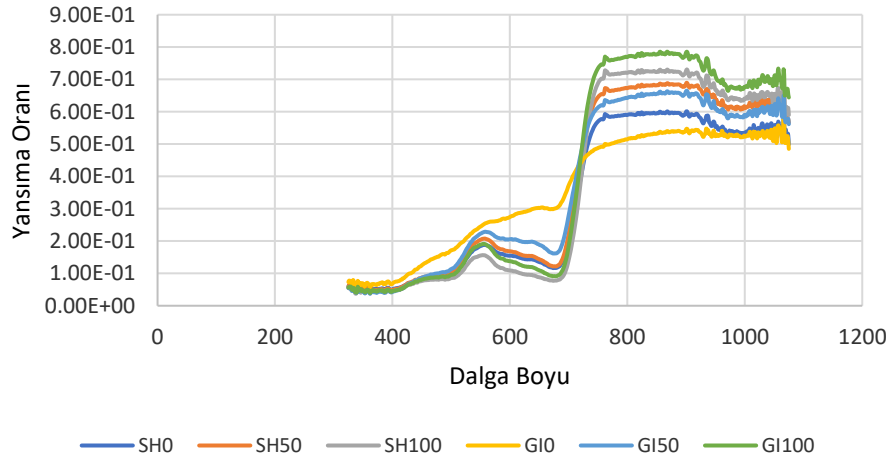
14.7.2020



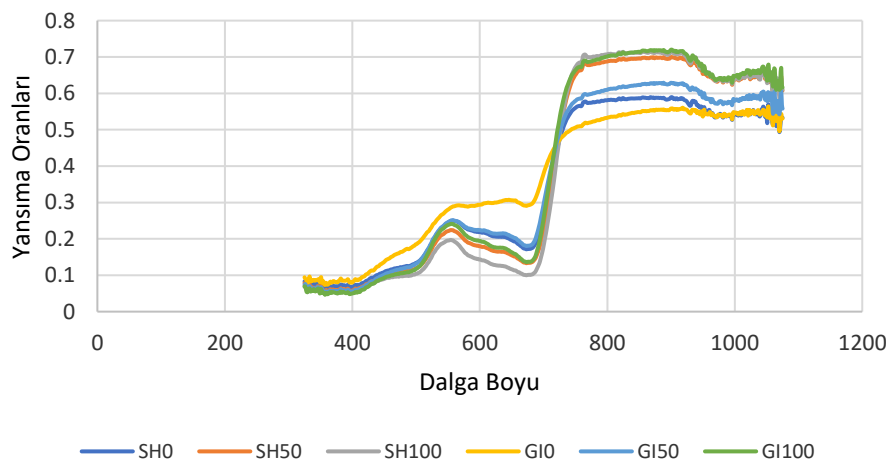
21.7.2020



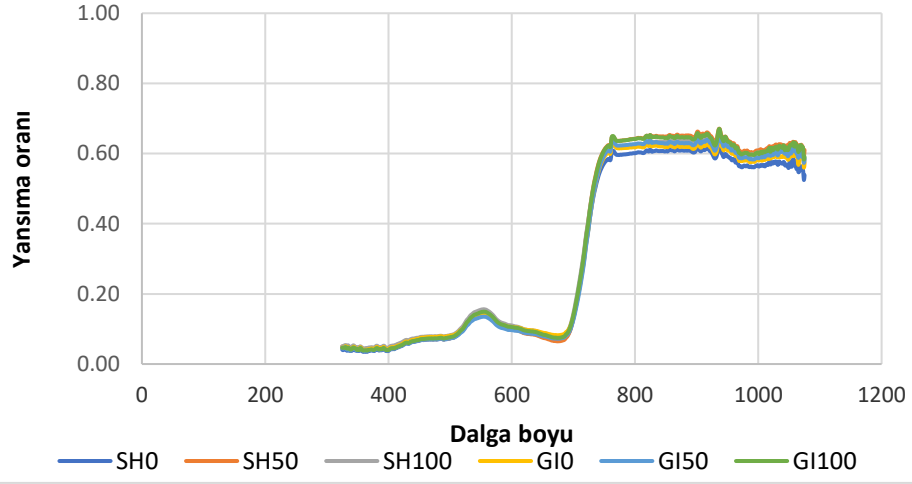
24.7.2020



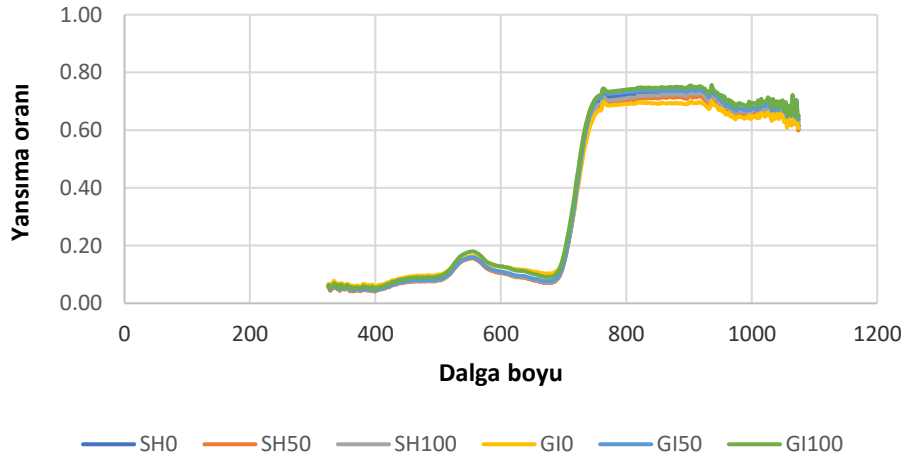
27.7.2020



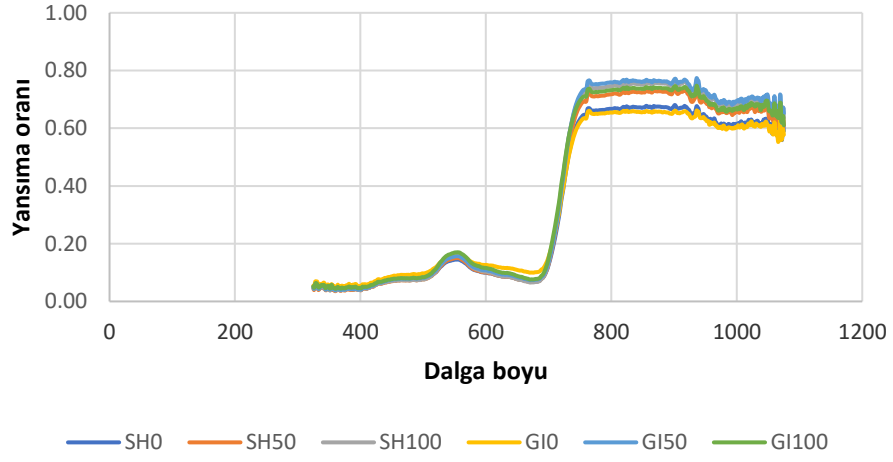
15.6.2021



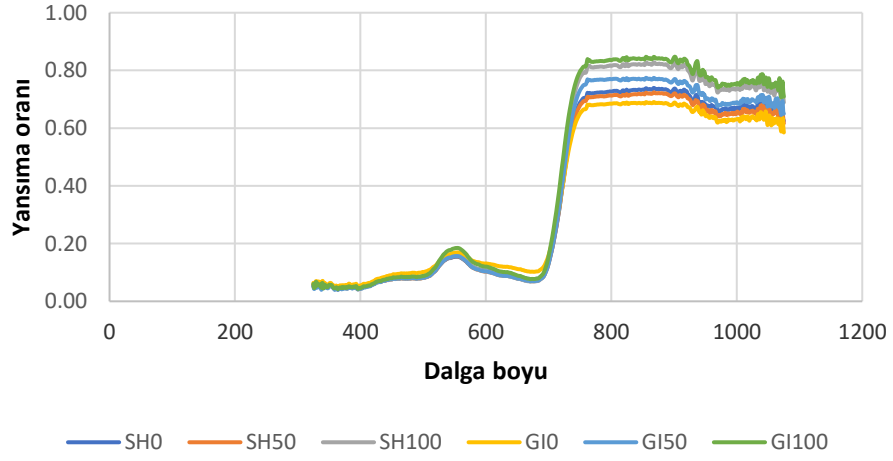
19.6.2021



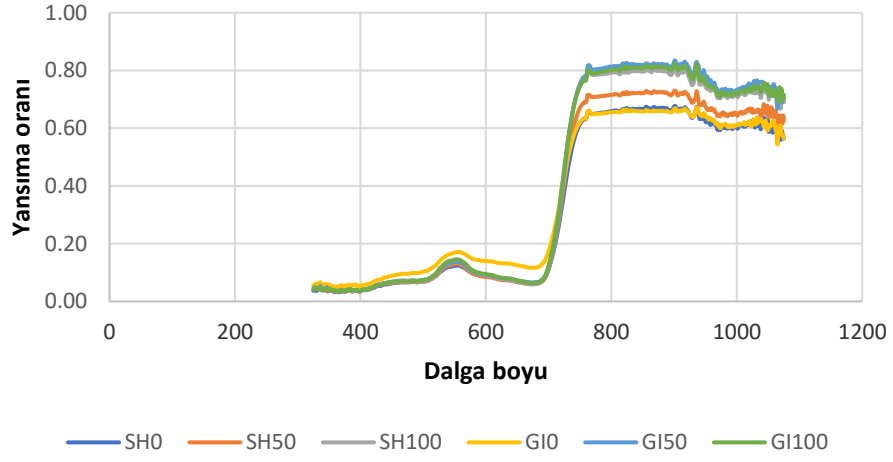
22.6.2021



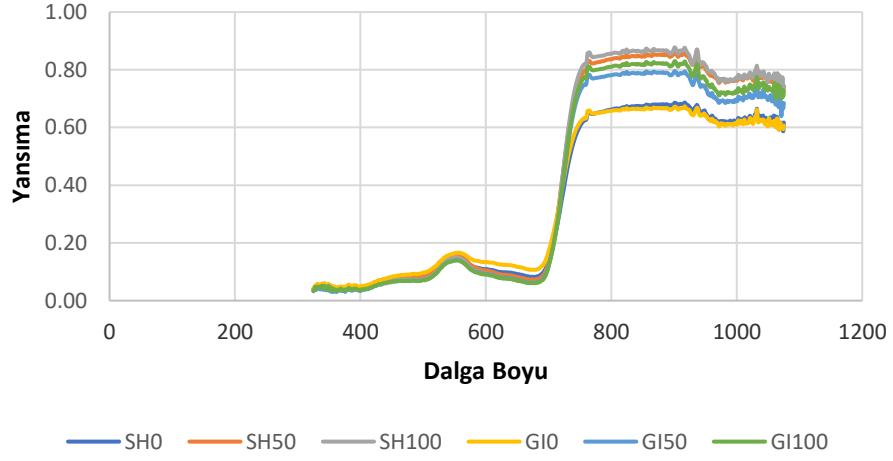
25.6.2021



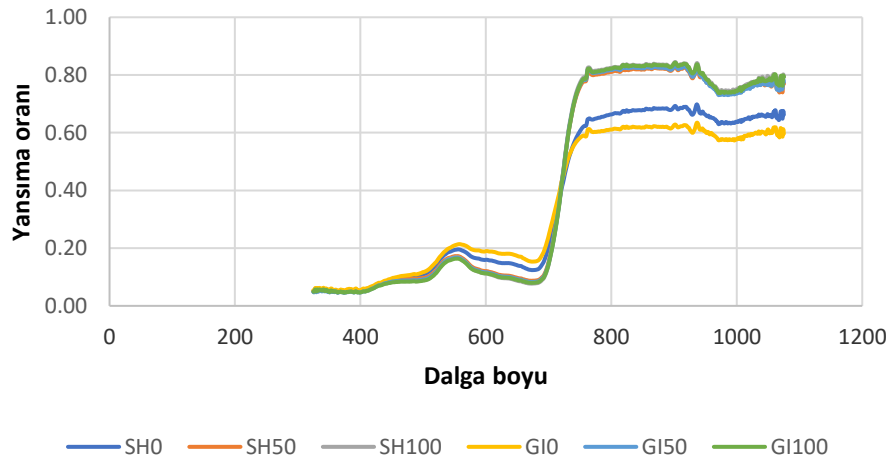
29.6.2021

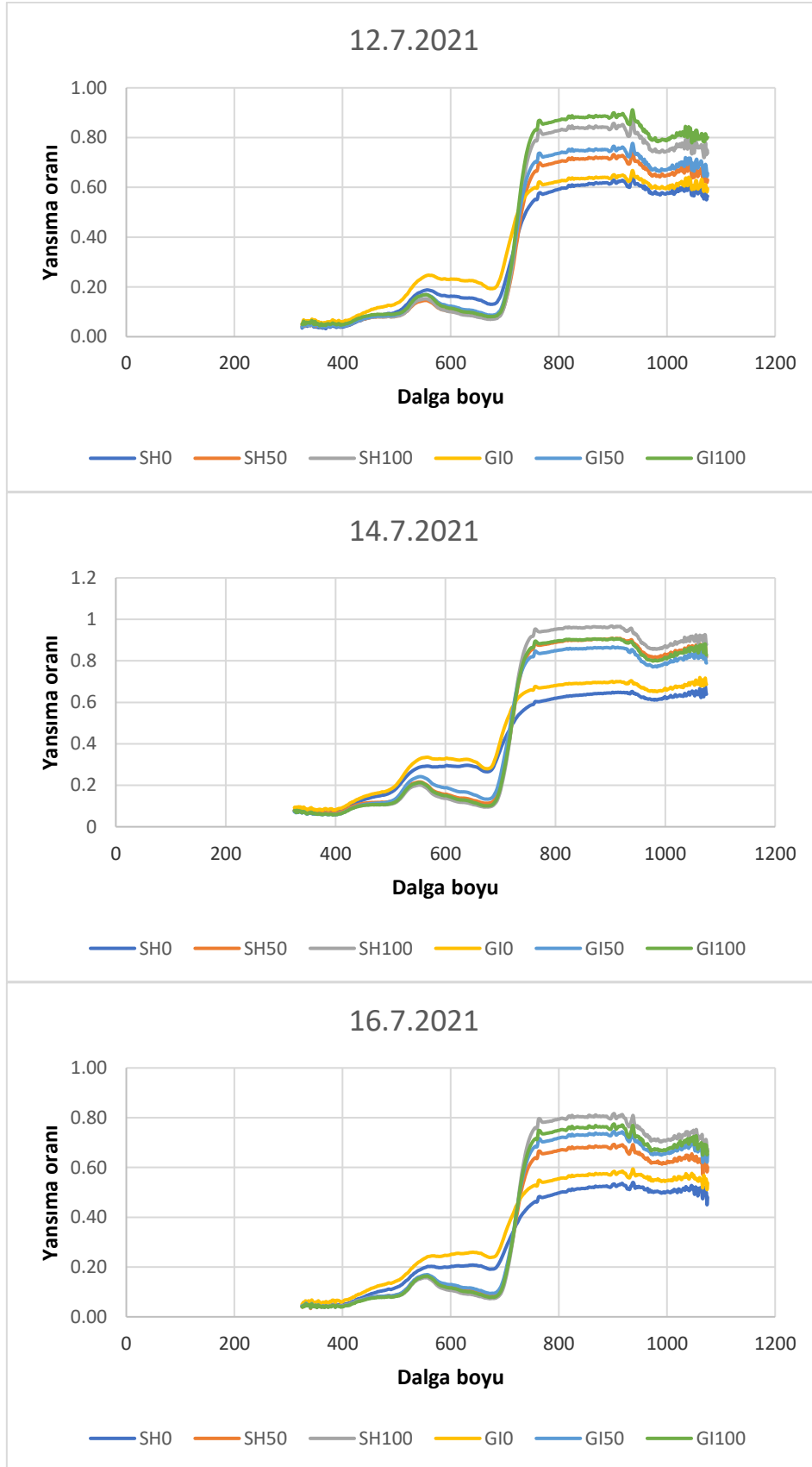


2.7.2021



8.7.2021





Şekil 66. 2020 ve 2021 yılı nohut bitkisinde spektral yansima oranları

Spektral yansımaya oranı değerlerinin 2020 ve 2021 yıllarında deneme konuları ve zamana göre değişimleri incelendiğinde su stresi oluşturulan konular ile tam sulama konuları arasında önemli farklılıklarının olduğu görülmektedir. Yetiştirme sezonunda su stresi yaşatılan konularda 500-700 nm dalga boyunda yüksek yansımaya oranı görülürken su stresi oluşturulmayan konulardaki yansımaya oranları düşük olmuştur. 2021 yılında su stresi olmayan konularda 700-1100 nm dalga boyunda yüksek yansımaya oranları varken su stresi altındaki konularda bu dalga boyundaki yansımaya oranları azalmıştır. Ayrıca yetiştirme sezonunda hasada yaklaştıkça yansımaya oranlarındaki fark birbirine çok yaklaşmıştır.

Su stresi yaşatılan konularda visible dalga boyunda yüksek yansımaya oranı görülürken su stresi oluşturulmayan konulardaki yansımaya oranları düşük olmuştur. Bu sağlıklı bitkilerin fotosentez için görünür dalga boyunda daha fazla absorbe yaptığını, dolayısıyla daha düşük yansımaya vermesi gerçeğine dayanmaktadır. 2021 yılında su stresi olmayan konularda NIR dalga boyunda yüksek yansımaya oranları varken su stresi altındaki konularda bu dalga boyundaki yansımaya oranları azalmıştır. Mavi ve kırmızı bölgedeki stresli bitkilerde yansımaya oranı daha yüksek olmaktadır. Bu yaprak suyundaki azalma fotosentetik pigment konsantrasyonunu azaltmasıyla açıklanabilir. Ayrıca yetiştirme sezonunda hasada yaklaştıkça yansımaya oranlarındaki fark birbirine çok yaklaşmıştır. Sonuç olarak spektral yansımaların büyük ölçüde fotosentetik pigmentlerden etkilendiğini göstermektedir.

4.4. Çerezlik Kabak Denemesi Sonuçları

4.4.1. Bitki Su Tüketimi

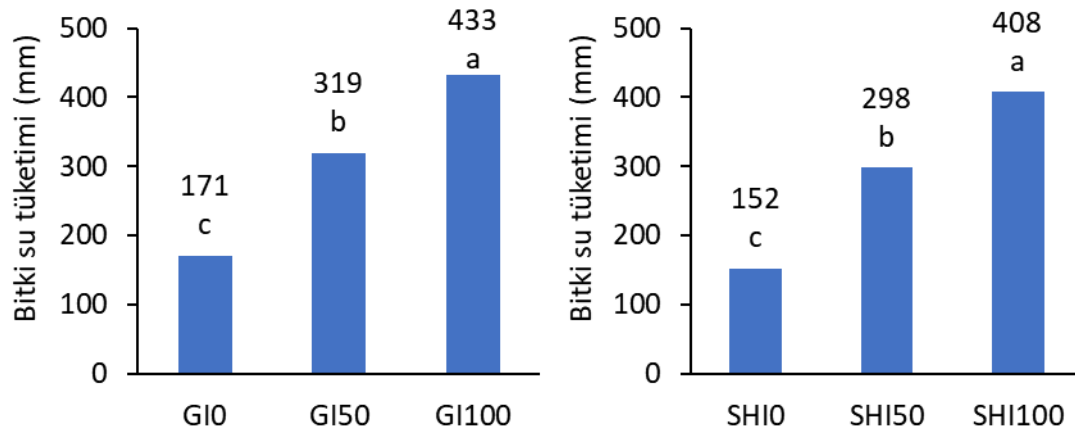
2020 yılında çerezlik kabak denemesinde dönem içerisinde düşen yağış, uygulanan sulama suyu miktarları, toprak depo nemi kullanımı ve bitki su tüketimi sonuçları özet şekilde Tablo 613'te sunulmuştur. Çerezlik kabak ekiminden hasada kadar 57.7 mm yağış düşmüştür. I_0 konularına sulama uygulanmadığı için yalnızca dönem içi düşen yağış ve dönem öncesi toprakta depolanan nem ile bitki su tüketimi karşılanmıştır. Dolayısıyla GI_0 ve SHI_0 konularında 171 mm ve 152 mm bitki su tüketimi gerçekleşmiştir. Geleneksel tarım konularında I_{50} ve I_{100} konusuna sırasıyla 142 mm ve 284 mm sulama suyu uygulanmış ve bitki su tüketimi 319 mm ve 433 mm olmuştur. Sırt-karık mikro havza yağmur suyu hasadı (SKMYH) altında I_{50} ve I_{100} konularına sırasıyla 129 mm ve 259 mm sulama suyu uygulanmış ve bitki su tüketimi 298 mm ve 408 mm olmuştur. GT konularında çerezlik kabak 90 cm toprak derinliğinden I_0 , I_{50} ve I_{100} sulama oranlarında sırasıyla 113, 120 ve 91 mm toprak depo nemini kullanılmıştır. SKMYH konularında ise toprakta depo edilen nemden I_0 , I_{50} ve I_{100} sulama oranlarında sırasıyla 104, 115 ve 92 mm kullanılmıştır. Tam sulama konuları tarafından toprak depo neminin biraz daha düşük miktarda kullanıldığı dikkat çekmektedir. Su stresinin etkisiyle I_0 ve I_{50} konularının toprak neminden bir miktar daha fazla kullandıkları görülmektedir (Tablo 13).

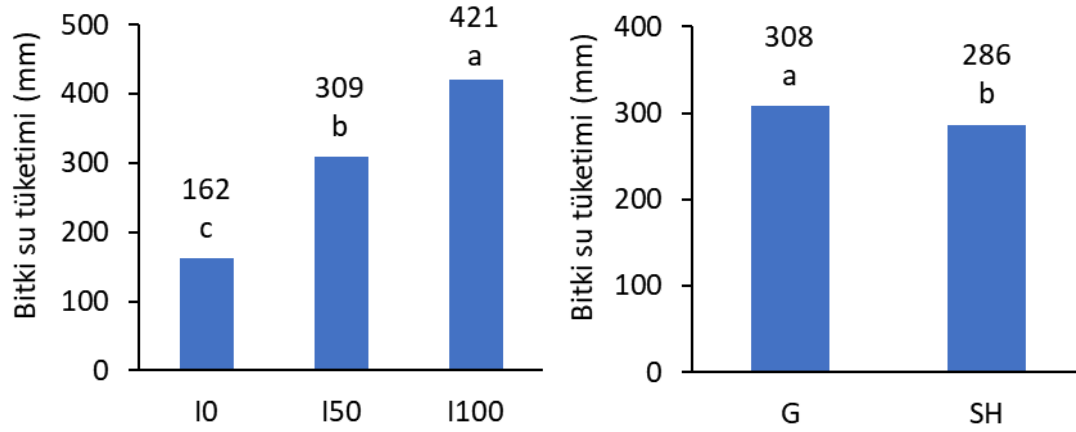
Tablo 13. 2020 yılı çerezlik kabak bitki su tüketimi ve bitki su tüketimi bileşenleri

	GI ₀	GI ₅₀	GI ₁₀₀	SH ₀	SH ₅₀	SH ₁₀₀
R (mm)	57.7	57.7	57.7	57.7	57.7	57.7
I (mm)	0	142	284	0	129	259
ΔS (mm)	113	120	91	104	115	92
ET (mm)	171	319	433	152	298	408

R: Yağış (mm), I: Sulama suyu (mm), ΔS: Toprak su içeriği değişimi (mm), ET: Bitki su tüketimi (mm).

Denemede 2020 yılında ortalama 297 mm su tüketimi gerçekleşmiş olup bu su tüketimi sulama oranlarına, GT ve SKMYH konularına Şekil 58'de gösterilmiştir. Denemede bitki su tüketimi 152 mm ile 433 mm arasında değişmiş olup bu değişim üzerine sulama oranları $p < 0.01$ seviyesinde çok önemli şekilde, GT ve SKMYH konuları ise $p < 0.05$ seviyesinde önemli düzeyde etkili olmuştur. Su tüketimi üzerine konular arası etkileşimin etkisi önemli bulunmamıştır. GT altında bitki su tüketimi I₀, I₅₀ ve I₁₀₀ konuları için sırasıyla 171, 319 ve 433 mm ve SKMYH altında ise 152, 298 ve 408 mm olmuştur. Ortalama bitki su tüketimi SKMYH konusunda 286 mm saptanmış olup GT konusunda saptanan 308 mm su tüketiminden önemli oranda düşük bulunmuştur (Şekil 67). En yüksek su tüketimi I₁₀₀ konusunda 421 mm, sonra I₅₀ konusunda 309 mm ve en az su tüketimi I₀ konusunda 162 mm saptanmıştır. Uygulanan sulama suyu miktarının artmasıyla birlikte bitki su tüketimi de artmıştır.





Şekil 67. 2020 yılı çerezlik kabak bitki su tüketimi üzerine geleneksel tarım ve sırt-karık mikro havza yağmur suyu hasadı tekniği altında sulama suyu düzeylerinin etkisi

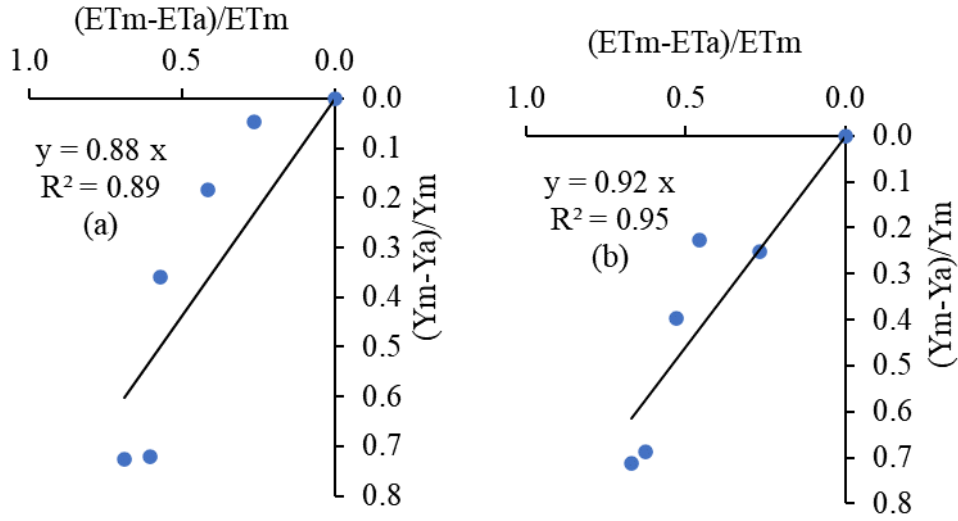
2021 yılı bitki su tüketimi sonuçları Tablo 14'te verilmiştir. 2021 yılının derin kuyu elektrik arızası nedeniyle son dönem sulamaları yapılamadığı için sulanan konularda 1.yıla nazaran su tüketimleri daha düşük çıkmıştır.

Tablo 14. 2021 yılı çerezlik kabak bitki su tüketimi ve bitki su tüketimi bileşenleri

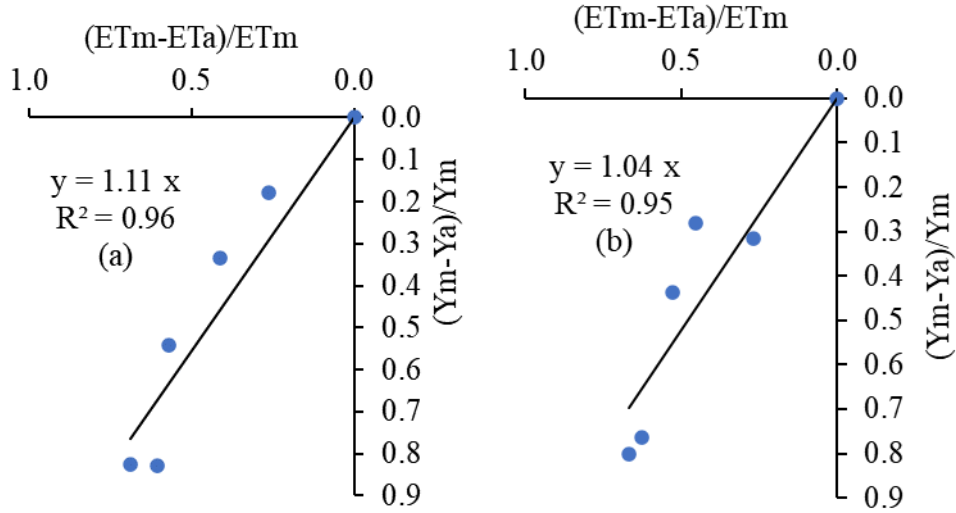
	GI ₀	GI ₅₀	GI ₁₀₀	SH ₀	SH ₅₀	SH ₁₀₀
R (mm)	90.8	90.8	90.8	90.8	90.8	90.8
I (mm)	0	83.0	160.0	0	86.0	145.0
ΔS (mm)	44.3	13.1	3.3	44.5	16.1	-13.5
ET (mm)	135.1	186.9	254.1	135.3	192.9	222.3

R: Yağış (mm), I: Sulama suyu (mm), ΔS: Toprak nem içeriği değişimi (mm), ET: Bitki su tüketimi (mm).

Nispi su tüketimindeki düşüğe karşın verimdeki nispi düşüş ilişkileri her iki yıl için Şekil 68 ve 69'da verilmiştir. GT altında çerezlik kabak tohum verimi verim tepki faktörü $ky = 0.88$ ve SKMYH altında $ky = 0.92$ saptanmıştır. Çerezlik kabak tohum verimi ve kabak meyvesi verimi hem geleneksel tarım ve hem de su hasadı sistemi altında su stresine karşı biraz toleranslı bulunmuştur. Meyve verimi için GT altında $ky = 1.11$ ve SKMYH altında $ky = 1.04$ olarak saptanmıştır. Meyve veriminin tohum verimine göre su stresine daha duyarlı olduğu görülmüştür. Her iki sistem altında da verim tepki faktörleri birbirlerine çok yakın çıkmıştır. Su hasadının verim tepki faktörüne önemli düzeyde etki etmemiştir.

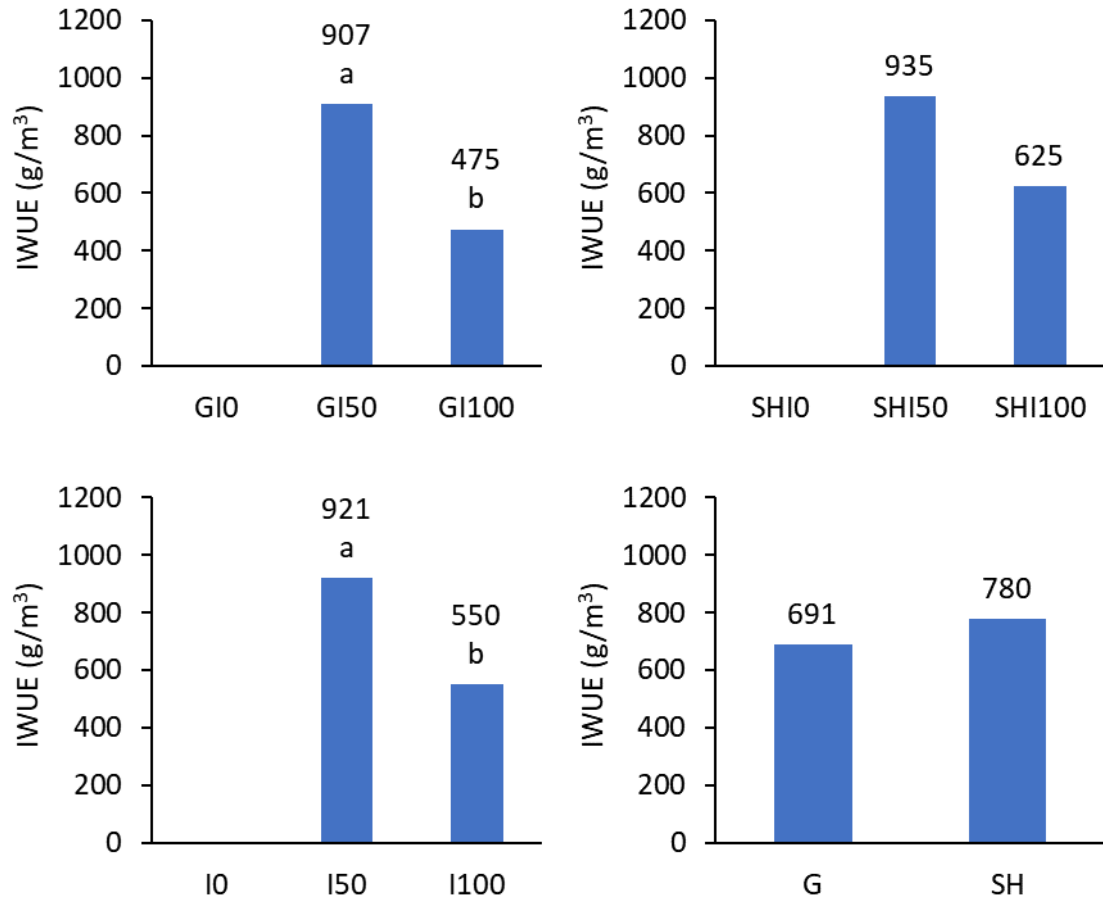


Şekil 68. Geleneksel tarım (a) ve sırt-karık mikro havza yağmur suyu hasadı tekniği (b) altında çerezlik kabak tohum verimi için verim tepki faktörü (ky)



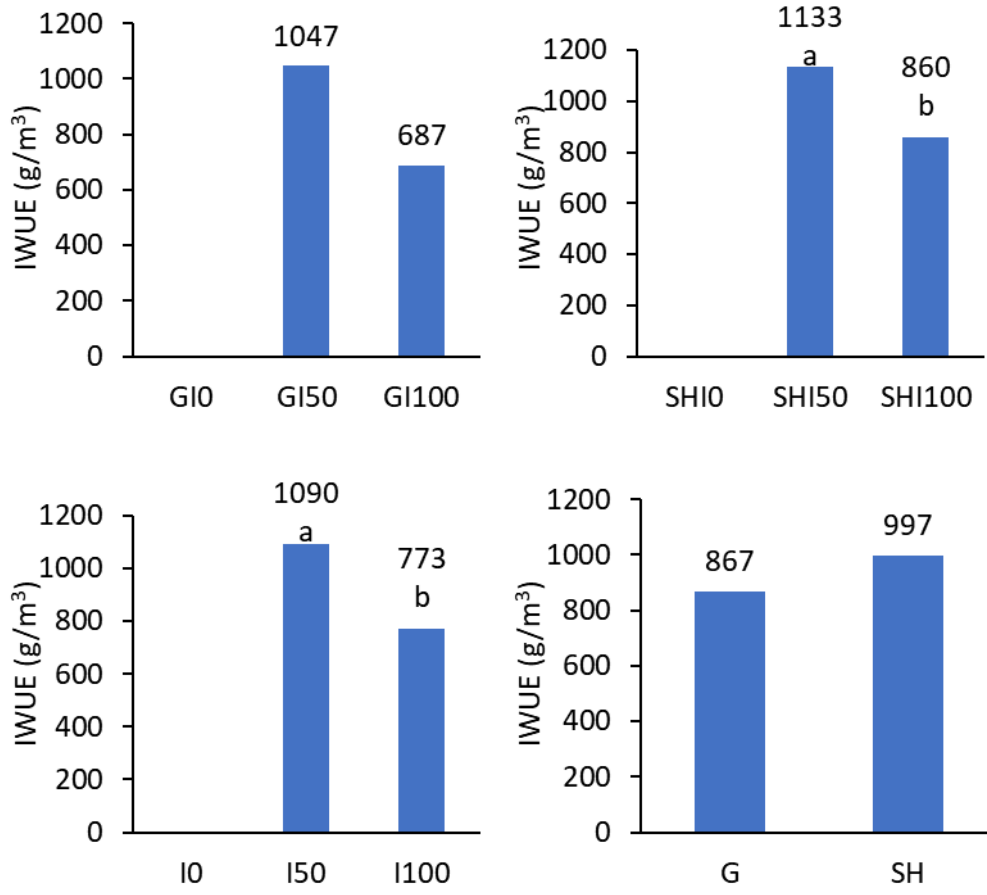
Şekil 69. 2020 yılı geleneksel tarım (a) ve sırt-karık mikro havza yağmur suyu hasadı tekniği (b) altında çerezlik kabak meyve verimi için verim tepki faktörü (ky)

Çalışmada ortalama 1 m^3 sulama suyu için 735 g çerezlik kabak tohumu elde edilmiştir. I_0 konusuna sulama suyu uygulanmadığı için IWUE değeri yoktur. IWUE 475 ile 935 g/m^3 arasında değişim göstermiştir. IWUE' deki bu değişim üzerine sulama oranları $p < 0.01$ seviyesinde çok önemli düzeyde etkili olmuştur. GT ve SKMYH konuları ve konular arası etkileşimin IWUE üzerine etkisi önemli bulunmamıştır. En yüksek IWUE I_{50} konusunda 921 g/m^3 ve en düşük I_{100} konusunda 550 g/m^3 olarak saptanmıştır. Sulama suyu oranının artmasıyla birlikte IWUE düşmüştür (Şekil 70).

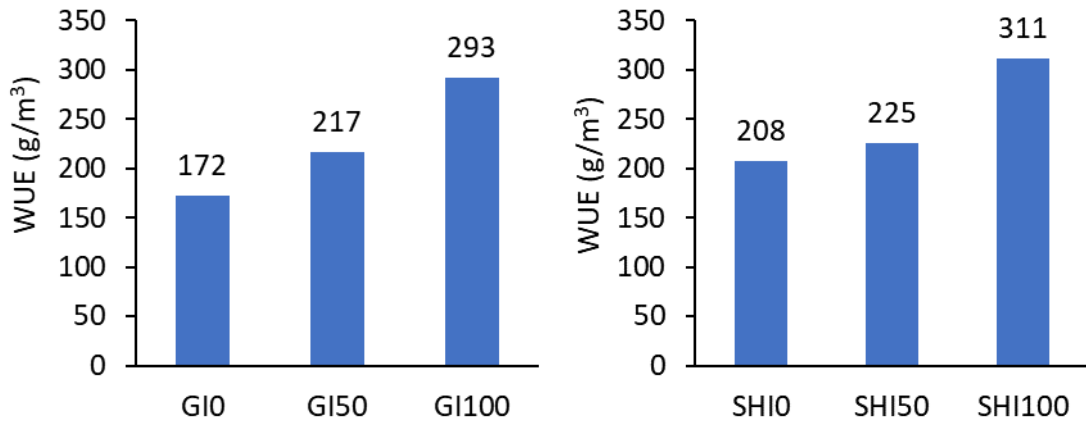


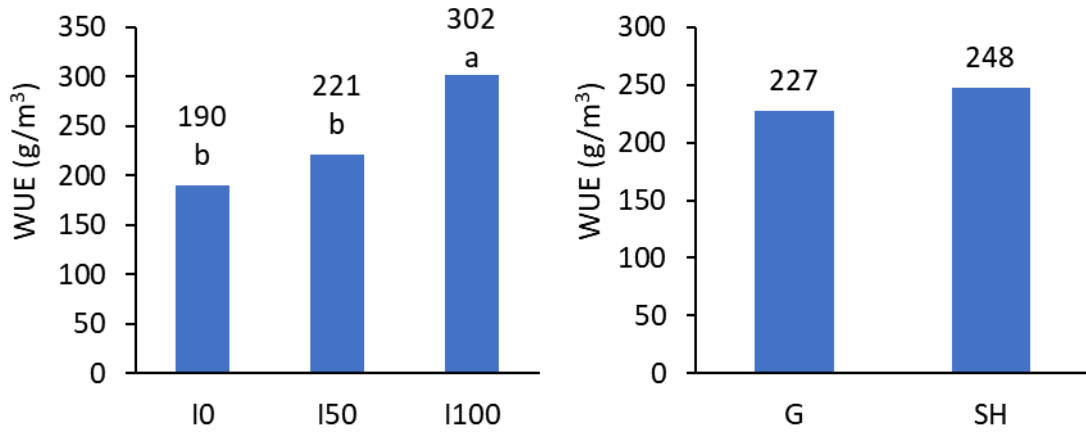
Şekil 70. 2020 yılı çerezlik kabak sulama suyu kullanım etkinliği (IWUE) üzerine geleneksel tarım ve sırt-karık mikro havza yağmur suyu hasadı tekniği altında sulama suyu düzeylerinin etkisi

Çalışmada ortalama 1 m³ su tüketimi için 238 g çerezlik kabak tohumu elde edilmiştir. WUE 172 ile 311 g/m³ arasında değişim göstermiştir (Şekil 71). WUE 'deki bu değişim üzerine yalnızca sulama oranlarının etkisi p< 0.01 seviyesinde çok önemli bulunmuştur. GT ve SKMYH konuları ve konular arası etkileşimin WUE üzerine etkisi önemli bulunmamıştır. En yüksek WUE I₁₀₀ konusunda 302 g/m³ ve en düşük I₀ ve I₅₀ konularında 190 ve 221 g/m³ olduğu saptanmıştır. Sulama suyu oranının artmasıyla birlikte IWUE' nin aksine WUE' nin arttığı Şekil 62'de görülmektedir. I₀ konusunda GT altında 172 g/m³ olan WUE SKYMH konusunda 208 g/m³ olmuştur.

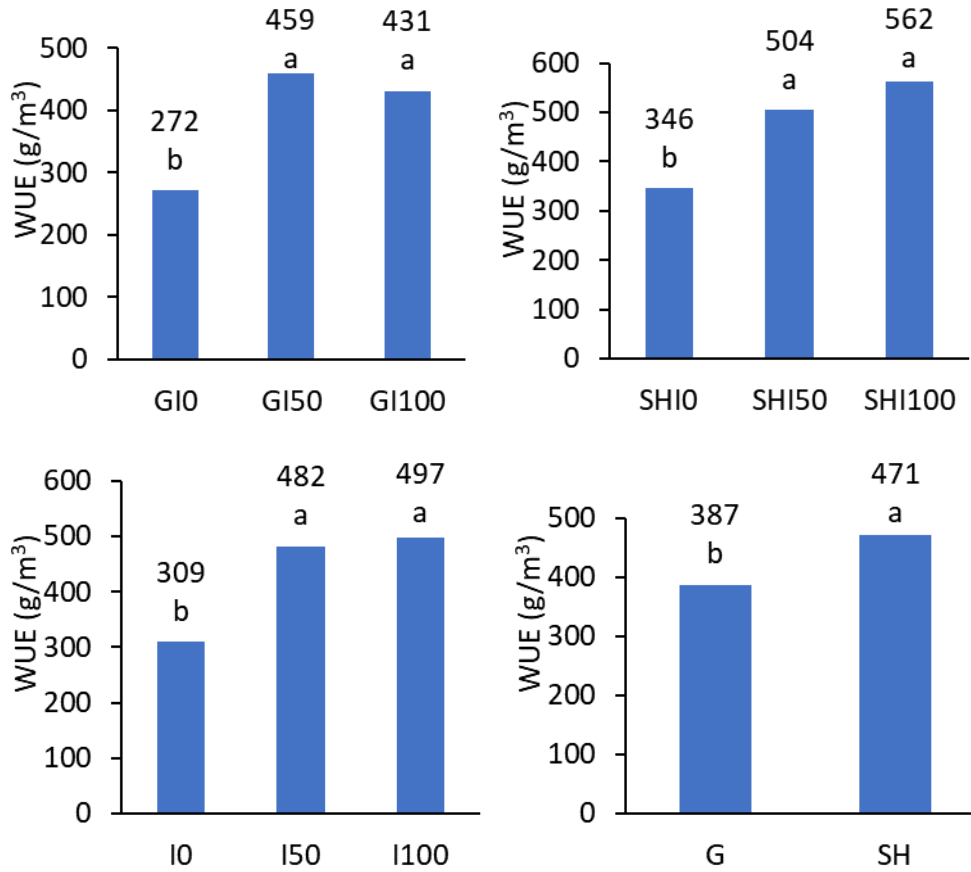


Şekil 71. 2021 yılı çerezlik kabak sulama suyu kullanım etkinliği (IWUE) üzerine geleneksel tarım ve sırt-karık mikro havza yağmur suyu hasadı tekniği altında sulama suyu düzeylerinin etkisi





Şekil 72. 2020 yılı çerezlik kabak su kullanım etkinliği (WUE) üzerine geleneksel tarım ve sırt-karık mikro havza yağmur suyu hasadı tekniği altında sulama suyu düzeylerinin etkisi

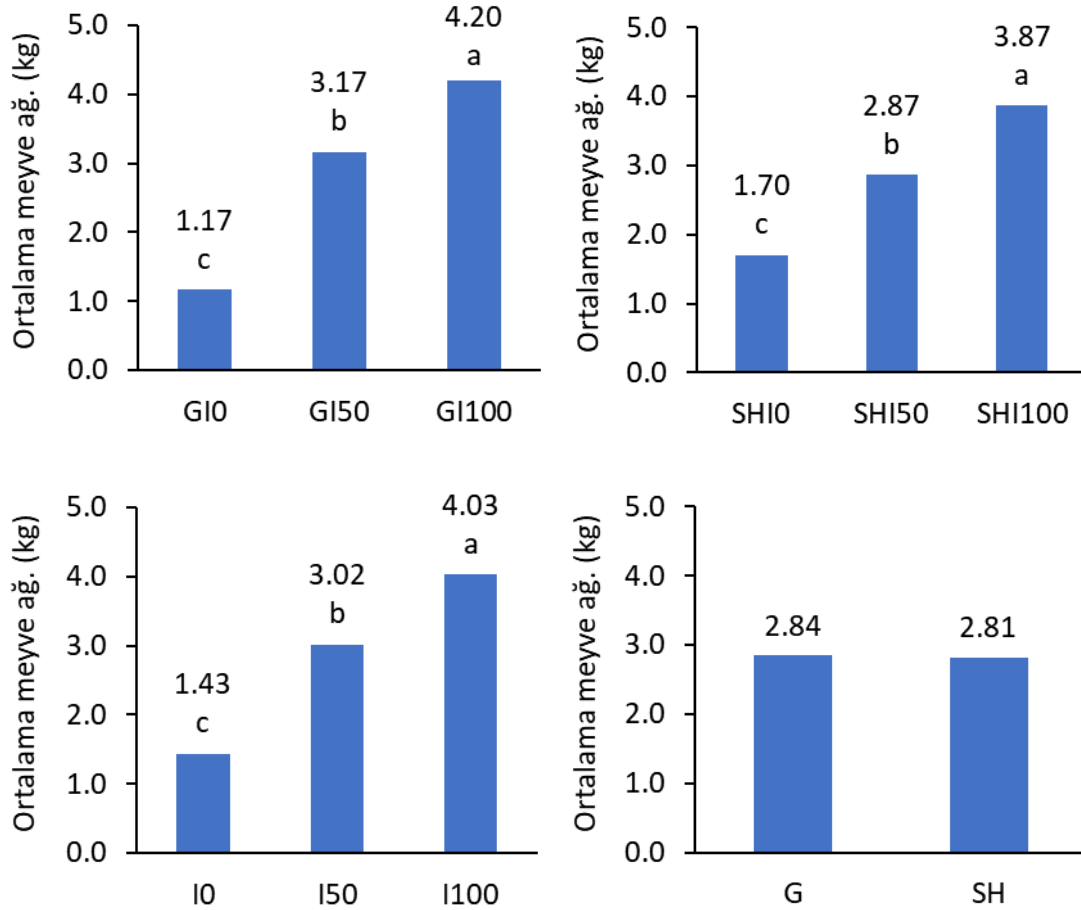


Şekil 73. 2021 yılı çerezlik kabak su kullanım etkinliği (WUE) üzerine geleneksel tarım ve sırt-karık mikro havza yağmur suyu hasadı tekniği altında sulama suyu düzeylerinin etkisi

4.4.2. Meyve Özellikleri ve Verim

Denemede 2020 yılında 2.83 kg olan ortalama meyve ağırlığı 1.17 ile 4.20 kg arasında değişim göstermiştir (Şekil 74). Ortalama meyve ağırlığı üzerine sulama oranlarının GT ve SKMYH

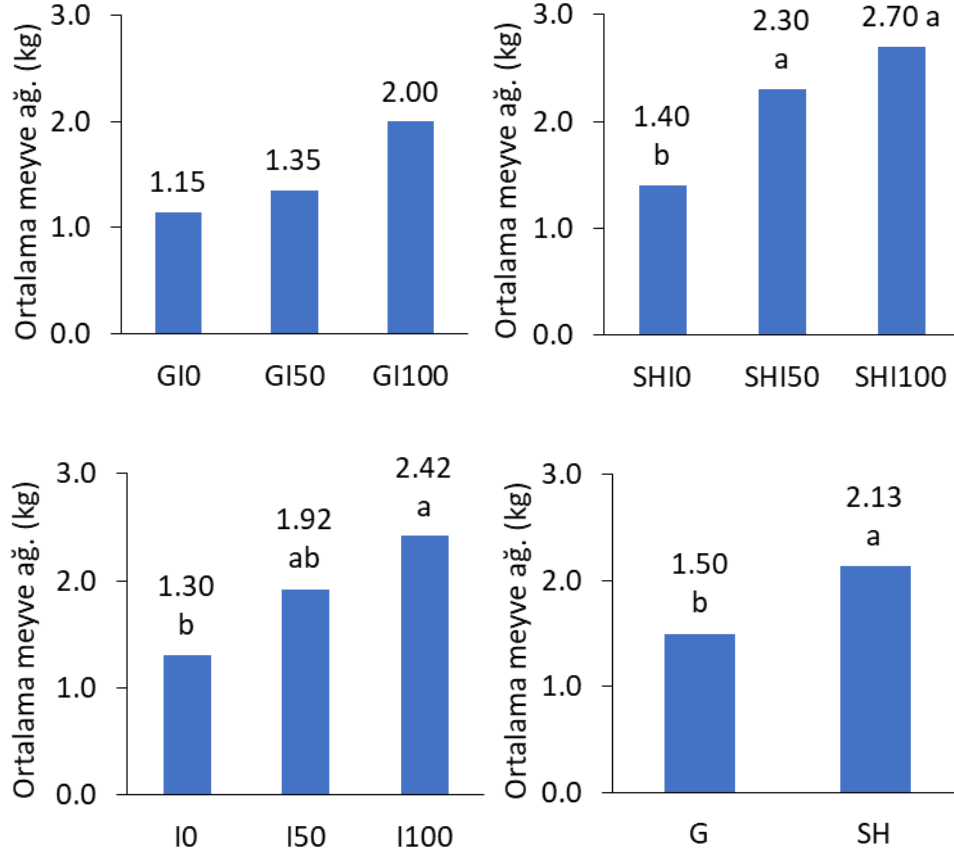
altında etkisi $p<0.01$ seviyesinde çok önemli bulunurken GT ve SKMYH konuları arası fark ve bu konuların etkileşimi sonucu ortaya çıkan fark önemli bulunmamıştır. Her iki yetiştirme tekniği altında ortalama meyve ağırlığı sulama oranının artmasıyla artış göstermiştir. En yüksek meyve ağırlığı I_{100} konusundan 4.03 kg ve sonra I_{50} konusundan 3.02 kg elde edilirken en düşük I_0 konusundan 1.43 kg elde edilmiştir.



Şekil 74. 2020 yılı çerezlik kabak meyve ağırlığı üzerine geleneksel tarım ve sırt-karık mikro havza yağmur suyu hasadı tekniği altında sulama suyu düzeylerinin etkisi

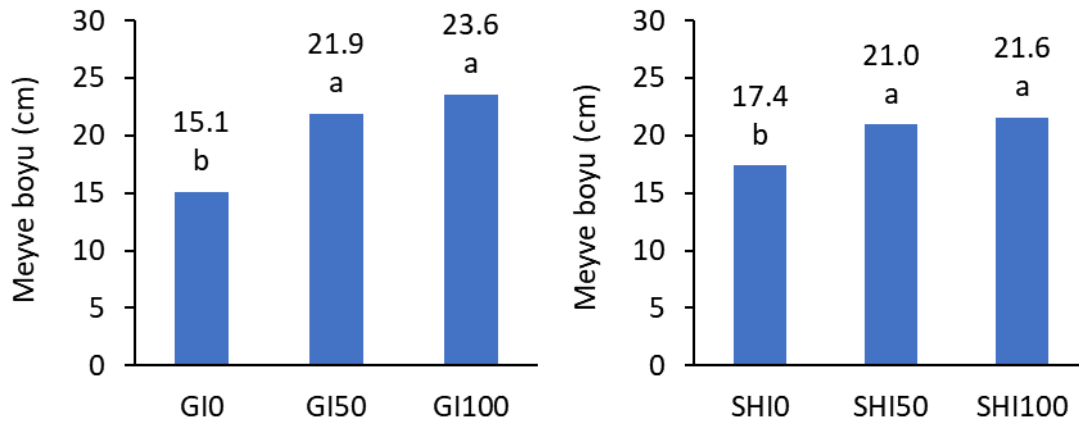
Denemede 2021 yılında 1.88 kg olan ortalama meyve ağırlığı 1.15 ile 2.7 kg arasında değişim göstermiştir (Şekil 75). Ortalama meyve ağırlığı üzerine sulama oranlarının etkisi $p<0.01$ seviyesinde hem sırt-karık yağmur suyu hasadı (SKMYH) altında hem de deneme genelinde önemli bulunmuş ancak geleneksel tarım (GT) altında önemli fark bulunmamıştır. SKMYH altında SHI50 ve SHI100 konularından en yüksek meyve ağırlığı (2.30 ve 2.70 kg) buna karşılık sulanmayan SHI0 konusundan en düşük meyve ağırlıkları (1.40 kg) saptanmıştır. Deneme genelinde uygulanan sulama suyu artışı ile ortalama meyve ağırlığı da artmıştır. Yağışa dayalı şartlara göre bitki su gereksiniminin tam karşılanması meyve ağırlığını %86 artırmıştır. SKMYH

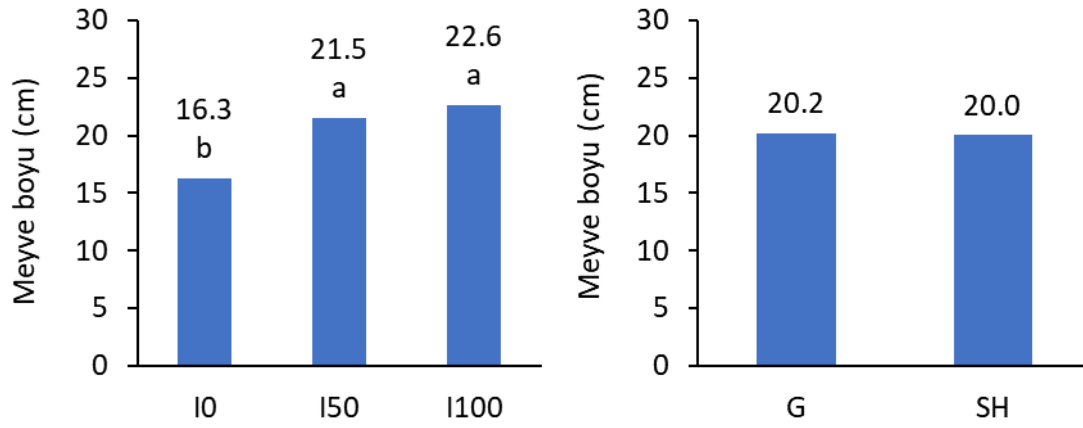
tekniki altında ortama meyve ağırlığı en yüksek (2.13 kg), geleneksel tarımda ise en düşük (1.50 kg) bulunmuştur. SKMYH uygulaması meyve ağırlığında %42 artışa neden olmuştur.



Şekil 75. 2021 yılı meyve ağırlığı üzerine geleneksel tarım ve sırt-karık mikro havza yağmur suyu hasadı tekniği altında sulama suyu düzeylerinin etkisi

Denemede 2020 yılında 20.1 cm olan ortalama meyve boyu 15.1 ile 23.6 cm arasında değişim göstermiştir (Şekil 76). Ortalama meyve boyu her iki yetiştirme tekniği altında sulama oranlarına göre $p < 0.01$ seviyesinde çok önemli şekilde değişmiştir.

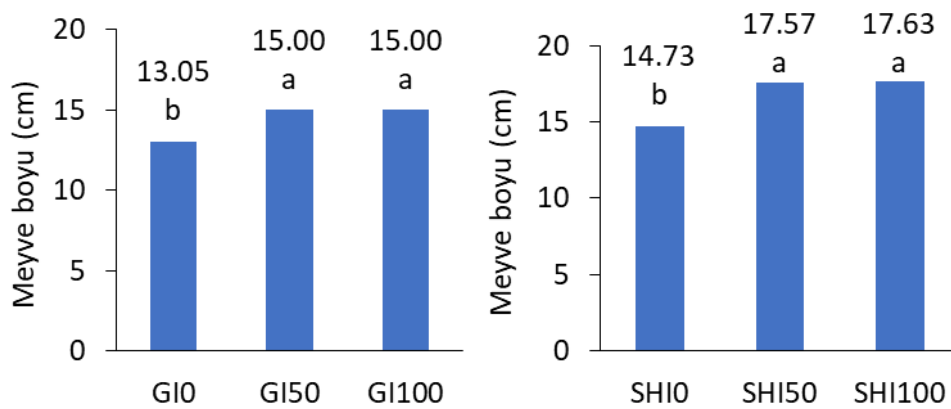


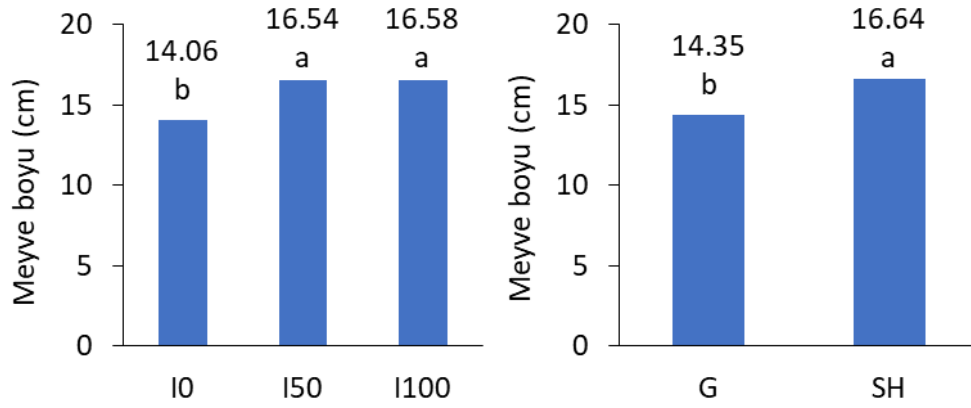


Şekil 76. 2020 yılı çerezlik kabak meyve boyu üzerine geleneksel tarım ve sırt-karık mikro havza yağmur suyu hasadı tekniği altında sulama suyu düzeylerinin etkisi

GT ve SKMYH konuları arası fark ve bu konuların etkileşimi sonucu meyve boyunda meydana gelen fark önemli bulunmamıştır. Ortalama meyve boyu sulanmayan konulara göre sulanan konularda artış göstermiştir. En yüksek meyve boyu I₁₀₀ ve I₅₀ konularında sırasıyla 22.6 cm ve 21.5 cm elde edilirken en düşük I₀ konusundan 16.3 cm elde edilmiştir. I₅₀ ve I₁₀₀ konuları aynı grupta yer almıştır.

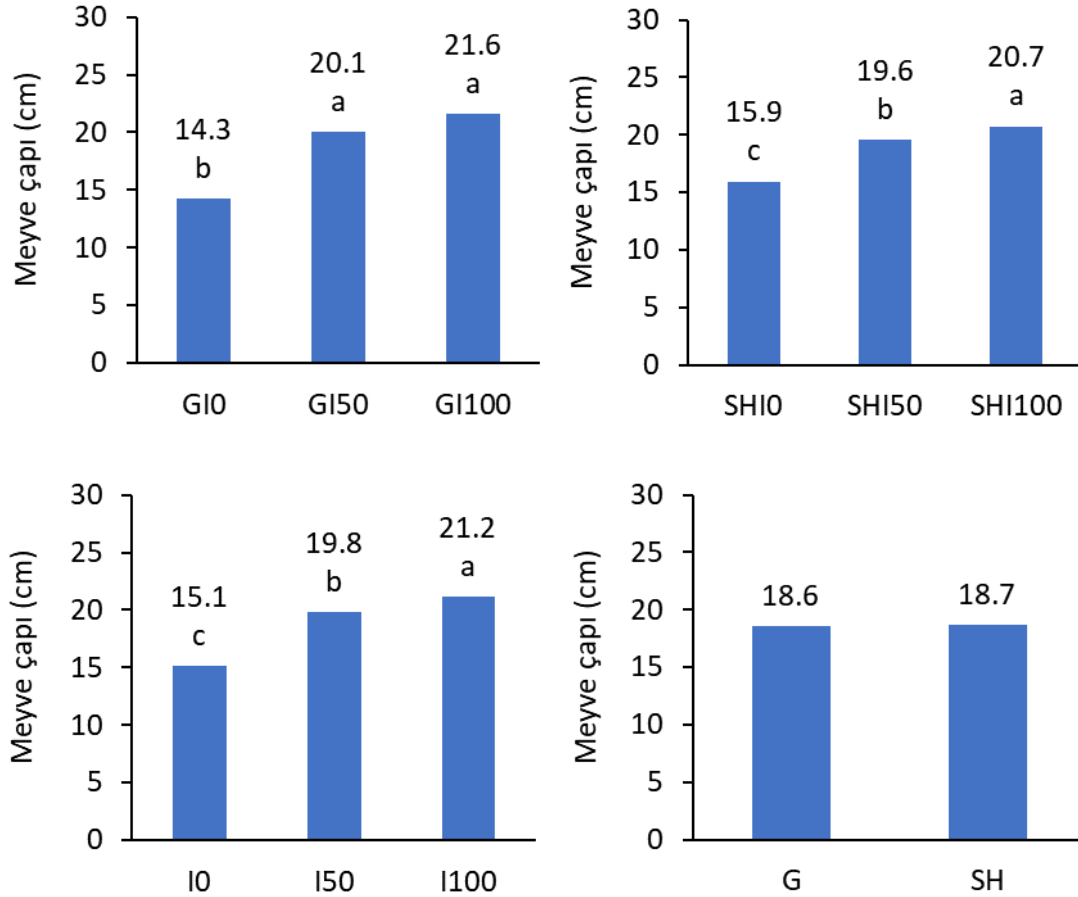
Denemede ortalama 15.7 cm olan meyve boyu 13.1 ile 17.6 cm arasında değişim göstermiştir (Şekil 77). Meyve boyundaki bu değişim üzerine sulama oranlarının etkisi GT ve SKMYH altında önemli bulunmuştur. Her iki uygulamada en yüksek meyve boyu %50 ve %100 sulama uygulamalarından ve en düşük sulanmayan konulardan elde edilmiştir. Sulama uygulamaları meyve boyunu artırmıştır. GT ve SKMYH konularında meyve boyundaki farklılık $p < 0.05$ düzeyinde önemli bulunmuştur. GT konularında meyve boyu ortalama 14.35 cm en düşük ve SKMYH konularında en yüksek 16.64 cm bulunmuştur. SKMYH uygulaması meyve boyunda GT konusuna göre %16 kadar bir artış sağlamıştır.

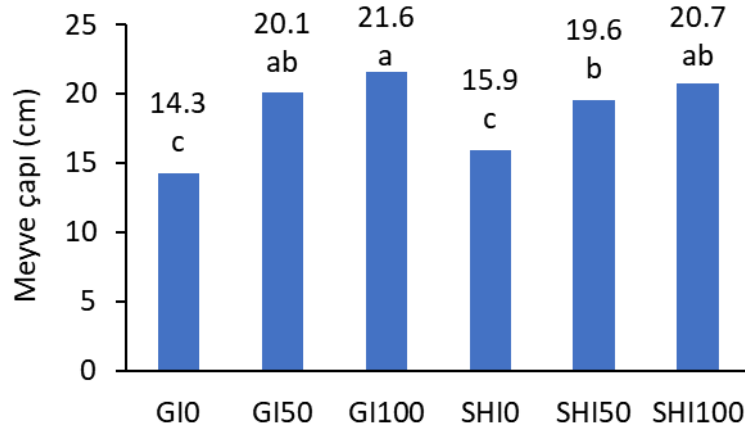




Şekil 77. 2021 yılı meyve boyu üzerine geleneksel tarım ve sırt-karık mikro havza yağmur suyu hasadı tekniği altında sulama suyu düzeylerinin etkisi

Denemede 2020 yılında 18.7 cm olan ortalama meyve çapı 14.3 ile 21.6 cm arasında değişim göstermiştir (Şekil 78). GT ve SKMYH konuları altında ortalama meyve çapı üzerine $p < 0.01$ seviyesinde sulama oranlarının etkisi çok önemli, GT×SKMYH etkileşimi $p < 0.05$ seviyesinde önemli bulunurken GT ve SKMYH konularının etkisi önemli bulunmamıştır. GT ve SKMYH konularının meyve çapında oluşturduğu fark önemli bulunmamıştır.

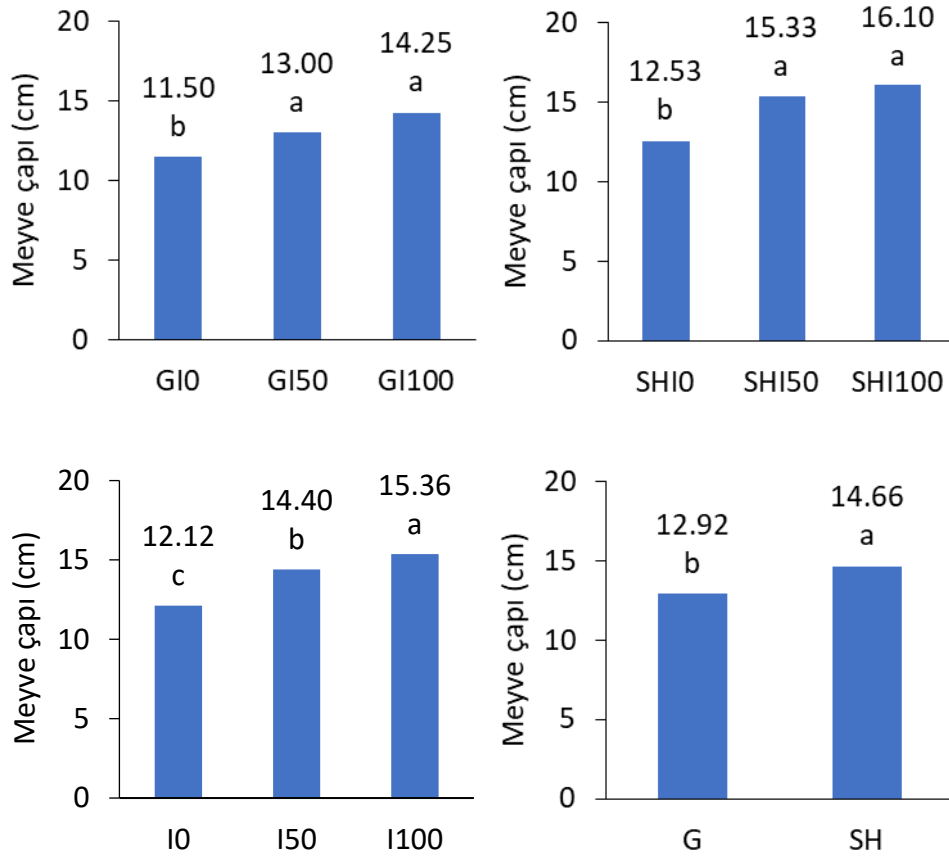




Şekil 78. 2020 yılı çerezlik kabak meyve çapı üzerine geleneksel tarım ve sırt-karık mikro havza yağmur suyu hasadı tekniği altında sulama suyu düzeylerinin etkisi

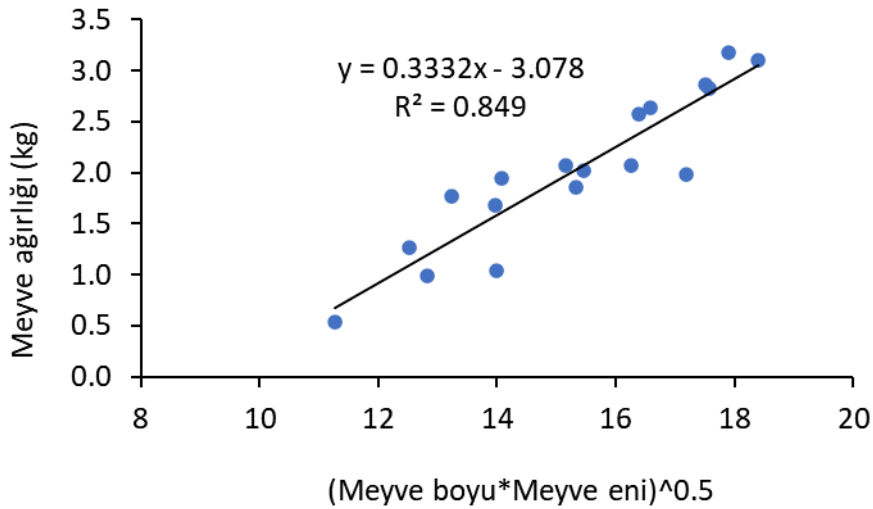
Ortalama meyve çapı sulama oranının artmasıyla artış göstermiştir. En yüksek meyve çapı I₁₀₀ konusundan 21.2 cm ve sonra I₅₀ konusundan 19.8 cm elde edilirken en düşük I₀ konusundan 15.1 cm elde edilmiştir. GT ve SKMYH konuları altında en düşük meyve çapı I₀ konularından gözlenirken sulama oranının artmasına paralel şekilde artmış ve en yüksek I₁₀₀ konularında gözlenmiştir. GT×SKMYH etkileşiminde en büyük meyve çapı 21.6 cm ile GI100 konusunda ve en düşük meyve çapı 14.3 cm ve 15.9 cm ile GT ve SKMYH konularında gözlenmiştir.

Denemede 2021 yılında 14 cm olan ortalama meyve çapı 11.5 ile 16.1 cm arasında değişim göstermiştir (Şekil 79). GT ve SKMYH konuları altında ortalama meyve çapı üzerine $p < 0.05$ seviyesinde sulama oranlarının etkisi çok önemli bulunmuştur. Meyve boyu sonuçlarına paralel şekilde sulama oranlarının artmasıyla her iki uygulama altında meyve çapı artmış ve en yüksek meyve çapları %50 ve %100 sulama konularından elde edilmiştir. Deneme genelinde I₀ konusundan en düşük (12.1 cm), I₅₀ konusundan daha yüksek (14.4 cm) ve I₁₀₀ konusundan en yüksek (15.4 cm) meyve çapı elde edilmiştir. I₀ konusuna göre I₅₀ ve I₁₀₀ konuları meyve çapında %19 ve %27 artış sağlamıştır. Geleneksel tarımda ortalama meyve boyu 12.9 cm en düşük değer ve SKMYH konularında 14.7 cm en yüksek değer elde edilmiştir. GT konusuna göre SKMYH konularında meyve çapı ortalama %13.5 daha yüksek bulunmuştur.



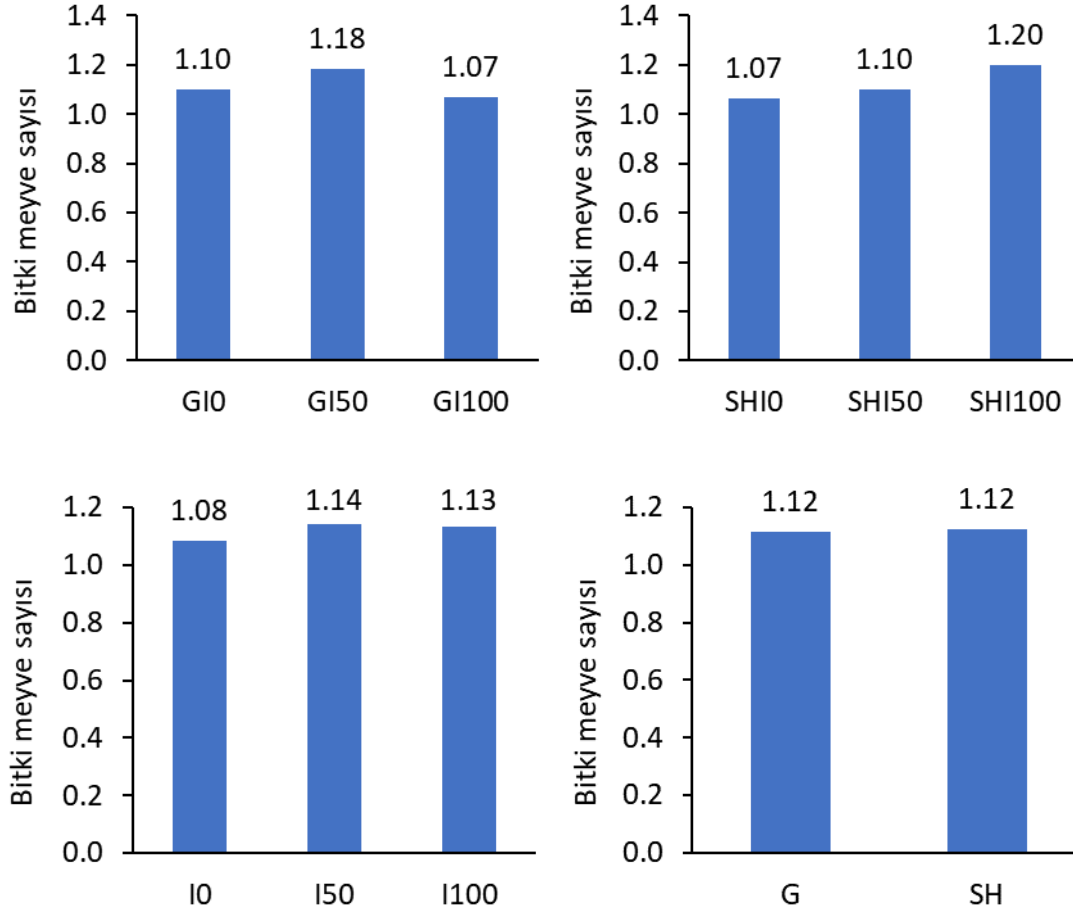
Şekil 79. 2021 yılı meyve çapı üzerine geleneksel tarım ve sırt-karık mikro havza yağmur suyu hasadı tekniği altında sulama suyu düzeylerinin etkisi

Çerezlik kabak meyve boyutları ile meyve ağırlığı arasında önemli doğrusal bir ilişki ($y = 0.33x - 3.08 \pm 0.3$) saptanmıştır (Şekil 80). Meyve boyu ve meyve çapı çarpımının kare kökü alınarak meyve ağırlığı ilişkilendirilmiştir. Meyve boyutlarının artmasıyla meyve ağırlığı da artmıştır.



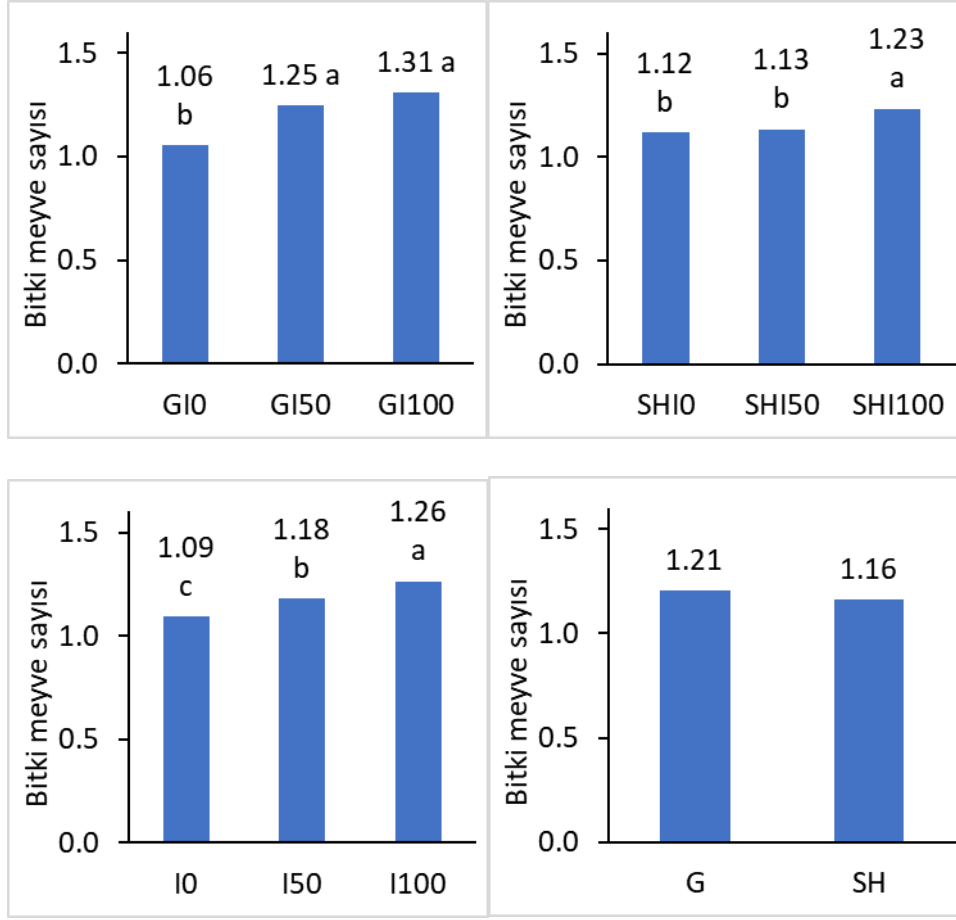
Şekil 80. Çerezlik kabak meyve boyutları ile meyve ağırlığı arasındaki ilişki

2020 yılında ortalama olarak bir bitkiden 1.12 adet meyve alınmış olup bitki meyve sayısı 1.07 ile 1.20 adet arasında değişim göstermiştir (Şekil 81). Bitki meyve sayısı üzerine sulama oranları, GT ve SKMYH konuları ile konular arası etkileşim önemli bulunmamıştır.



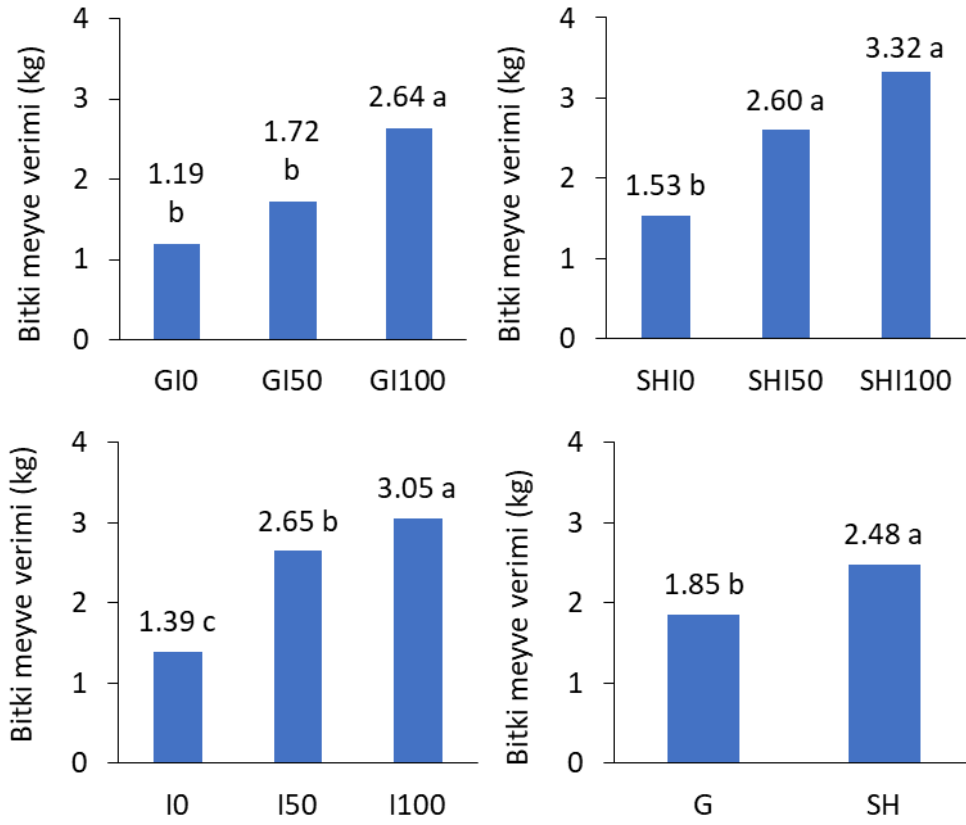
Şekil 81. 2020 yılı çerezlik kabak bitki meyve sayısı üzerine geleneksel tarım ve sırt-karık mikro havza yağmur suyu hasadı tekniği altında sulama suyu düzeylerinin etkisi

Denemenin 2.yılında ortalama olarak bir bitkiden 1.18 adet meyve alınmış olup bitki meyve sayısı 1.06 ile 1.31 adet arasında değişim göstermiştir (Şekil 82). Bitki meyve sayısı üzerine GT ve SKMYH konuları altında sulama oranlarının etkisi $p<0.05$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Genel olarak sulama oranları bitki meyve sayısını artırmıştır. GT altında en düşük meyve sayısı I_0 konularından ve SKMYH altında I_0 ve I_{50} konularından elde edilmiştir. Su hasadının meyve sayısı üzerine olumlu bir etkisi olmamıştır.



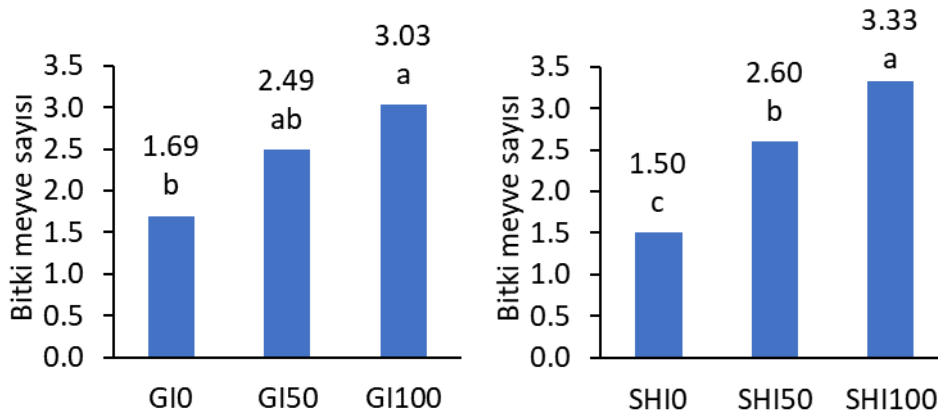
Şekil 82. 2021 yılı çerezlik kabak bitki meyve sayısı üzerine geleneksel tarım ve sırt-karık mikro havza yağmur suyu hasadı tekniği altında sulama suyu düzeylerinin etkisi

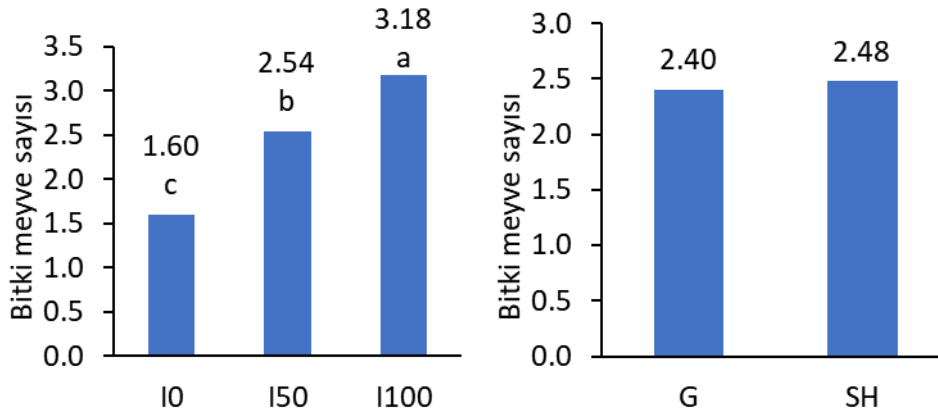
2020 yılında bir bitkiden denemede ortalama olarak 2.24 kg meyve verimi elde edilmiş ve bitki meyve verimi 1.19 kg ile 3.32 kg arasında değişim göstermiştir (Şekil 83). Bitki meyve veriminin bu değişimi üzerinde GT ve SKMYH altında uygulanan sulama oranları $p < 0.05$ düzeyinde etkili olduğu gibi deneme genelinde GT ile SKMYH uygulamaları arasında önemli bir fark meydana gelmiştir. GT altında en yüksek bitki meyve verimi I_{100} konusunda 2.64 kg, en düşük I_{50} ve I_0 konusunda 1.72 kg ile 1.19 kg alınmıştır. Su hasadı altında en yüksek bitki meyve verimi I_{50} ve I_{100} konusunda 2.60 kg ile 3.32 kg ve en düşük I_0 konusunda 1.53 kg alınmıştır. Sulama oranlarının artmasıyla bitki meyve verimi artmış, I_0 , I_{50} ve I_{100} konularından sırasıyla 1.39, 2.65 ve 3.05 kg bitki meyve verimi elde edilmiştir. I_0 konusuna göre I_{50} ve I_{100} uygulamaları bitki meyve verimini %90 ve %119 oranında iyileştirmiştir. Geleneksel tarımda bitkilerden 1.85 kg en düşük bitki meyve verimi elde edilmesine karşılık su hasadında en yüksek 2.48 kg verim elde edilmiştir. SKMYH uygulaması ile bitki meyve veriminde ortalama %34 artış elde edilmiştir.



Şekil 83. 2020 yılı bitki meyve verimi üzerine geleneksel tarım ve sırt-karık mikro havza yağmur suyu hasadı tekniği altında sulama suyu düzeylerinin etkisi

Bir bitkiden denemede ortalama olarak 2.24 kg meyve verimi elde edilmiş ve bitki meyve verimi 1.19 kg ile 3.32 kg arasında değişim göstermiştir (Şekil 83). Bitki meyve veriminin bu değişimi üzerinde GT ve SKMYH altında uygulanan sulama oranları $p < 0.05$ düzeyinde etkili olduğu gibi deneme genelinde GT ile SKMYH uygulamaları arasında önemli bir fark meydana gelmiştir. GT altında en yüksek bitki meyve verimi I_{100} konusunda 2.64 kg, en düşük I_{50} ve I_0 konusunda 1.72 kg ile 1.19 kg alınmıştır. Su hasadı altında en yüksek bitki meyve verimi I_{50} ve I_{100} konusunda 2.60 kg ile 3.32 kg ve en düşük I_0 konusunda 1.53 kg alınmıştır.

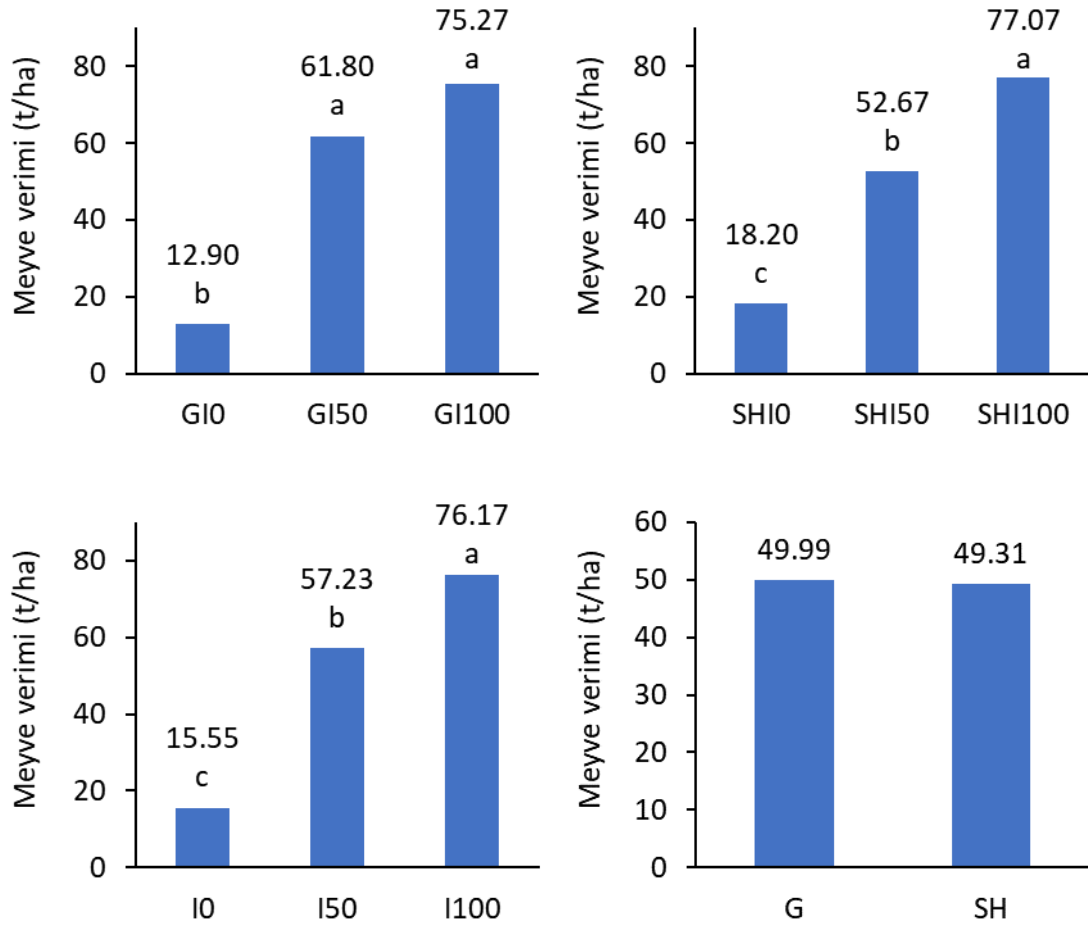




Şekil 84. 2021 yılı bitki meyve verimi üzerine geleneksel tarım ve sırt-karık mikro havza yağmur suyu hasadı tekniği altında sulama suyu düzeylerinin etkisi

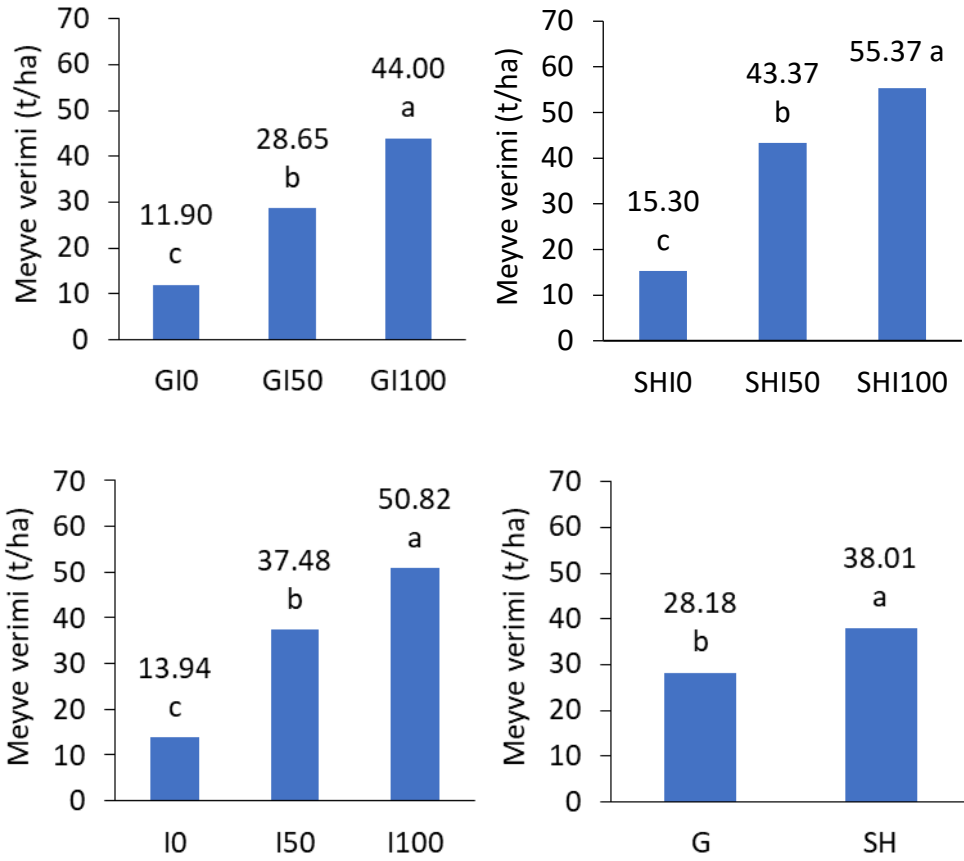
2021 yılında bir bitkiden denemede ortalama olarak 2.44 kg meyve verimi elde edilmiş ve bitki meyve verimi 1.50 kg ile 3.33 kg arasında değişim göstermiştir (Şekil 83). Bitki meyve veriminin bu değişimi üzerinde GT ve SKMYH altında uygulanan sulama oranları $p < 0.05$ düzeyinde etkili olduğu gibi deneme genelinde GT ile SKMYH uygulamaları arasında önemli bir fark meydana gelmemiştir. GT altında en yüksek bitki meyve verimi I₁₀₀ konusunda 3.03 kg, en düşük I₅₀ ve I₀ konusunda 2.49 kg ile 1.69 kg alınmıştır. Su hasadı altında en yüksek bitki meyve verimi I₅₀ ve I₁₀₀ konusunda 2.60 kg ile 3.33 kg ve en düşük I₀ konusunda 1.50 kg alınmıştır. Deneme genelinde sulama oranlarına göre bitki meyve verimi önemli derecede değişmiş ve sulama düzeylerinin azalmasıyla birlikte azalmıştır. I₁₀₀, I₅₀ ve I₀ konularından 3.18, 2.54 ve 1.60 kg meyve verime elde edilmiştir.

1.yıl birim alandan ortalama 49.65 t/ha meyve verimi alınmıştır. Meyve verimi 12.90 ile 77.07 t/ha arasında değişim göstermiştir (Şekil 85). GT ve SKMYH konuları altında meyve verimi değişimine sulama oranlarının $p < 0.01$ seviyesinde çok önemli etkisi olduğu saptanmıştır. GT ve SKMYH konularının meyve veriminde oluşturduğu fark ve bu konuların etkileşimlerinin oluşturduğu fark ise önemli bulunmamıştır. GT altında I₅₀ ve I₁₀₀ konuları aynı grupta yer almasına karşılık SKMYH altında her konu ayrı ayrı gruplarda yer almıştır. Sulama oranlarına göre en fazla meyve verimi I₁₀₀ konusundan 76.17 t/ha, sonra I₅₀ konusundan 57.23 t/ha ve en az meyve verimi sulama yapılmayan I₀ konusundan 15.55 t/ha alınmıştır. Sulama suyu oranının artmasıyla birlikte meyve verimi de artmıştır.



Şekil 85. 2020 yılı çerezlik kabak meyve verimi üzerine geleneksel tarım ve sırt-karık mikro havza yağmur suyu hasadı tekniği altında sulama suyu düzeylerinin etkisi

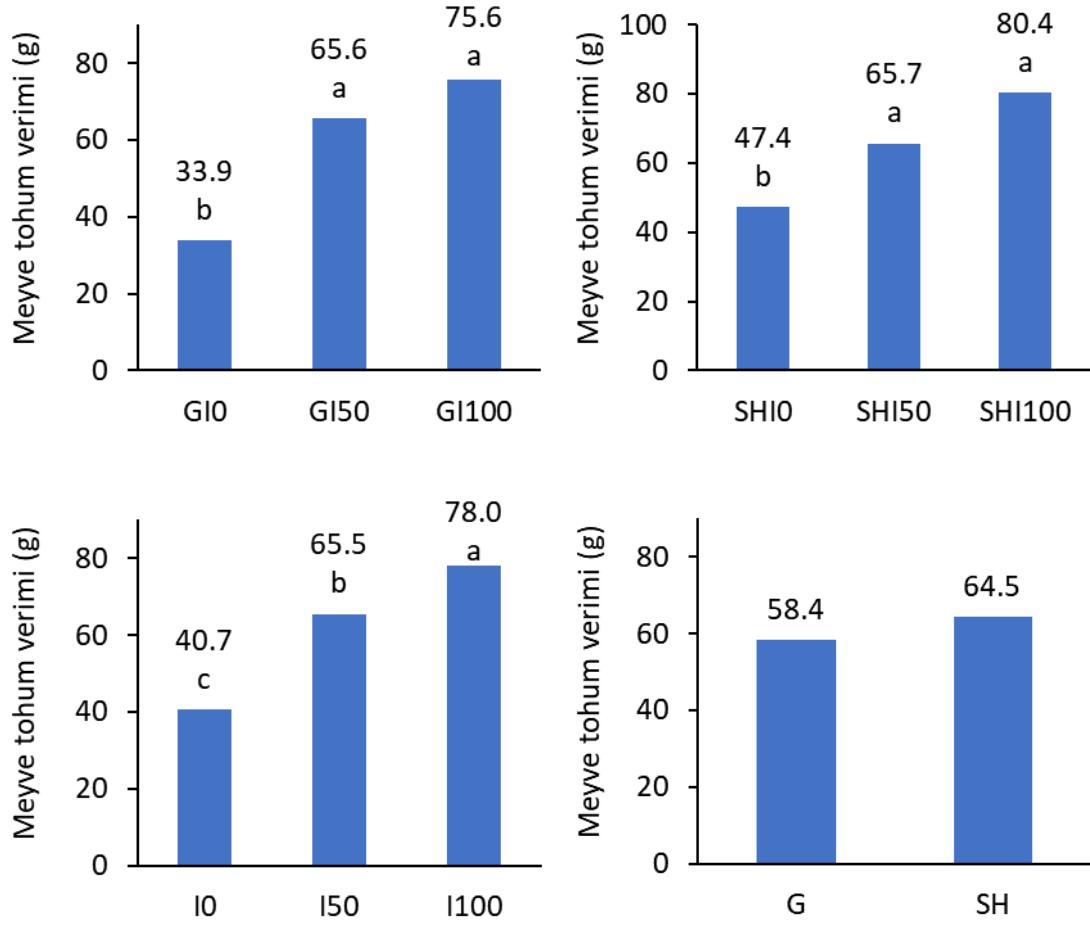
Denemede 1 hektar alandan ortalama 34.08 t meyve verimi alınmıştır. Meyve verimi ortalama 11.90 t/ha ile 55.37 t/ha arasında değişim göstermiştir (Şekil 86). GT ve SKMYH konuları altında meyve verimi değişimine sulama oranlarının $p < 0.05$ seviyesinde etkisi önemli bulunduğu gibi GT ile SKMYH uygulamalarında kaynaklanan farklılık da önemli bulunmuştur. Artan sulamanın bitki meyve verimi üzerinde oluşturduğu fayda birim alan meyve verimi üzerine de yansımıştır. Sulanmayan I0 konusundan en düşük verim (13.94 t/ha), sonra I50 konusundan daha yüksek (37.48 t/ha) ve I100 konusundan en yüksek verim (50.82 t/ha) elde edilmiştir. I0 konusuna göre I50 ve I100 konuları meyve verimini sırasıyla %169 ve %265 artırmıştır. GT konusundan en düşük meyve verimi (28.18 t/ha) elde edilmesine karşılık SKMYH konularından en yüksek meyve verimi (38.01 t/ha) elde edilmiştir. Su hasadı geleneksel tarıma göre meyve veriminde ortalama %35 iyileşme sağlamıştır. Kayseri koşullarında ağırlıklı olarak kuru tarım şartlarında çerezlik kabak yetiştiriciliği yapılmaktadır. Kuru tarım koşulları dikkate alındığında SKMYH konusu meyve verimini GT konusuna göre %29 oranında artırmıştır.



Şekil 86. 2021 yılı çerezlik kabak meyve verimi üzerine geleneksel tarım ve sırt-karık mikro havza yağmur suyu hasadı tekniği altında sulama suyu düzeylerinin etkisi

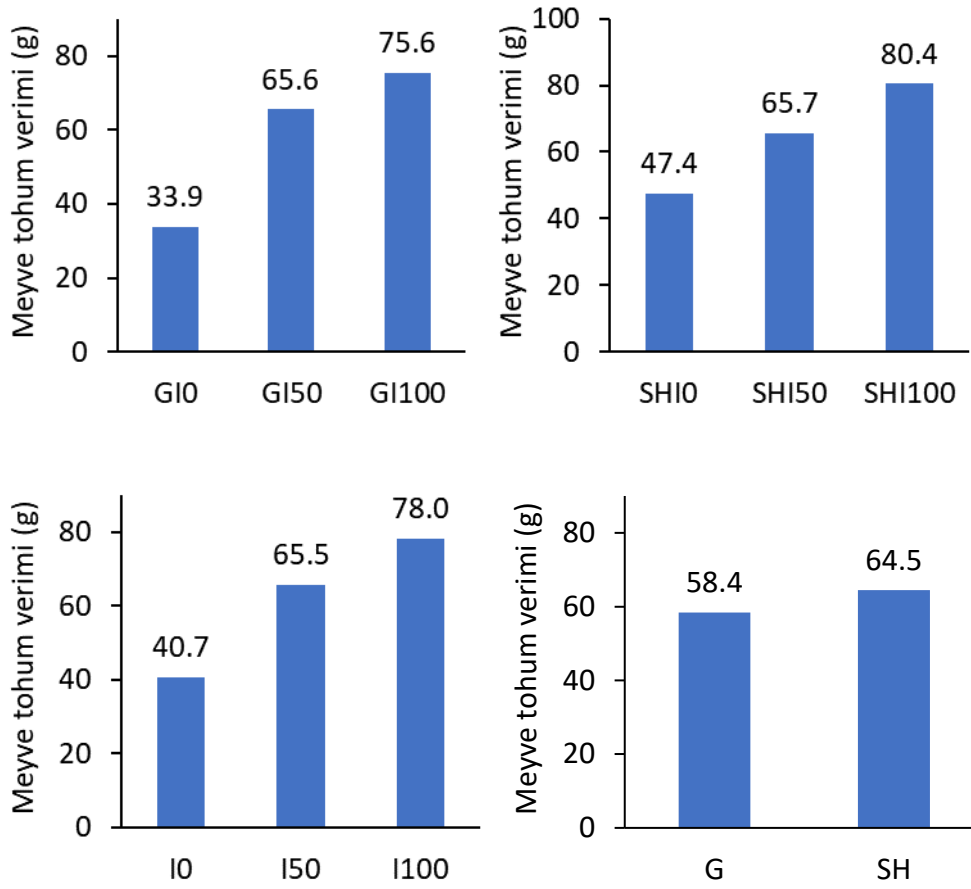
4.4.3. Tohum Verimi

Bir meyveden ortalama 61.4 g kabak tohumu alınmıştır. Meyve tohum verimi 33.9 ile 80.4 g arasında değişim göstermiştir (Şekil 87). GT ve SKMYH konuları altında meyve tohum verimi değişimine sulama oranlarının $p < 0.01$ seviyesinde çok önemli etkisi olduğu saptanmıştır. GT ve SKMYH konuları ve bu konuların etkileşimi sonucu oluşan fark tohum veriminde önemli bir farka neden olmamıştır. En fazla meyve tohum verimi I_{100} konusundan 78.0 g, sonra I_{50} konusundan 65.5 g ve en az sulama yapılmayan I_0 konusundan 40.7 g alınmıştır. Sulama suyu oranının artmasıyla birlikte meyve tohum verimi artmıştır. I_{100} konusunda meyve tohum verimi sulama yapılmayan I_0 konusuna göre neredeyse 2 kat artmıştır.



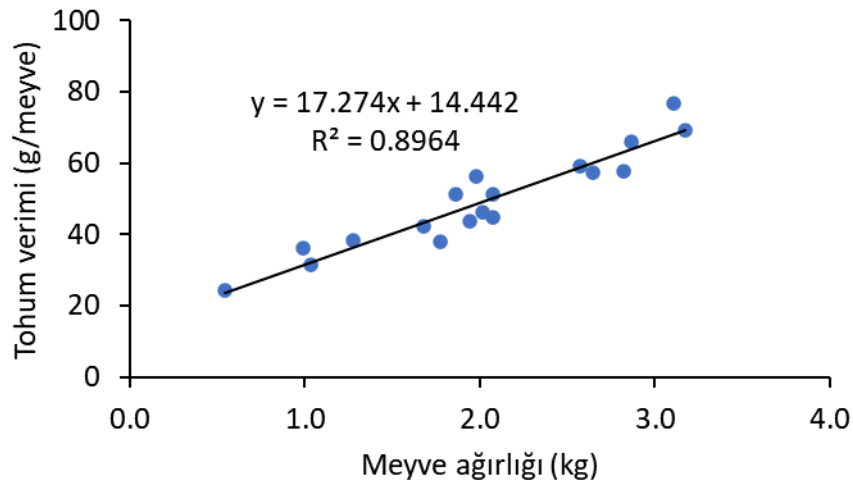
Şekil 87. 2020 yılı çerezlik kabak meyve tohum verimi üzerine geleneksel tarım ve sırt-karık mikro havza yağmur suyu hasadı tekniği altında sulama suyu düzeylerinin etkisi

Denemede bir kabak meyvesinden ortalama 61.4 g tohum verimi elde edilmiştir. Meyve tohum verimi 33.9 g ile 80.4 g arasında değişim göstermiştir (Şekil 88). GT ve SKMYH altında en yüksek meyve tohum verimi I50 ve I100 konularından, en düşük ise I0 konularından elde edilmiştir. Ortalama olarak kabak meyvelerinden I0, I50 ve I100 konularından 40.7 g, 65.5 g ve 78 g tohum verimi alınmıştır. Dolayısıyla %50 sulama ve %100 sulama meyve tohum verimini kuru tarım koşullarına göre %61 ve %92 artırmıştır. Sulama oranının artmasıyla birlikte meyve verimine göre meyve tohum verimi daha düşük oranlarda artmıştır. Meyve tohum verimi bakımından GT ve SKMYH konuları arası fark önemli bulunmamıştır.



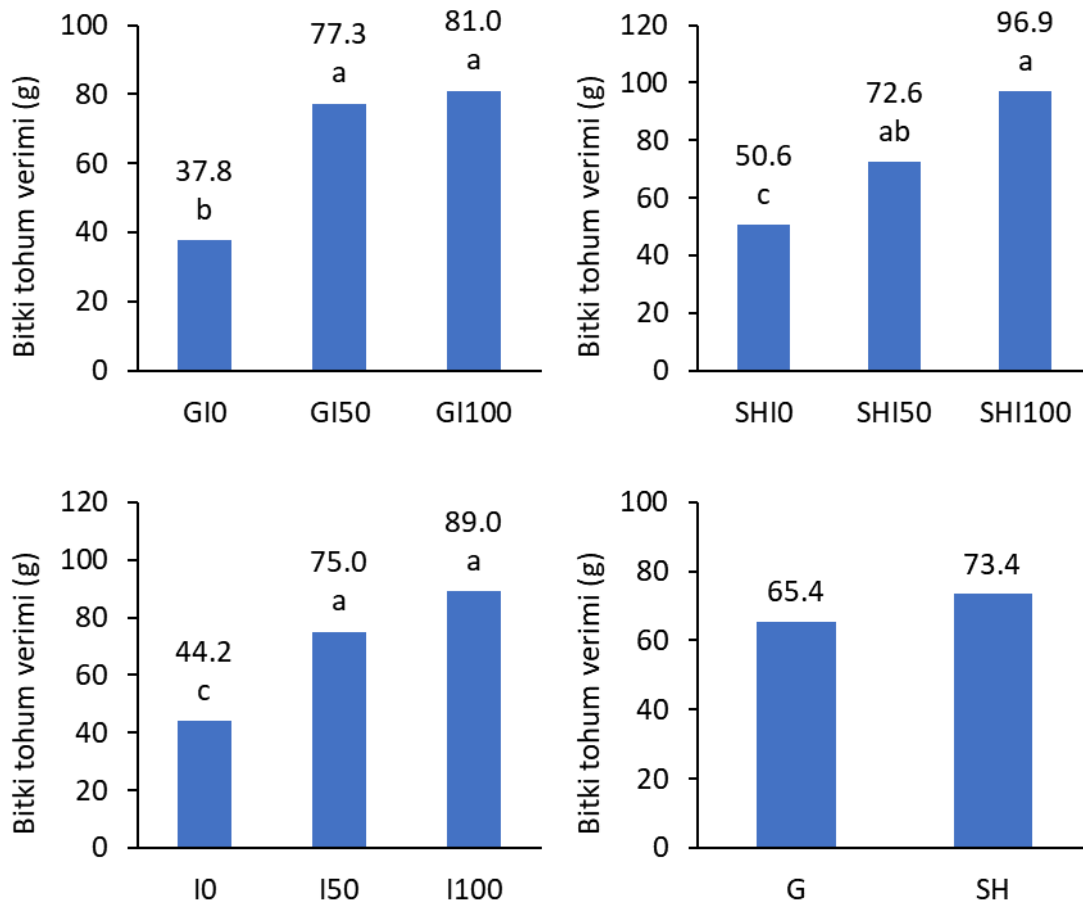
Şekil 88. 2021 yılı çerezlik kabak meyve tohum verimi üzerine geleneksel tarım ve sırt-karık mikro havza yağmur suyu hasadı tekniği altında sulama suyu düzeylerinin etkisi

Meyve ağırlığı ile meyve tohum verimi arasında önemli doğrusal bir ilişki ($y = 15.27x + 14.4 \pm 4.54$) saptanmıştır (Şekil 89). Çerezlik kabak meyve ağırlığının artışıyla birlikte meyvelerden elde edilen tohum miktarı da artmıştır.



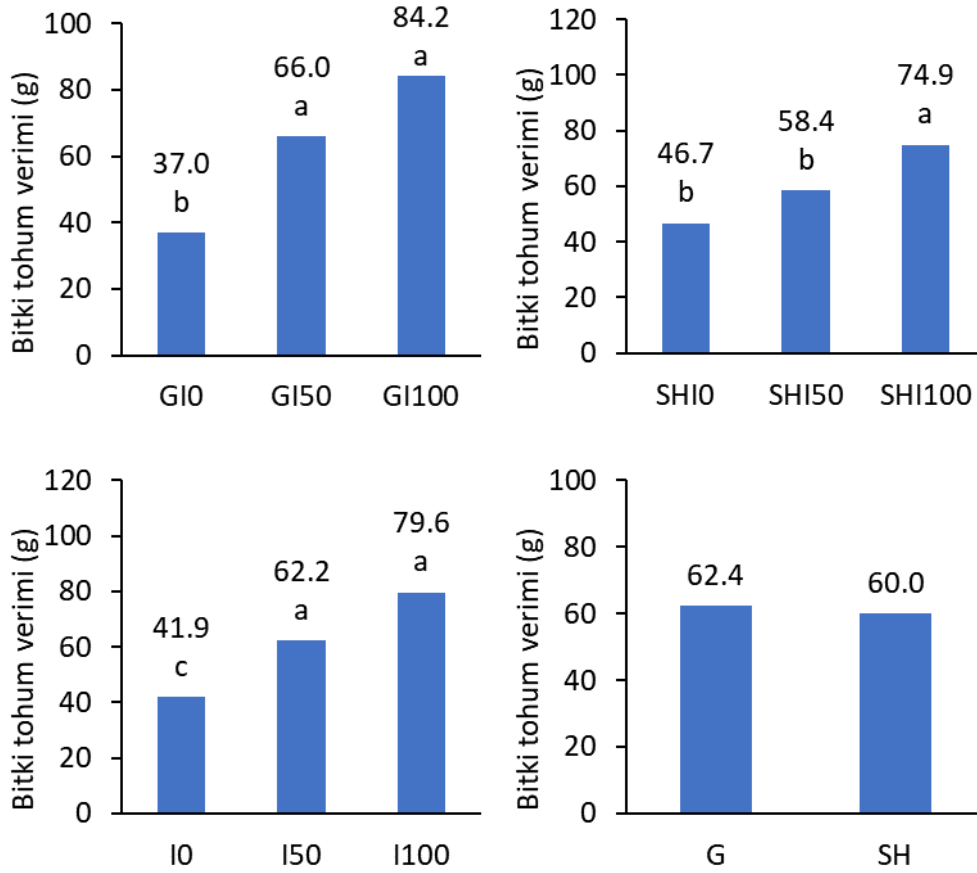
Şekil 89. Çerezlik kabak meyve ağırlığı ile tohum verimi arası ilişki

Çalışmada bir bitkiden ortalama 69.4 g kabak tohumu alınmıştır. Bitki tohum verimi 37.8 ile 96.9 g arasında değişim göstermiştir (Şekil 90). GT ve SKMYH konuları altında bitki tohum verimi değişimine sulama oranlarının $p < 0.01$ seviyesinde çok önemli etkisi olduğu saptanmıştır. GT ve SKMYH konuları ve bu konuların etkileşimleri sonucu bitki tohum veriminde oluşan fark önemli bulunmamıştır. En fazla bitki tohum verimi I_{100} ve I_{50} konularından sırasıyla 89.0 g ve 75.0 g, en az ise sulama yapılmayan I_0 konusundan 44.2 g alınmıştır. Sulama suyu oranının artmasıyla birlikte bitki tohum verimi de artmıştır. I_0 altında GT konusundan 37.8 g/bitki ve SKMYH konusundan ise 50.6 g/bitki tohum verimi elde edilmiştir.



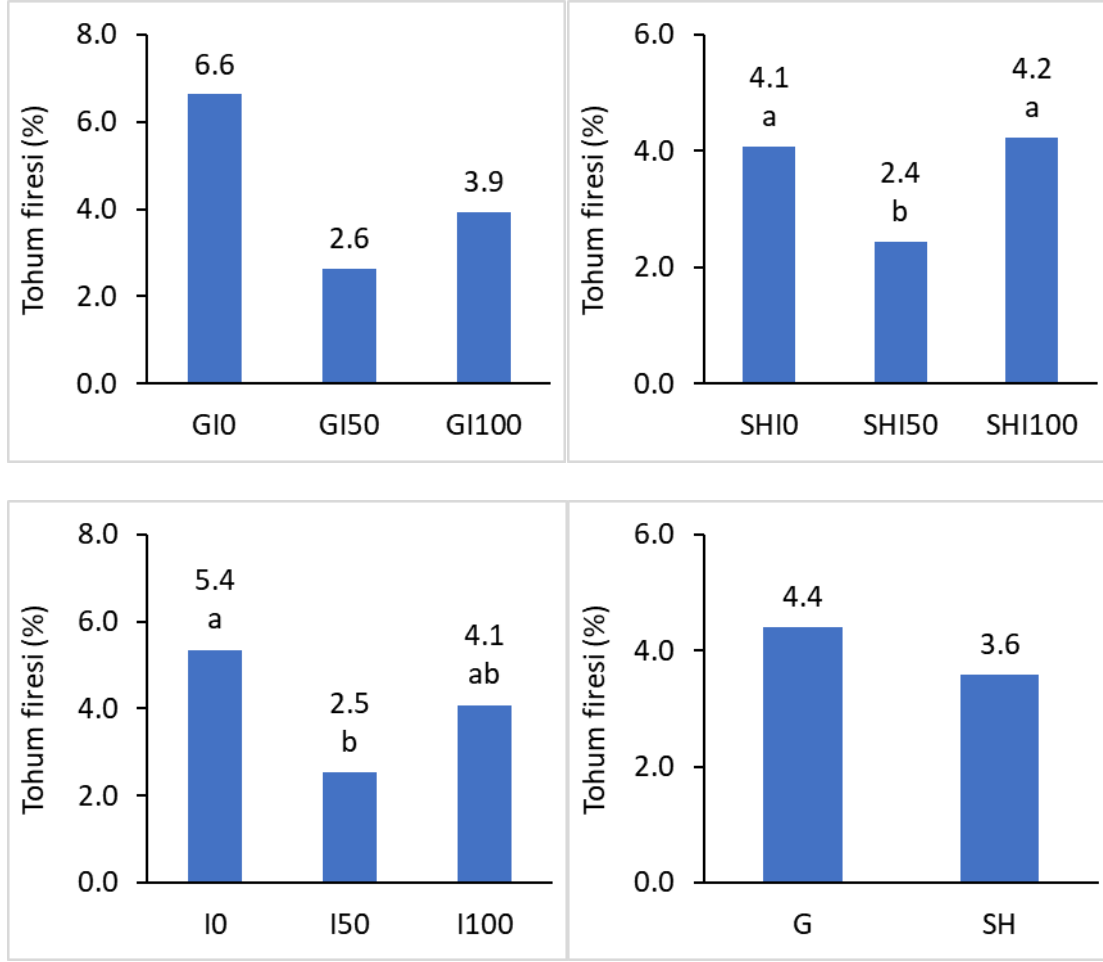
Şekil 90. 2020 yılı çerezlik kabak meyve tohum verimi üzerine geleneksel tarım ve sırt-karık mikro havza yağmur suyu hasadı tekniği altında sulama suyu düzeylerinin etkisi

Çalışmada bir bitkiden ortalama 54.3 g kabak tohumu alınmıştır. Bitki tohum verimi 37.0 ile 84.2 g arasında değişim göstermiştir (Şekil 91). GT ve SKMYH konuları altında bitki tohum verimi değişimine sulama oranlarının $p < 0.05$ seviyesinde çok önemli etkisi olduğu saptanmıştır. GT ile SKMYH konuları arasındaki bitki tohum verimi farkı önemli bulunmamıştır. Sonuçlar meyve tohum verimine paralellik arz etmektedir. Sulama oranının artmasıyla birlikte bitki tohum verimi de artmıştır.



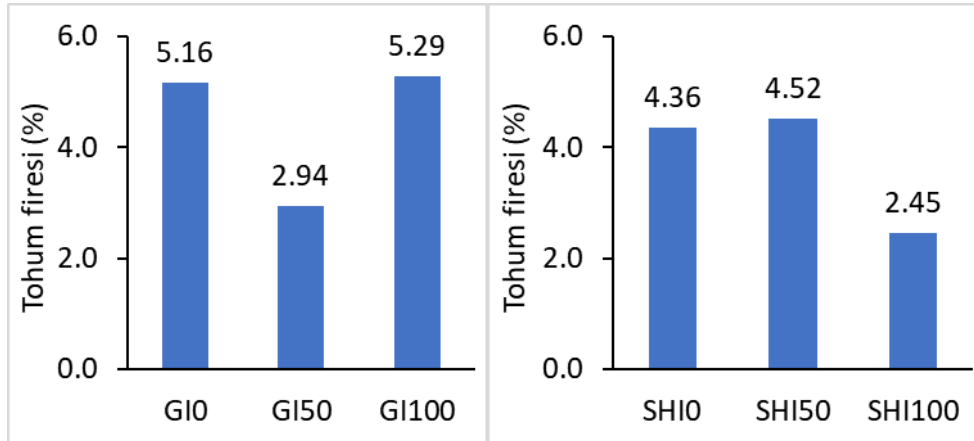
Şekil 90. 2021 yılı çerezlik kabak bitki tohum verimi üzerine geleneksel tarım ve sırt-karık mikro havza yağmur suyu hasadı tekniği altında sulama suyu düzeylerinin etkisi

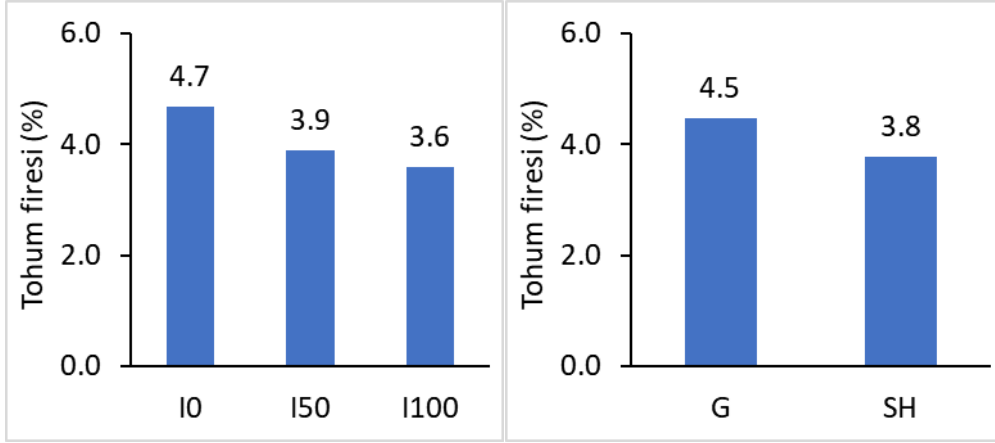
Kabak meyvelerinden tohumlar çıkarıldıktan sonra gölgede kurutulmuş ve bu tohum verimi brüt tohum verimi olarak adlandırılmıştır. Brüt tohum veriminden içi boş çekirdekler vantilatör yardımıyla ayıklandıktan sonra tohum verimi elde edilmiştir. Her iki tohum verimi arasındaki fark fire olarak değerlendirilmiştir. Denemede ortalama fire oranı %4.0 olmuştur. Tohum firesi %2.4 ile %6.6 arasında değişim göstermiştir (Şekil 92). Tohum firesi değişimine SKMYH konuları altında sulama oranlarının etkisi ve deneme genelinde yine sulama oranlarının etkisi $p < 0.01$ seviyesinde çok önemli olduğu saptanmıştır. GT ve SKMYH konuları ve konular arası etkileşimin tohum firesine etkileri önemli bulunmamıştır. SKMYH altında en fazla tohum firesi I_0 konusunda (%4.1), sonra I_{100} konusunda (%4.2) ve en az I_{50} konusunda (%2.3) olduğu görülmüştür. Sulama oranları denemede I_{100} , I_{50} ve I_0 konularında sırasıyla %5.4, %2.5 ve %4.1 oranlarında fire vermiştir.



Şekil 91. 2020 yılı çerezlik kabak tohum fire oranı (%) üzerine geleneksel tarım ve sırt-karık mikro havza yağmur suyu hasadı tekniği altında sulama suyu düzeylerinin etkisi

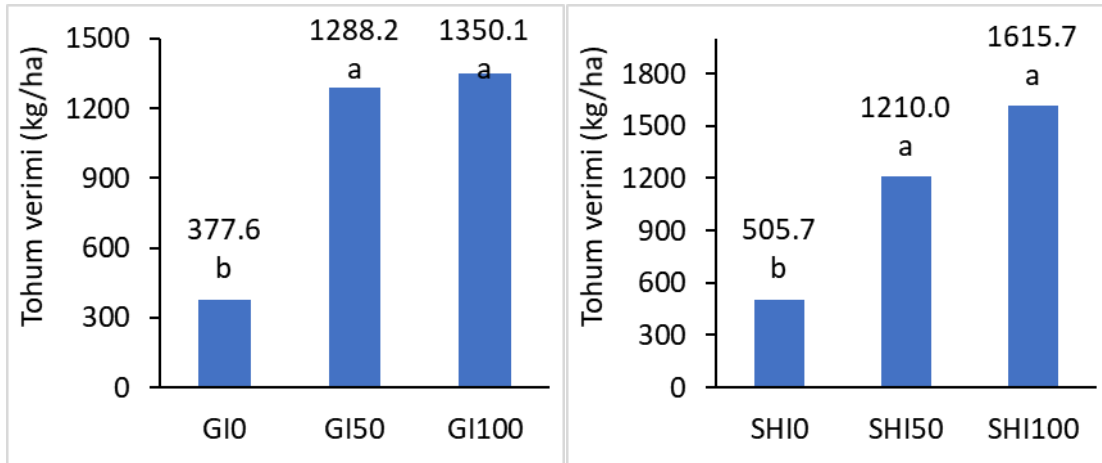
2021 yılında denemede ortalama fire oranı %4.1 olmuştur. Tohum fitesi %2.94 ile %5.29 arasında değişim göstermiştir (Şekil 93). Tohum fitesi değişimine uygulanan konuların etkisi önemli bulunmamıştır.

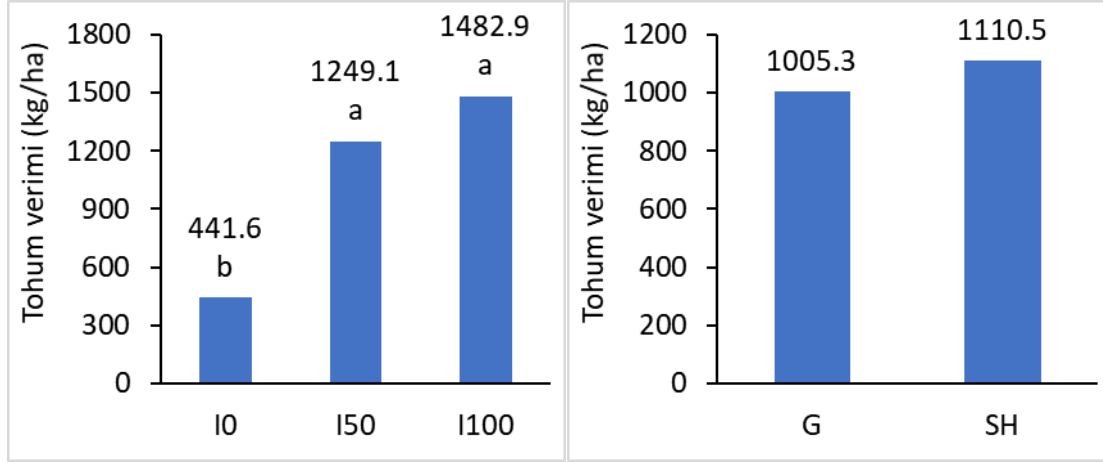




Şekil 92. Tohum fire oranı (%) üzerine geleneksel tarım ve sırt-karık mikro havza yağmur suyu hasadı tekniği altında sulama suyu düzeylerinin etkisi

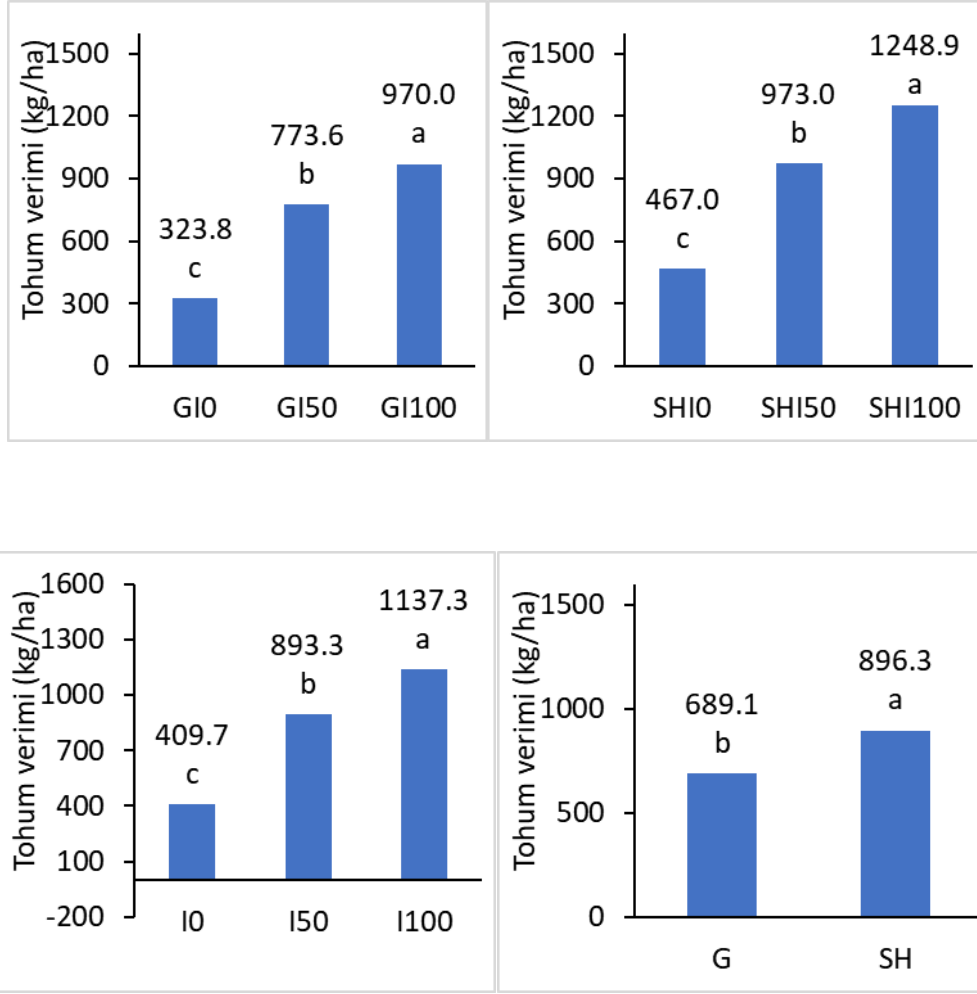
Çalışmada ortalama 1057.9 kg/ha kabak tohumu verimi alınmıştır. Tohum verimi 377.6 ile 1615.7 kg/ha arasında değişim göstermiştir (Şekil 94). GT ve SKMYH konuları altında sulama oranları tohum veriminde $p < 0.01$ seviyesinde çok önemli düzeyde etkili olmuştur. Sulama oranlarının tohum verimine etkisi önemli bulunmasına karşın GT ve SKMYH konuları arası fark ve bu konuların etkileşimlerinin oluşturduğu fark ise önemli bulunmamıştır. GT altında en fazla tohum verimi I_{100} konusundan 1350.1 kg/ha ve SKMYH altında ise 1615,7 kg/ha elde edilmiştir. Sulama suyu oranlarının artmasıyla birlikte tohum verimi de artmıştır. I_0 altında GT konusundan 377.6 kg/ha ve SKMYH konusundan ise 505.7 kg/ha tohum verimi elde edilmiştir.





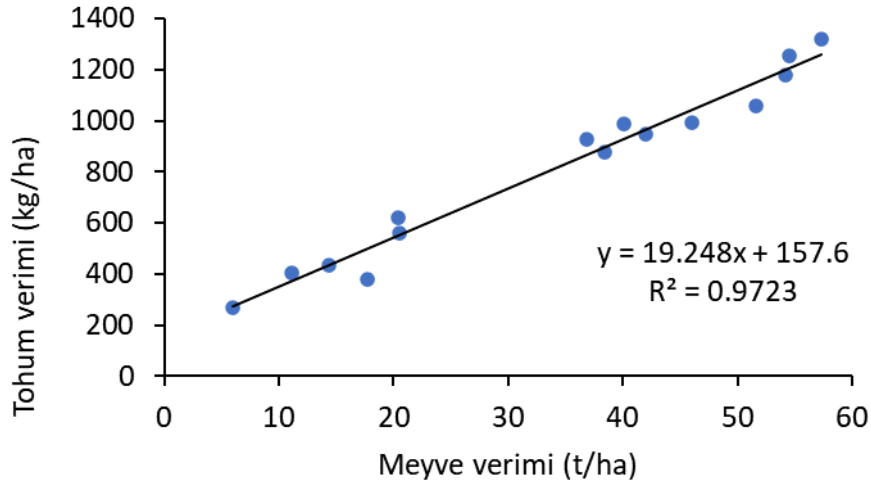
Şekil 93. 2020 yılı çerezlik kabak tohum verimi üzerine geleneksel tarım ve sırt-karık mikro havza yağmur suyu hasadı tekniği altında sulama suyu düzeylerinin etkisi

Çalışmada ortalama 813.4 kg/ha kabak tohumu verimi alınmıştır. Tohum verimi 323.8 ile 1248.9 kg/ha arasında değişim göstermiştir (Şekil 95). GT ve SKMYH konuları altında sulama oranları tohum veriminde $p < 0.05$ seviyesinde önemli düzeyde etkili olmuştur. Artan sulama oranlarıyla birlikte tohum verimi artmış en düşük verim I_0 konularından, daha yüksek verim I_{50} konularından ve en yüksek verim I_{100} konularından elde edilmiştir. Ortalama olarak I_0 , I_{50} ve I_{100} konularından 409.7 kg/ha, 893.3 kg/ha ve 1137.3 kg/ha tohum verimi elde edilmiştir. I_0 konusuna göre I_{50} konusu tohum verimini %118 ve I_{100} konusu %178 artırmıştır. Geleneksel tarımda ortalama 689.1 kg/ha verim elde edilmesine karşılık su hasadı konularından 896.3 kg/ha tohum verimi elde edilmiştir. Dolayısıyla SKMYH konusu tohum verimini geleneksel tarıma göre %30 artırmıştır. Her iki tarım sistemi kuru koşullar için karşılaştırıldığında SKMYH konusu verimi %44 oranında artırmıştır. Tam sulama şartlarında ise SKMYH konusu tohum verimini %29 artırmıştır. Dolayısıyla SKMYH uygulamasının çerezlik kabak tarımında daha etkili olduğu sonucuna varılabilir. Bu çalışmada ulaşılan en çarpıcı sonuçlardan birisi de SKMYH uygulaması altında %50 sulama uygulamasından elde edilen verimin geleneksel tarımda %100 uygulamasından elde edilen verim kadar olmasıdır. Sırt-karık mikro havza yağmur suyu uygulamasında sırtların PE örtüyle kapatılmış olması nedeniyle, su kısıtı koşullarında geleneksel tarıma göre verim kaybı olmadan önemli su tasarrufu sağlayacak olmasıdır. Bu sonuç suyun giderek kıt olmaya başladığı, dünya nüfusunun giderek arttığı ve küresel ısınmanın etkisi altındaki yüzyılımızda ciddi önem arz etmektedir.



Şekil 94. 2021 yılı çerezlik kabak tohum verimi üzerine geleneksel tarım ve sırt-karık mikro havza yağmur suyu hasadı tekniği altında sulama suyu düzeylerinin etkisi

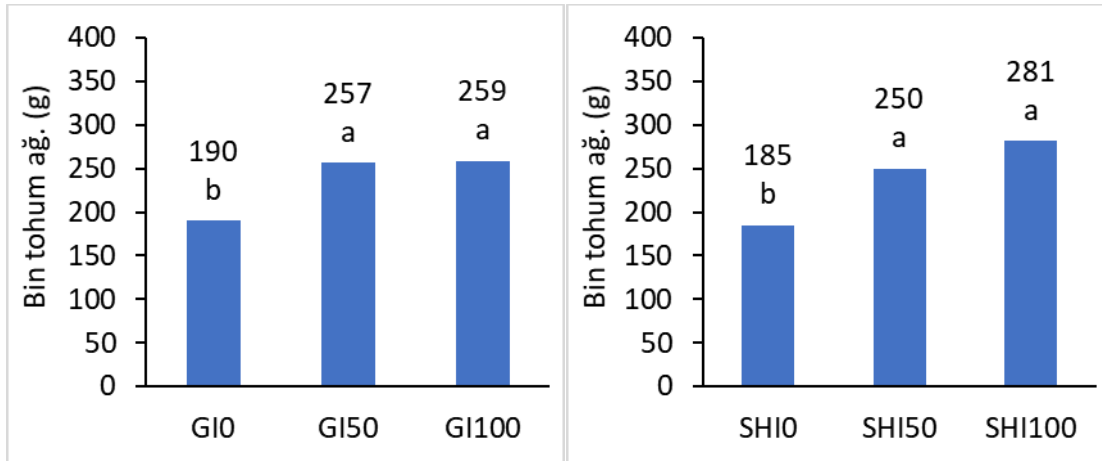
Çerezlik kabak meyve verimi ile tohum/tane verimi arasında önemli doğrusal bir ilişki ($(19.25x + 157.6) \pm 58.9$) saptanmıştır (Şekil 96). Birim alandan elde edilen meyve veriminin artmasıyla birlikte tohum verimi de artmıştır.

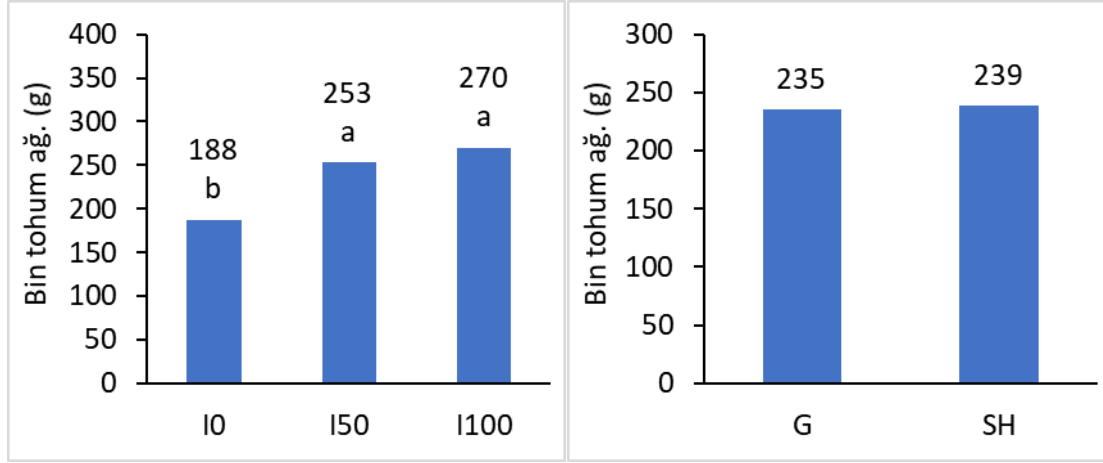


Şekil 95. Çerezlik kabak meyve verimi ile tohum verimi arası ilişki

4.4.4. Çerezlik Kabak Tohumu Kalite Özellikleri

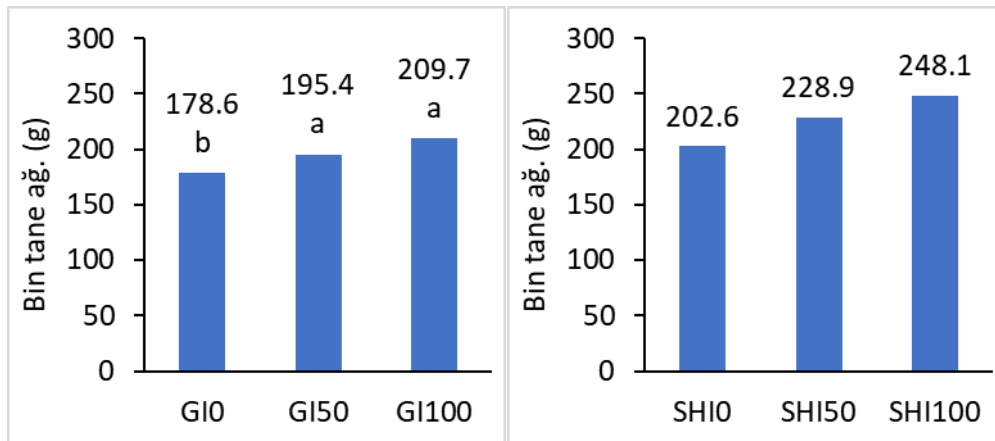
Çalışmada ortalama 1000 tohum/tane ağırlığı 237 g saptanmıştır. 1000 tane ağırlığı 185 ile 281 g arasında değişim göstermiştir (Şekil 97). GT ve SKMYH konuları altında 1000 tane ağırlığındaki bu değişim üzerine sulama oranlarının etkisi $p < 0.01$ seviyesinde çok önemli olmuştur. GT ve SKMYH konuları ve sulama oranları arası etkileşimin 1000 tane ağırlığına etkisi önemli bulunmamıştır. En yüksek 1000 tane ağırlığı I_{100} ve I_{50} konularından sırasıyla 270 g ve 253 g, en az ise sulama yapılmayan I_0 konusundan 188 g alınmıştır. Sulama suyu oranının artmasıyla birlikte tohum 1000 tane ağırlığı artmıştır.

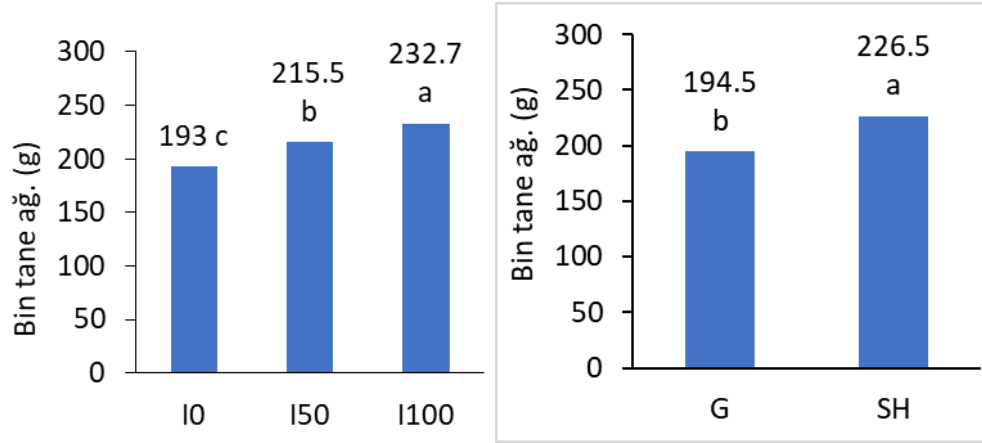




Şekil 967. 2020 yılı çerezlik kabak 1000 tane ağırlığı üzerine geleneksel tarım ve sırt-karık mikro havza yağmur suyu hasadı tekniği altında sulama suyu düzeylerinin etkisi

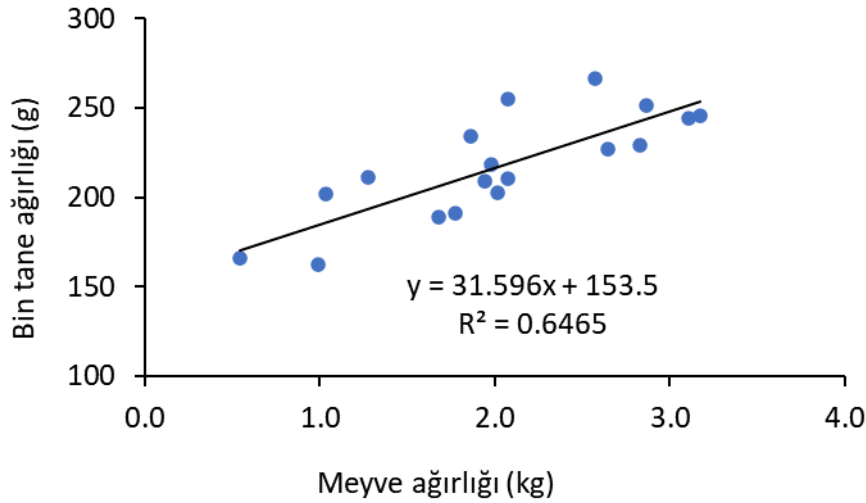
Çalışmada ortalama bin tohum/tane ağırlığı 213.7 g saptanmıştır. Bin tane ağırlığı 178.6 g ile 248.1 g arasında değişim göstermiştir (Şekil 98). GT konuları altında bin tane ağırlığındaki bu değişim üzerine sulama oranlarının etkisi $p < 0.05$ seviyesinde önemli bulunmuştur. I_{50} ve I_{100} konularından en yüksek bin tane ağırlığı, I_0 konusundan en düşük bin tane ağırlığı elde edilmiştir. Deneme genelinde artan sulama oranlarıyla birlikte bin tane ağırlığı artmış I_0 , I_{50} ve I_{100} konularında sırasıyla 193, 215.5 ve 232.7 g saptanmıştır. I_{50} ve I_{100} konuları bin tane ağırlığını %12 ve %21 oranında iyileştirmiştir. Bin tane ağırlığı üzerine SKMYH uygulaması da etkili olmuş ve geleneksel tarıma göre %16 artırmıştır. Su hasadı altında %50 su kısıtı uygulamasının geleneksel tarımda %100 uygulamasından daha yüksek bin tane ağırlığına sahip olması ve kuru tarım koşullarında da dikkate değer oranda yüksek bin tane ağırlığı elde edilmesi önem arz etmektedir.





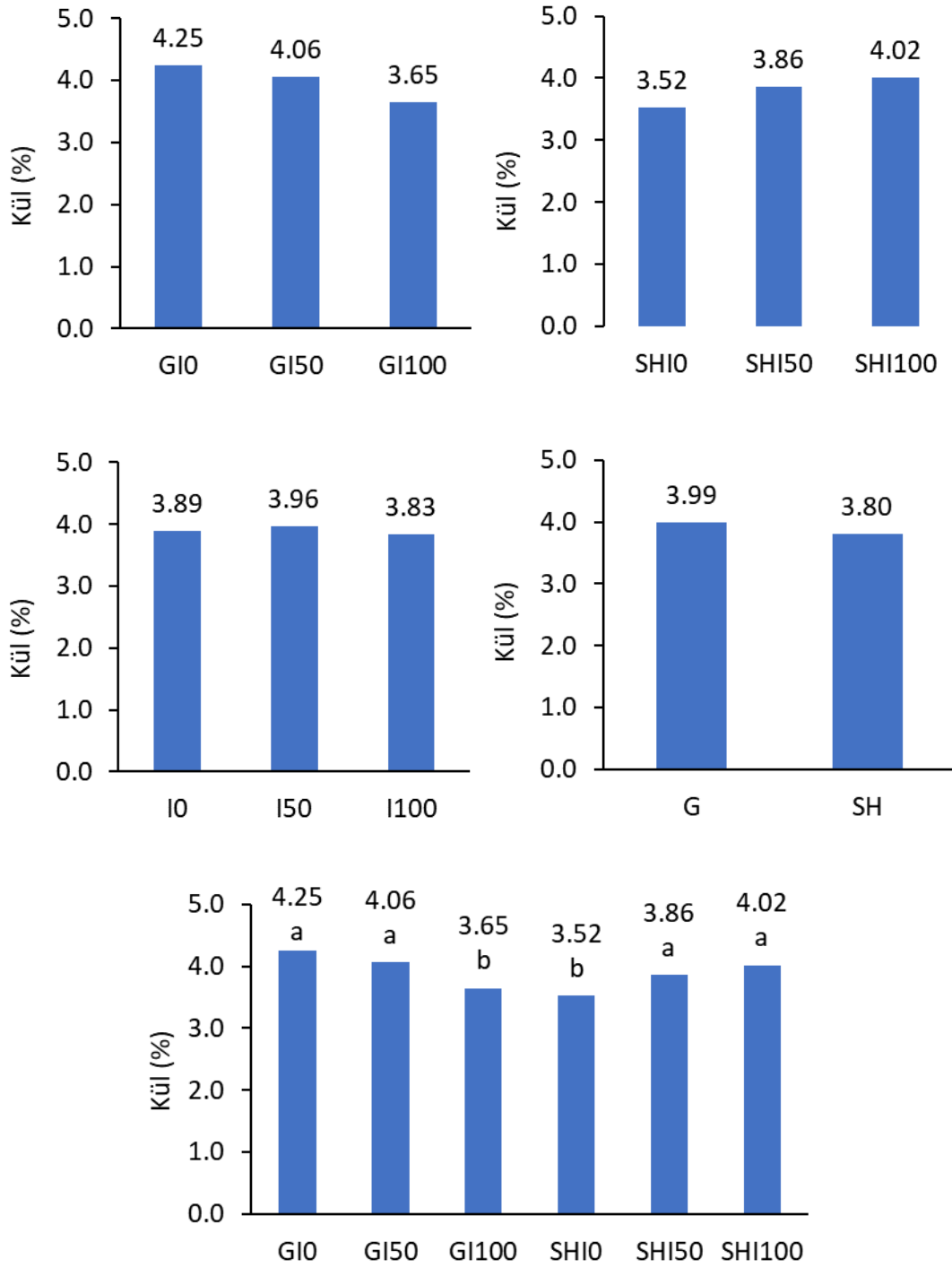
Şekil 97. 2021 yılı çerezlik kabak bin tane ağırlığı üzerine geleneksel tarım ve sırt-karık mikro havza yağmur suyu hasadı tekniği altında sulama suyu düzeylerinin etkisi

Çerezlik kabakta meyve ağırlığı ile bin tane ağırlığı arasında önemli doğrusal bir ilişki ($y = 31.6x + 153.5 \pm 18$) belirlenmiştir. Kabak meyvesi irileştikçe bin tane ağırlığı artmıştır (Şekil 99).



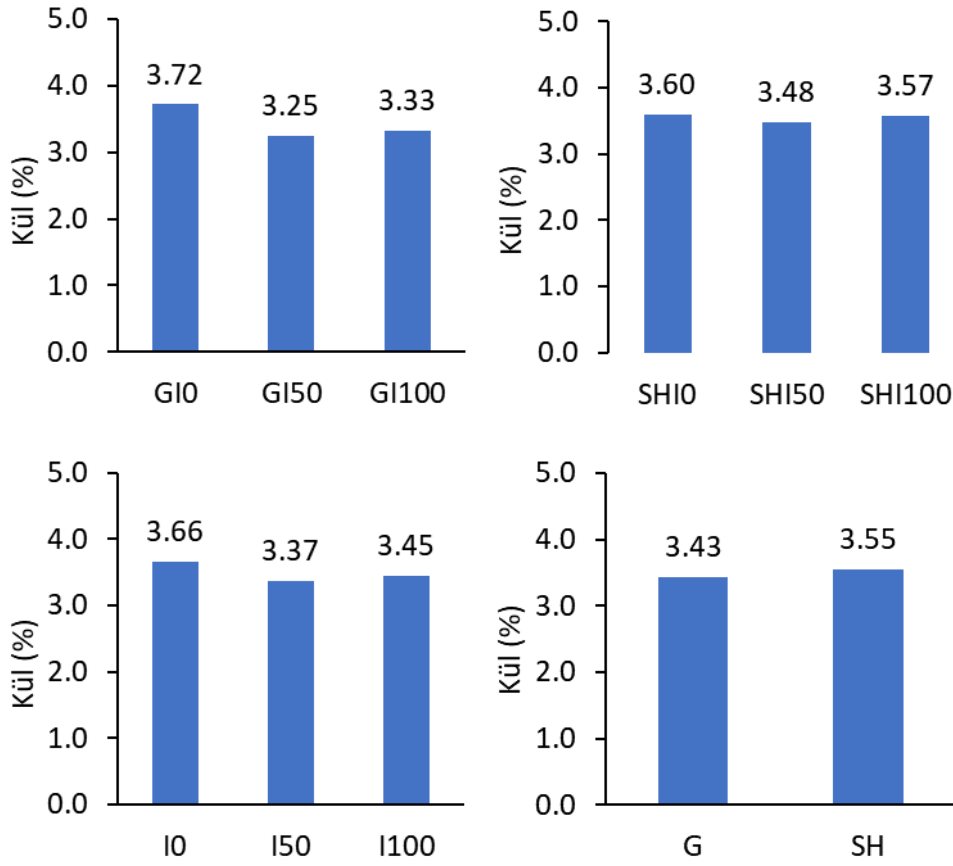
Şekil 98. Çerezlik kabakta meyve ağırlığı ve bin tane ağırlığı ilişkisi

2020 yılında çerezlik kabak tohumları ortalama olarak %3.89 oranına kül içermektedir. Denemede kül oranı %3.52-4.25 arasında değişim göstermiştir. Tohum toplam mineral madde içeriğinin ölçütü olarak kullanılan kül yüzdesi üzerinde deneme konuları önemli bir değişime neden olmazken GT×SKMYH×I etkileşimi $p < 0.05$ düzeyinde önemli şekilde etki etmiştir (Şekil 100). GT konularında artan sulama oranlarıyla birlikte tohum kül yüzdesi azalmasına karşılık SKMYH altında ise tam aksine artmıştır. GT altında en yüksek kül yüzdesi I₀ ve I₅₀ konularından ve SKMYH konularında ise I₅₀ ve I₁₀₀ konularından elde edilmiştir.



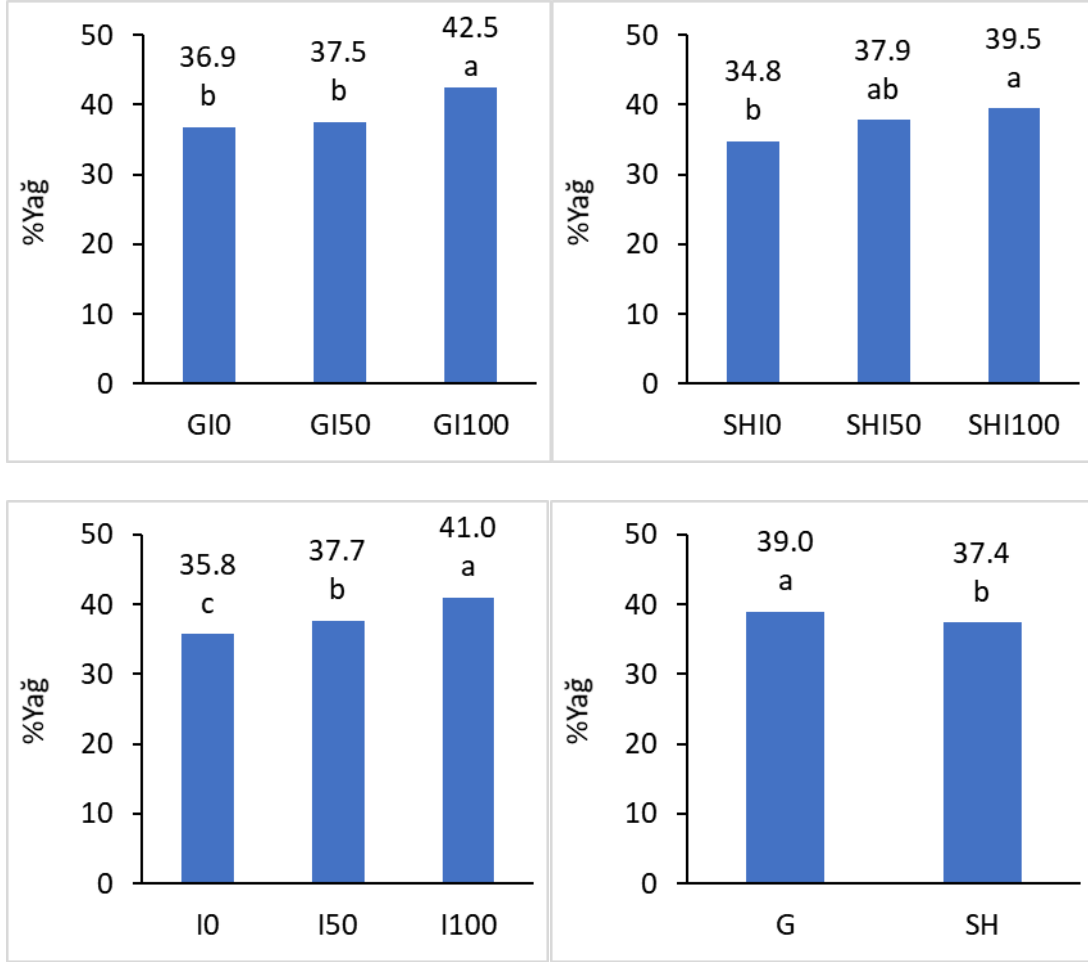
Şekil 99. 2020 yılı çerezlik kabak tohum kül oranı üzerine geleneksel tarım ve sırt-karık mikro havza yağmur suyu hasadı tekniği altında sulama suyu düzeylerinin etkisi

2021 yılında çerezlik kabak tohumları ortalama olarak %3.49 oranına kül içermektedir. Denemede kül oranı %3.25-3.72 arasında değişim göstermiştir. Tohum toplam mineral madde içeriğinin ölçütü olarak kullanılan kül yüzdesi üzerinde deneme konuları önemli bir değişime neden olmamıştır (Şekil 101).



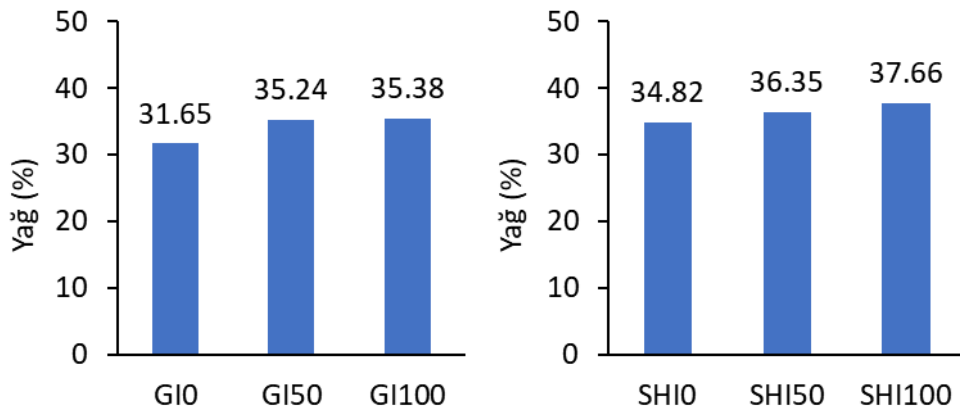
Şekil 101. 2021 yılı çerezlik kabak tohum kül oranı üzerine geleneksel tarım ve sırt-karık mikro havza yağmur suyu hasadı tekniği altında sulama suyu düzeylerinin etkisi

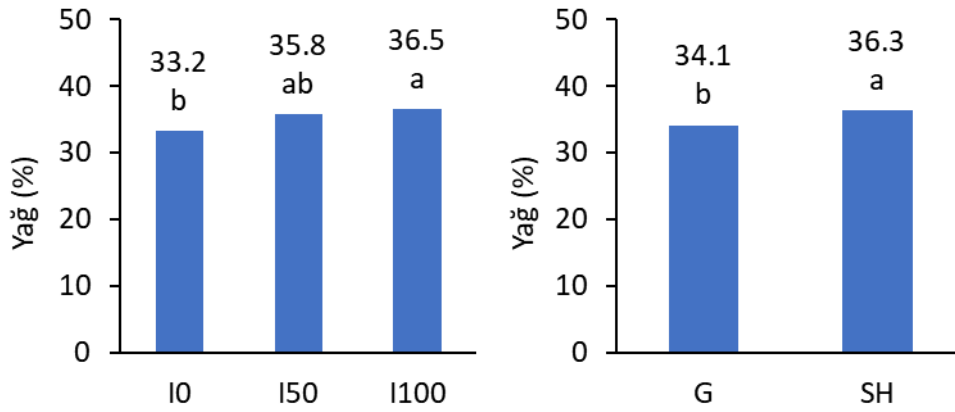
2020 yılı çerezlik kabak yağ oranı denemede ortalama olarak %38.2 oranında saptanmış olup en az %34.8 ve en fazla %42.5 oranları arasında değişim göstermiştir (Şekil 102). GT altında sulama oranlarının yağ oranına etkisi $p<0.01$ düzeyinde ve SKMYH altında ise $p<0.05$ düzeyinde etkili bulunmuştur. Yağ oranı sulama oranlarına göre $p<0.01$ düzeyinde değişirken GT ve SKMYH konularına göre de $p<0.05$ düzeyinde değişim göstermiştir. GT altında en düşük yağ oranları I_0 ve I_{50} konularında ve en yüksek I_{100} konusunda saptanmıştır. SKMYH altında ise yağ oranı I_0 konusunda en düşük düzeyden I_{100} konusunda en yüksek düzeye kadar kademeli şekilde artmıştır. Deneme genelinde artan sulama oranlarıyla yağ oranı en az %35.8 oranından kademeli şekilde artmış ve en yüksek %41.0 oranına çıkmıştır. Sulama uygulamaları çerezlik kabak tohumu yağ oranını artırmıştır. GT konularında en yüksek yağ oranı (%39.0) saptanmasına karşın SKMYH konularında ise en düşük yağ oranı (%37.4) saptanmıştır. Konular arası etkileşim sonucu yağ oranında önemli bir farklılık oluşmamıştır.



Şekil 100. 2020 yılı çerezlik kabak tohum yağ oranı üzerine geleneksel tarım ve sırt-karık mikro havza yağmur suyu hasadı tekniği altında sulama suyu düzeylerinin etkisi

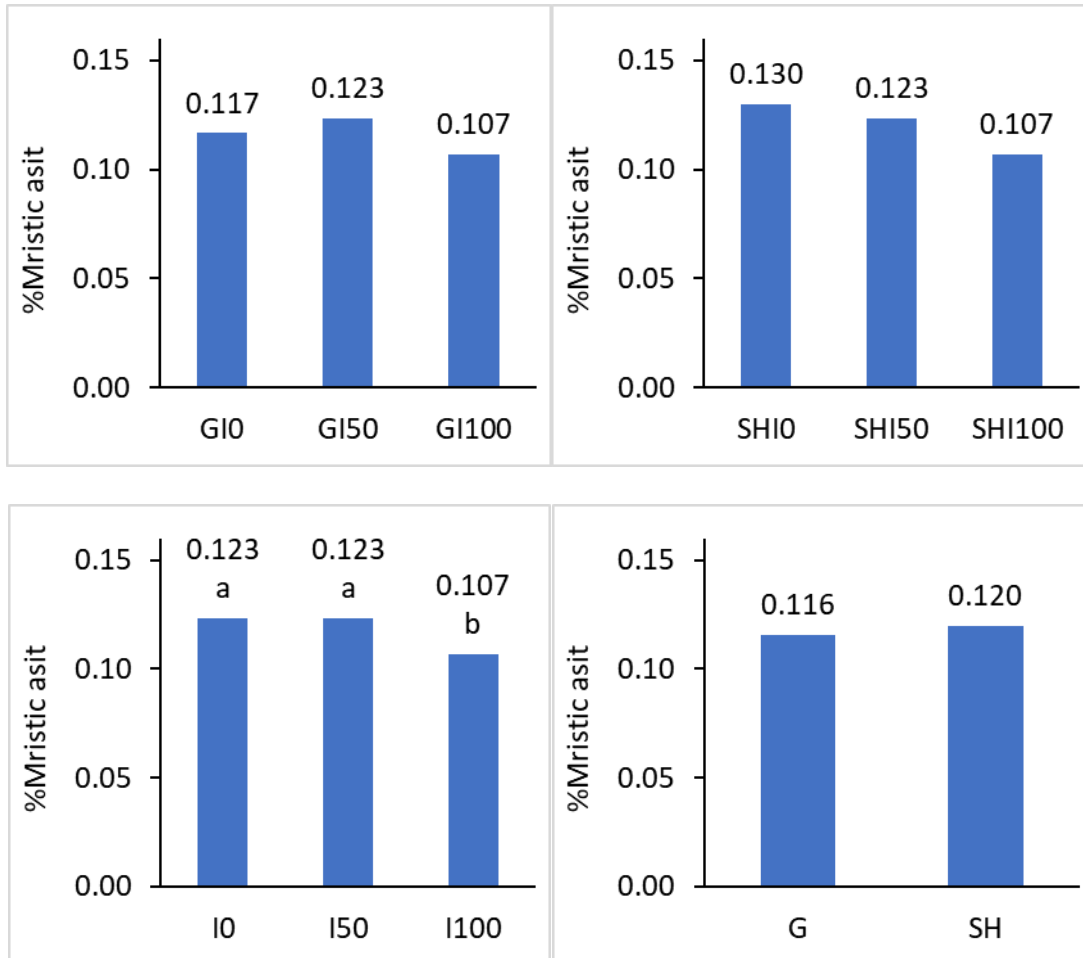
2021 yılı çerezlik kabak yağ oranı denemede ortalama olarak %35.18 oranında saptanmış olup en az %31.65 ve en fazla %37.66 oranları arasında değişim göstermiştir (Şekil 103). GT ve SKMYH altında sulama oranlarının yağ oranına etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Yağ oranı sulama oranlarına ve GT, SKMYH konularına göre $p < 0.05$ düzeyinde değişim göstermiştir. GT altında en düşük yağ oranları I_0 ve I_{50} konularında ve en yüksek I_{100} konusunda saptanmıştır.





Şekil 101. 2021 yılı çerezlik kabak tohum yağ oranı üzerine geleneksel tarım ve sırt-karık mikro havza yağmur suyu hasadı tekniği altında sulama suyu düzeylerinin etkisi

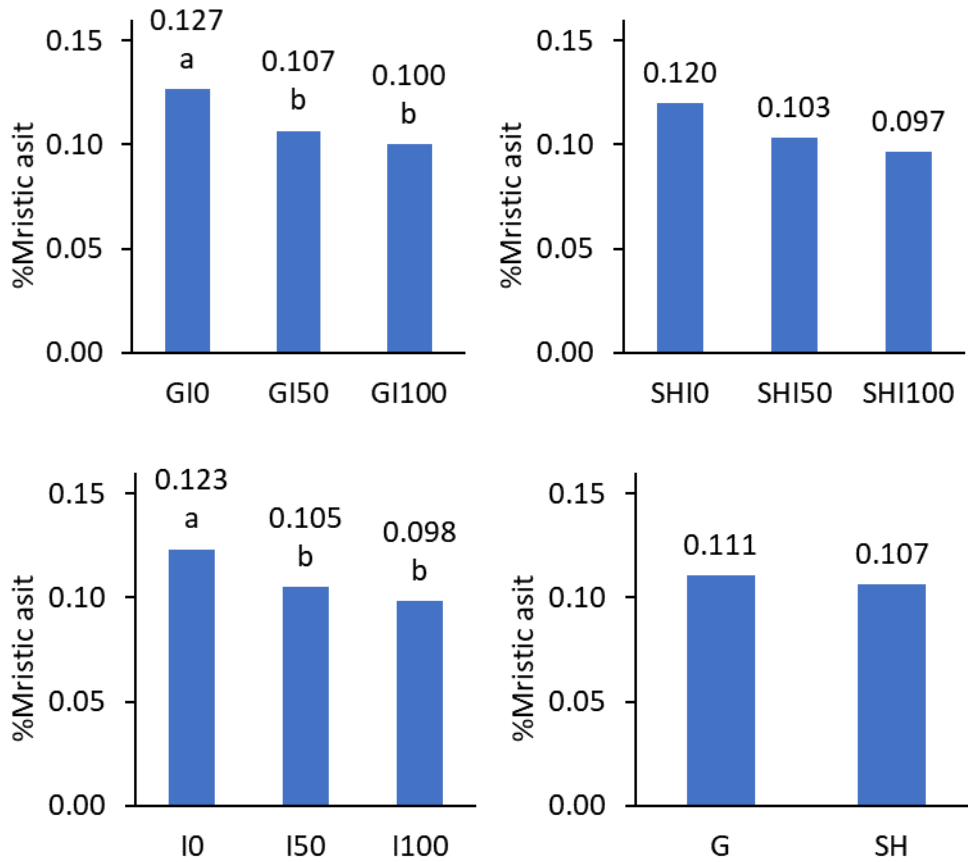
2020 ve 2021 yıllarında sırasıyla yağ asidi bileşeni analizinde çerezlik kabakta ortalama olarak mrystik asit %0.118 - %0.109, palmitik asit %11.6 - %10.6, stearik asit %6.8 - %7.4, oleik asit %45.6 - %57.8 ve linoleik asit %35.9 - %34.63 oranlarında bulunduğu saptanmıştır. Çerezlik kabak yağ bileşenlerinden en fazla oranda bulunan oleik asit ve linoleik asit toplam yağın %81.5'i kadardır. Daha sonra palmitik asit ve stearik asit bulunmaktadır (Şekil 104-113).



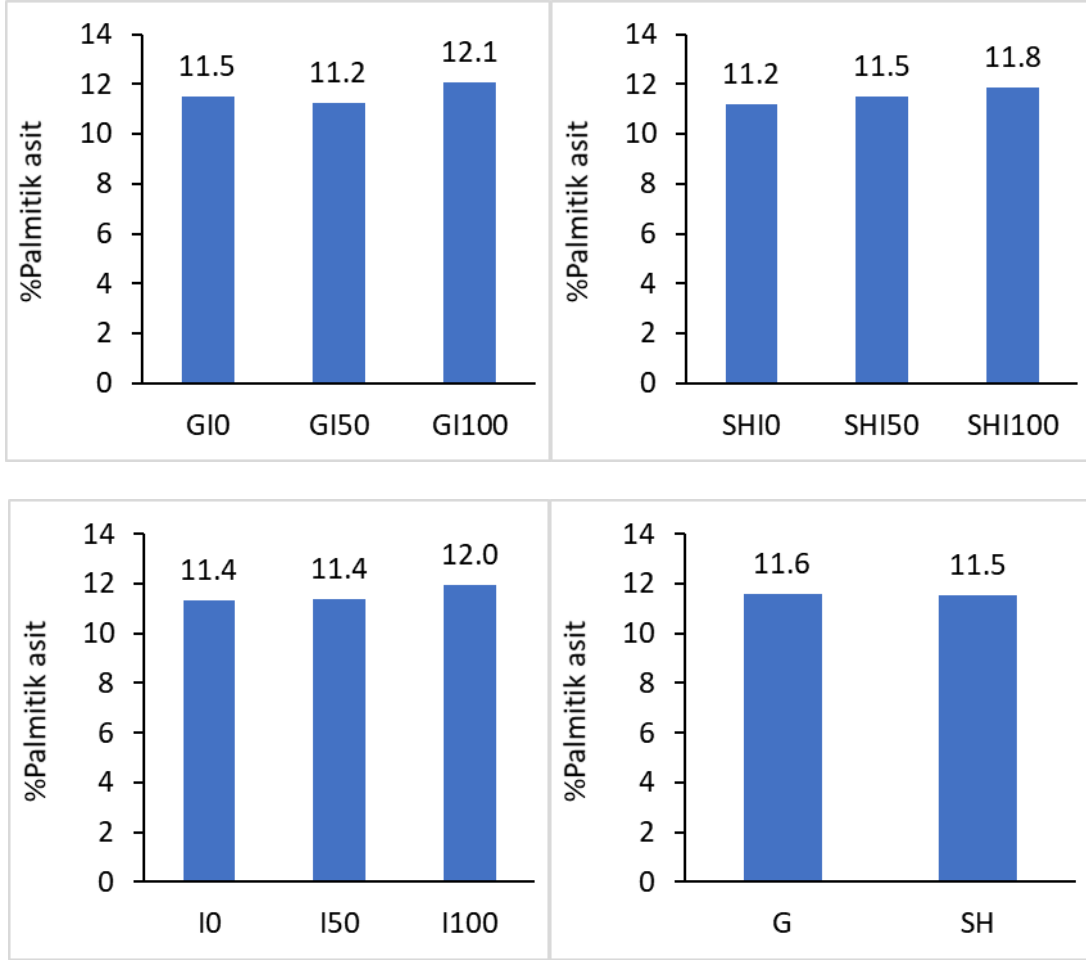
Şekil 102. 2020 yılı çerezlik kabak tohum yağ bileşenlerinden mrystik asit üzerine geleneksel

tarım ve sırt-karık mikro havza yağmur suyu hasadı tekniği altında sulama suyu düzeylerinin etkisi

2020 yılı yağ bileşenlerinden miristik asit denemede %0.107 ile %0.130 arasında değişmiş ve bu değişim üzerine yalnızca sulama oranlarının etkisi önemli bulunmuştur (Şekil 104). Su stresi konularından I₀ ve I₅₀ konularının her ikisinden %0.123 ile en yüksek ve tam sulama konusunda ise en düşük oranda (%0.107) miristik asit saptanmıştır. Su stresi miristik asit oranını artırmıştır.



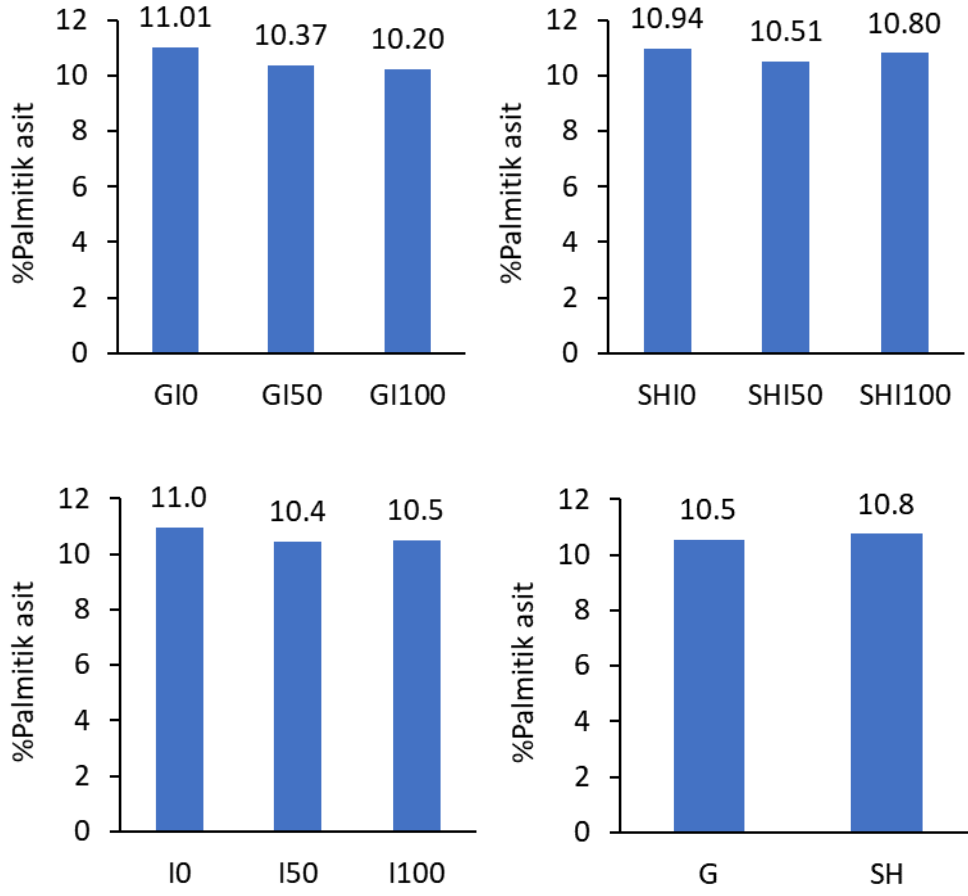
Şekil 105. 2021 yılı çerezlik kabak tohum yağ bileşenlerinden miristik asit üzerine geleneksel tarım ve sırt-karık mikro havza yağmur suyu hasadı tekniği altında sulama suyu düzeylerinin etkisi



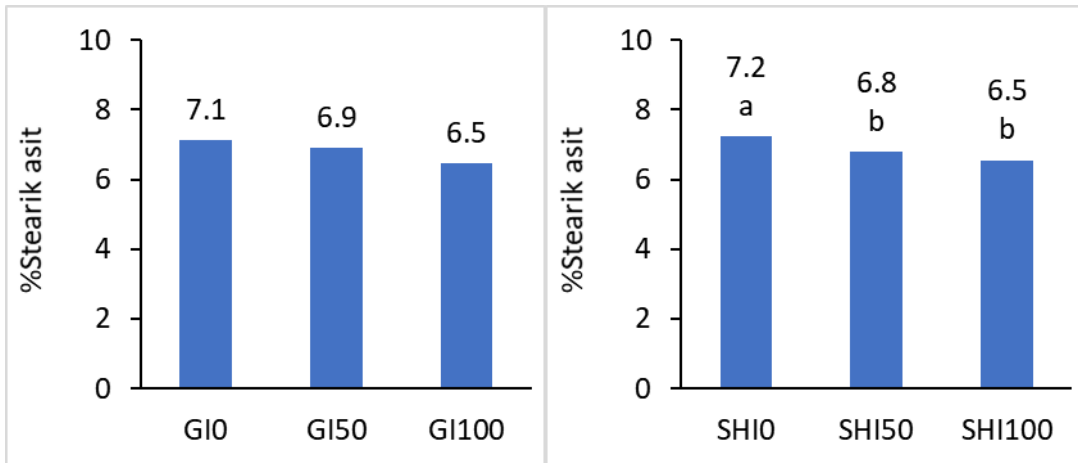
Şekil 103. 2020 yılı çerezlik kabak tohum yağ bileşenlerinden palmitik asit üzerine geleneksel tarım ve sırt-karık mikro havza yağmur suyu hasadı tekniği altında sulama suyu düzeylerinin etkisi

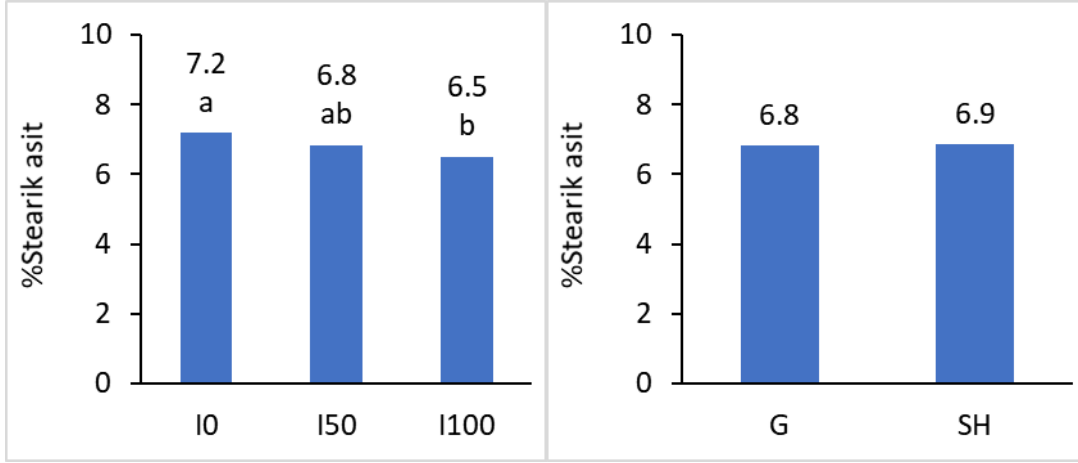
Denemede 2020 yılında palmitik asit oranı %11.2 ile %12.1 arasında değişmiş ve bu değişim üzerine konulardan her hangi birisinin etkisi önemli bulunmamıştır (Şekil 106).

Ortalama %6.5 ile %7.2 arasında değişim sergileyen stearik asit üzerine su hasadı konusunda sulama oranlarının ve deneme genel olarak sulama oranlarının etkisi önemli bulunmuştur. Su hasadı altında en yüksek stearik asit (%7.2) I0 konusunda ve en düşük ise I50 ve I100 konularında %6.8 ile %6.5 olarak saptanmıştır. Denemede genel olarak sulama oranları artarken stearik asit yüzdesi %7.2'de aşamalı şekilde %6.5 düzeylerine inmiştir. Geleneksel tarım konusunda da benzer bir sonuç çıkmasına karşın sulama oranları arası fark önemli bulunmamıştır. Dolayısıyla su stresi kabak çekirdeklerinde stearik asidin yükselmesine neden olmuştur.

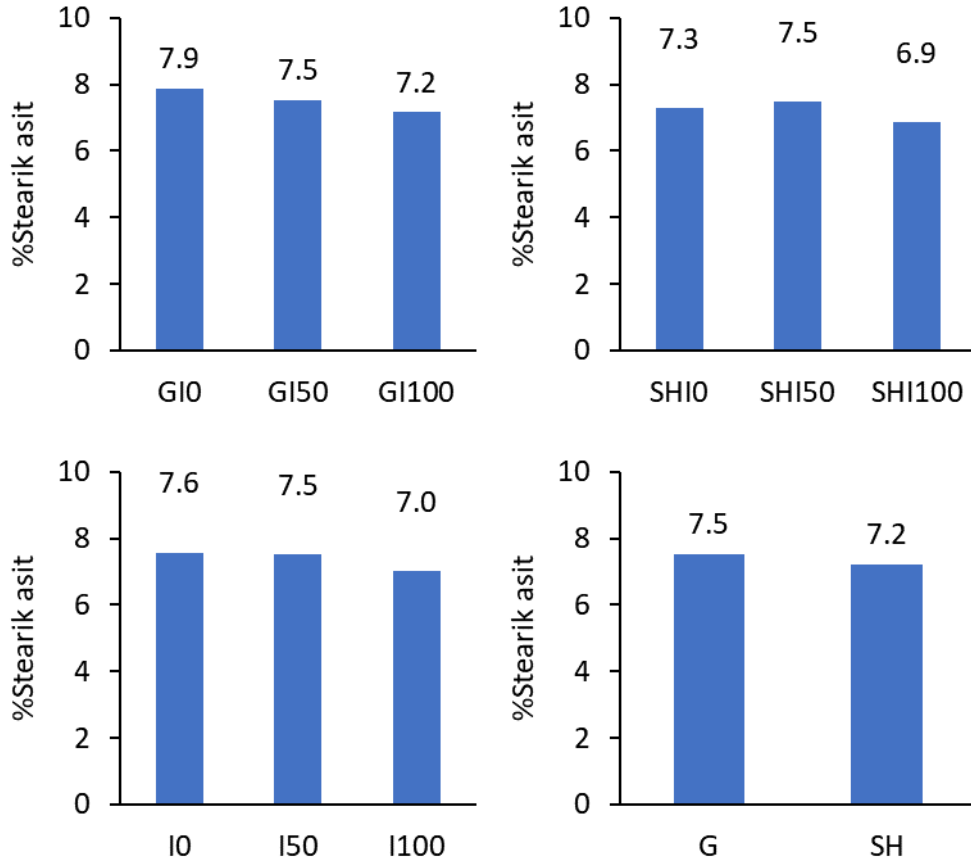


Şekil 107. 2021 yılı çerezlik kabak tohum yağ bileşenlerinden palmitik asit üzerine geleneksel tarım ve sırt-karık mikro havza yağmur suyu hasadı tekniği altında sulama suyu düzeylerinin etkisi





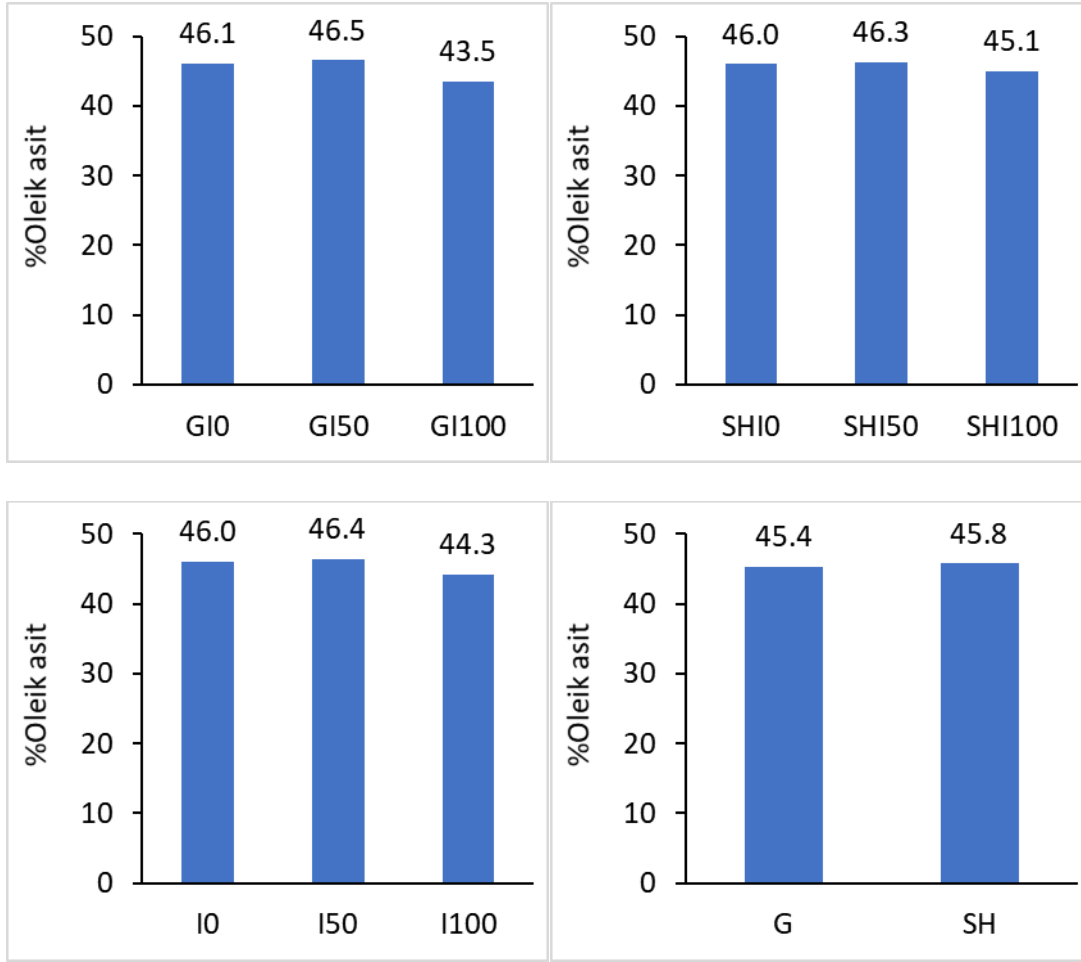
Şekil 104. 2020 yılı çerezlik kabak tohum yağ bileşenlerinden stearik asit üzerine geleneksel tarım ve sırt-karık mikro havza yağmur suyu hasadı tekniği altında sulama suyu düzeylerinin etkisi



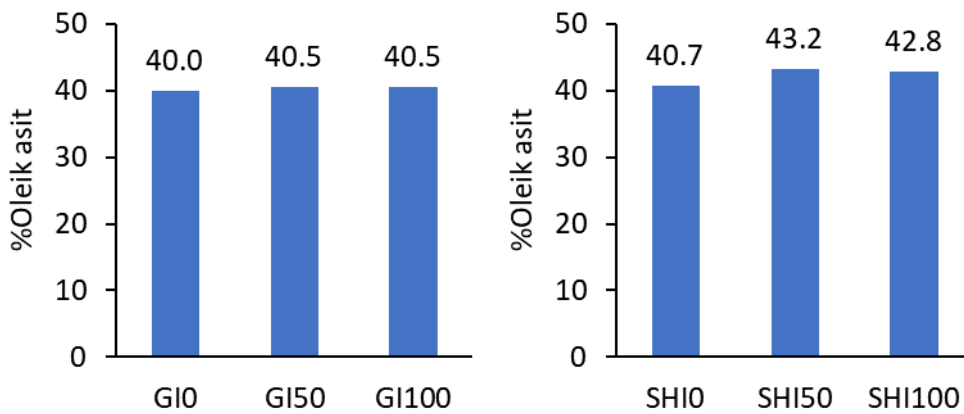
Şekil 105. 2021 yılı çerezlik kabak tohum yağ bileşenlerinden stearik asit üzerine geleneksel tarım ve sırt-karık mikro havza yağmur suyu hasadı tekniği altında sulama suyu düzeylerinin etkisi

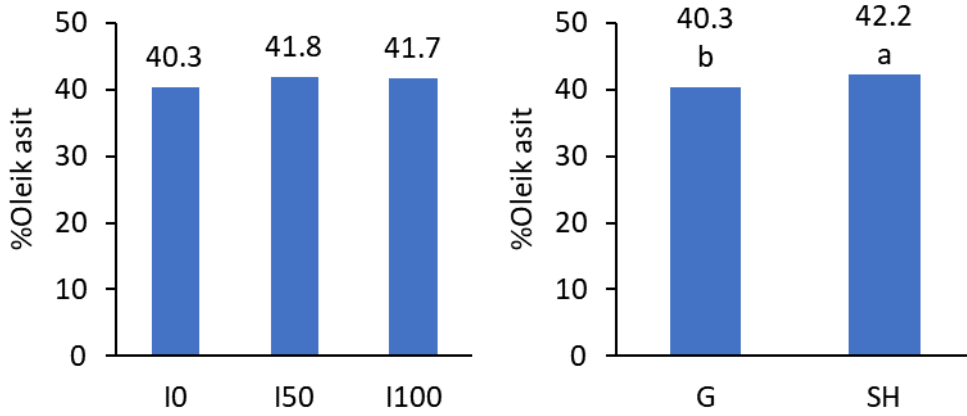
2020 yılında çerezlik kabak tohumlarında en fazla oranda bulunan oleik asit, %43.5 ile %46.5 arasında değişim göstermiştir (Şekil 110). Bu değişim üzerine deneme konularından hiç birisinin etkisi anlamlı bulunmamıştır. GT altında %45.4 bulunan oleik asit SKMYH altında ise

%45.8 bulunmuştur. Su stresi nedeniyle oleik asit yüzdesinde hafiften bir artış görülmesine karşın bu artışlar önemli düzeyde meydana gelmemiştir.

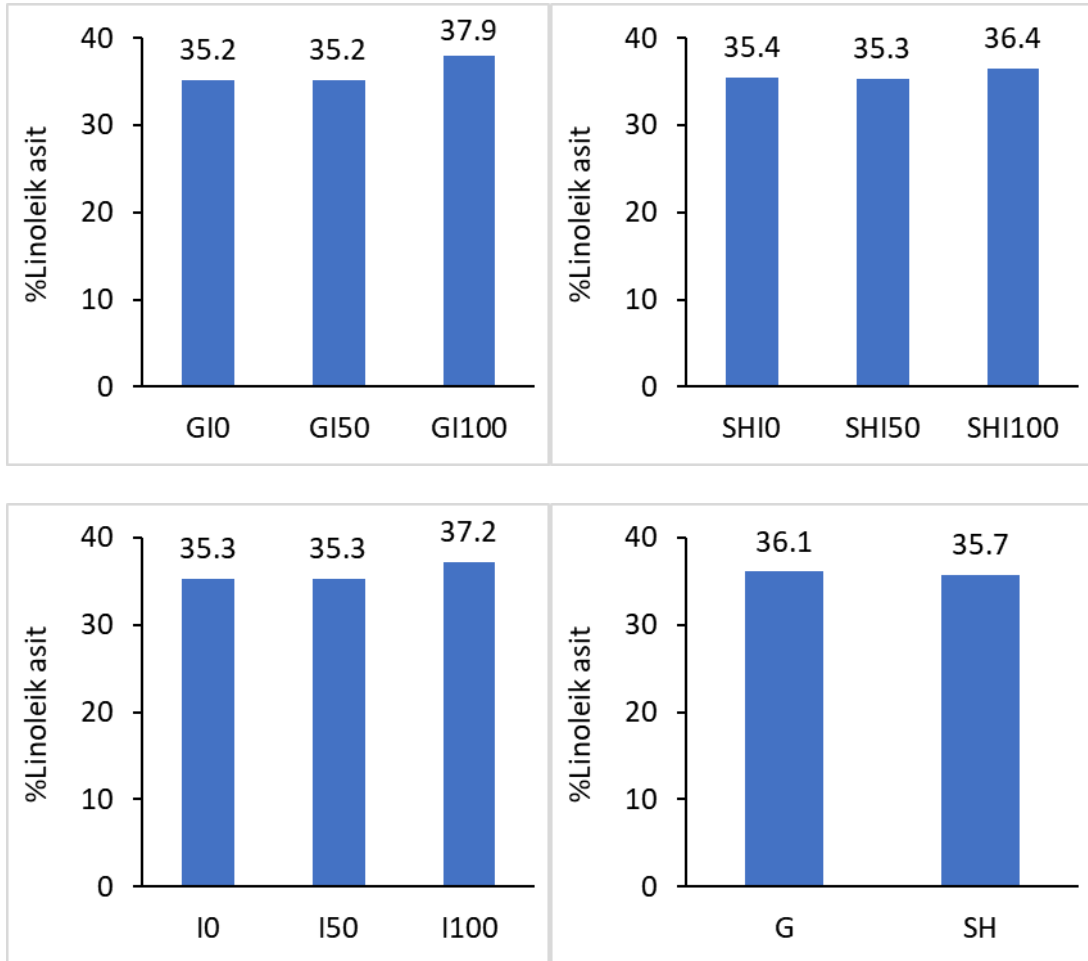


Şekil 106. 2020 yılı çerezlik kabak tohum yağ bileşenlerinden oleik asit üzerine geleneksel tarım ve sırt-karık mikro havza yağmur suyu hasadı tekniği altında sulama suyu düzeylerinin etkisi

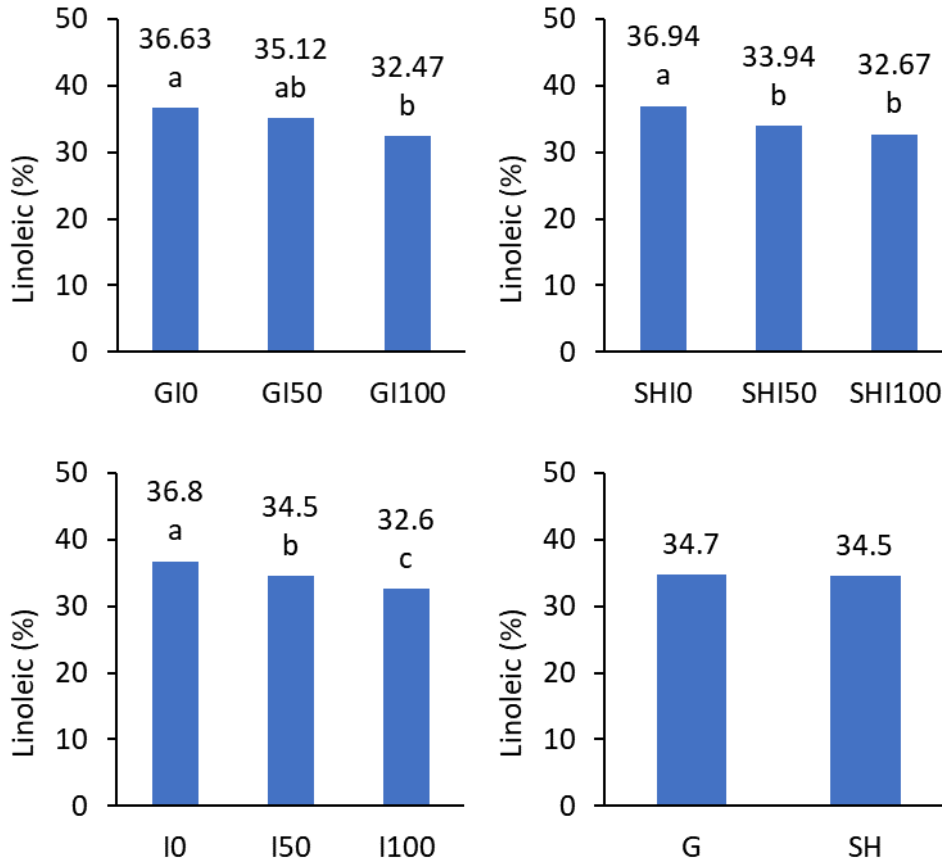




Şekil 111. 2021 yılı çerezlik kabak tohum yağ bileşenlerinden oleik asit üzerine geleneksel tarım ve sırt-karık mikro havza yağmur suyu hasadı tekniği altında sulama suyu düzeylerinin etkisi



Şekil 107. 2020 yılı çerezlik kabak tohum yağ bileşenlerinden linoleik asit üzerine geleneksel tarım ve sırt-karık mikro havza yağmur suyu hasadı tekniği altında sulama suyu düzeylerinin etkisi



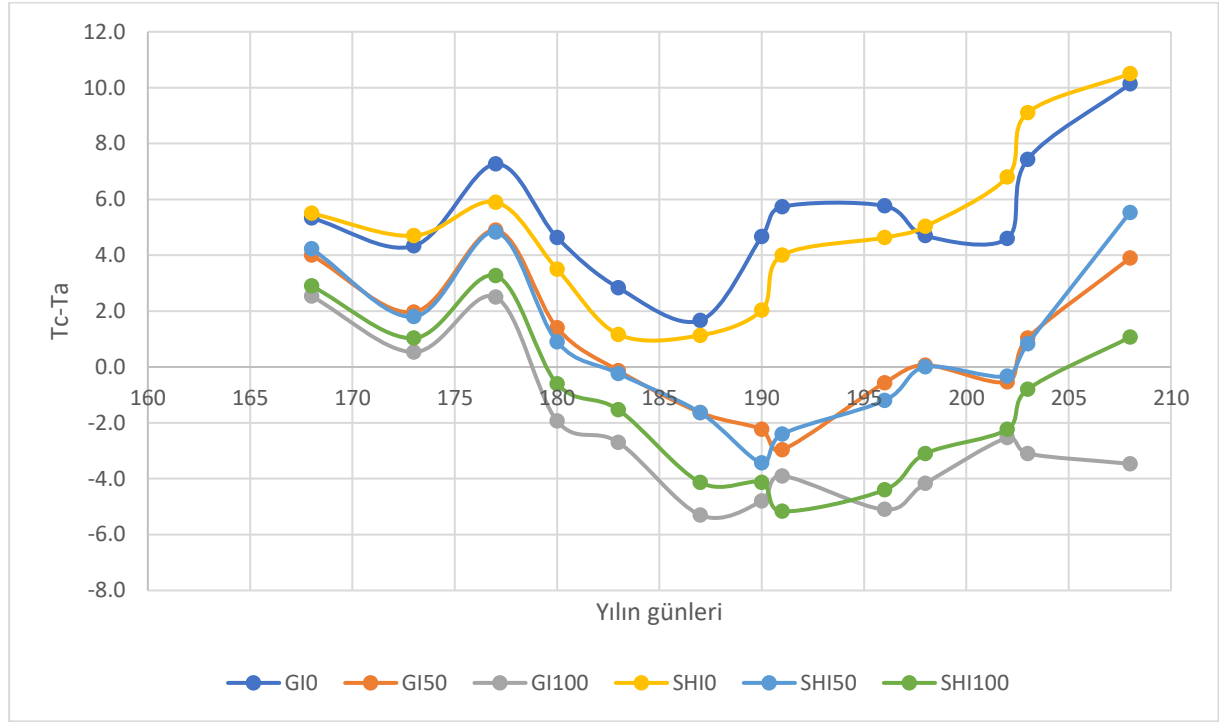
Şekil 108. 2021 yılı çerezlik kabak tohum yağ bileşenlerinden linoleik asit üzerine geleneksel tarım ve sırt-karık mikro havza yağmur suyu hasadı tekniği altında sulama suyu düzeylerinin etkisi

2020 yılında çerezlik kabak tohumlarında en fazla bulunan 2.yağ asidi olan linoleik asit, %35.2 ile %37.9 arasında değişim sergilemiştir (Şekil 112). Konular arası linoleik asit farkı önemli bulunmamıştır. Tam sulama konusunda bir artış söz konusu olsa da diğer sulama konularına göre bu artış önemli bulunmamıştır.

4.4.5. Bitki Örtü Sıcaklığı ve Bitki Su Stres İndeksi (CWSI)'ne İlişkin Bulgular

Bitki taç sıcaklıkları ölçümlerine hem kabak bitkisinde hem de nohut bitkisinde 17 Haziran 2020 tarihinde başlanmış ve 27 Temmuz 2020 tarihinde son verilmiştir. Termal kamera ölçümleri 12:00-14:00 saatleri arasında havanın güneşli ve açık olduğu günlerde yapılmıştır. Haftada en

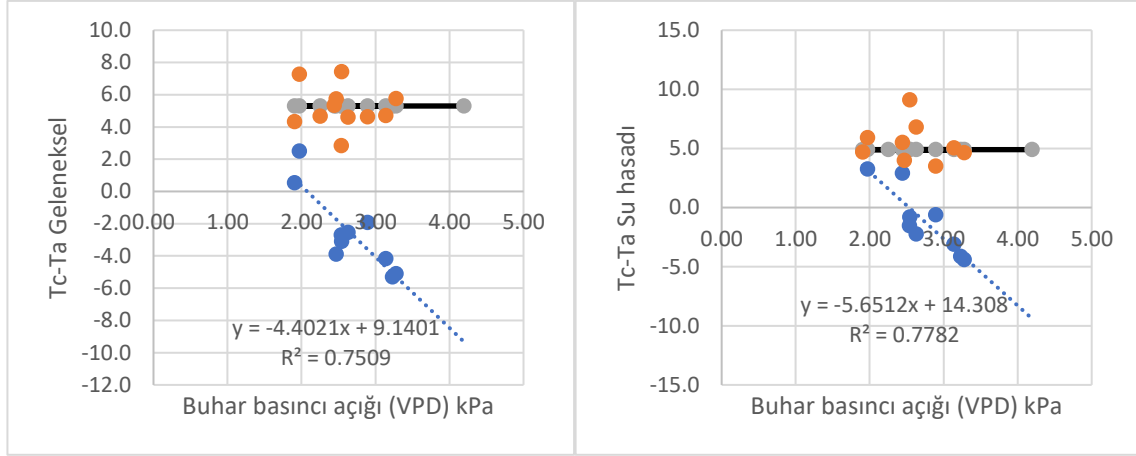
az 3 ölçüm alınmıştır. Farklı sulama suyu düzeylerinin çerezlik kabak bitkisinde meydana getirdiği bitki yaprak sıcaklığı ile hava sıcaklığı farkı değişimleri (T_c-T_a) Şekil 105'te verilmiştir.



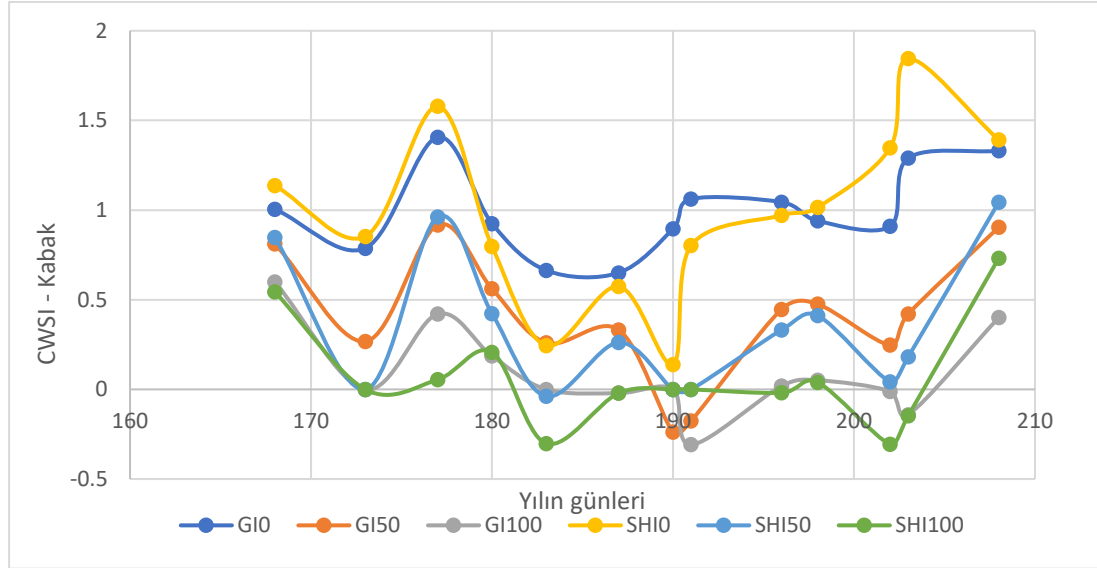
Şekil 109. 2020 yılı çerezlik kabak bitkisinde T_c-T_a değimi

Şekil 114'te görüleceği üzere bitki taç sıcaklıklarının değişimi farklı sulama suyu düzeylerinden etkilenmiştir. Hem geleneksel hem de su hasadı konularında tam sulanan I_{100} konusunda T_c-T_a değerleri en düşük düzeylerde iken sulanmayan konu olan I_0 konusunda en yüksek düzeylerde seyretmiştir. Bunun nedeni, farklı sulama suyu uygulamaları neticesinde oluşan transpirasyon farklılığıdır. Bilindiği gibi yeterli transpirasyon yapan bitkide yaprak sıcaklığı hava sıcaklığının da altına düşerek T_c-T_a farkı negatif değerler alabilirken transpirasyon yapamayan bitkide ise bitki yaprak sıcaklığı hava sıcaklıklarının da üstüne çıkarak T_c-T_a farkı artmaktadır. Denemede aynı gün T_c-T_a -3.8-11 derece arasında değişmiş ve sulanmayan konular ile tam sulanan konular arasında 14.8 derecelik bir fark meydana gelmiştir.

Bitki su stres indisi (CWSI) alt baz (LL) ve üst baz (UL) grafikleri GT ve SKMYH konuları için Şekil 1115'da gösterilmiştir. Üst baz (UL) hiç sulanmayan, transpirasyonun potansiyel olarak hemen hemen gerçekleşmediği konu olan I_0 konusundan, alt baz (LL) ise su stresinin olmadığı, potansiyel olarak tam transpirasyon yapan I_{100} konusundan elde edilmiştir. Yapılan regresyon sonucu çerezlik kabak bitkisinde geleneksel uygulama için $R^2=0.75$ ve $T_c-T_a = -4.4021VPD + 9.1401$ denklemi elde edilirken, su hasadı uygulaması için $R^2=0.77$ ve $T_c-T_a = -5.6512VPD + 14.308$ denklemi elde edilmiştir. CWSI oranları bu alt ve üst baz kullanılarak elde edilmiştir. Idso ve ark. (1981)'de gösterilen ampirik eşitlik vasıtasıyla hesaplanan CWSI değeri konular bazındaki değişimi Şekil 116'da gösterilmiştir.



Şekil 110. 2020 yılı çerezlik kabak çerezlik kabak bitkisinde geleneksel ve su hasadı uygulamaları için temel CWSI grafiği

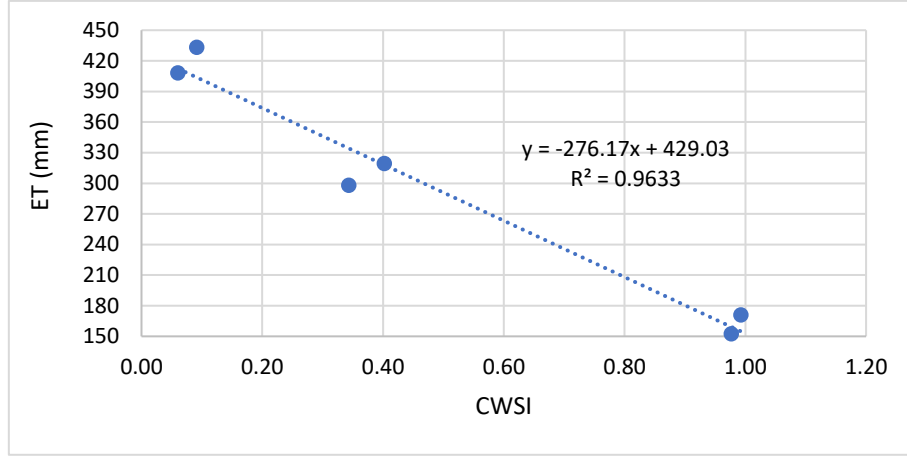


Şekil 111. 2020 yılı çerezlik kabak çerezlik kabak bitkisinin CWSI değişimi

Şekil 116'da görüleceği üzere potansiyel olarak transpirasyon yapan ve $T_c - T_a$ değeri negatif olan konularda CWSI düşük çıkarken, yeterli transpirasyon yapamayan konularda ise CWSI değeri yüksek çıkmıştır. Su hasadı ve geleneksel uygulamalardaki CWSI değerleri hemen hemen birbirine yakın seyretmiştir. Çerezlik kabak bitkisinde geleneksel konuda ortalama CWSI değeri 0.09-0.99 arasında değişim gösterirken su hasadı konusunda ise 0.06-0.98 arasında değişim göstermiştir.

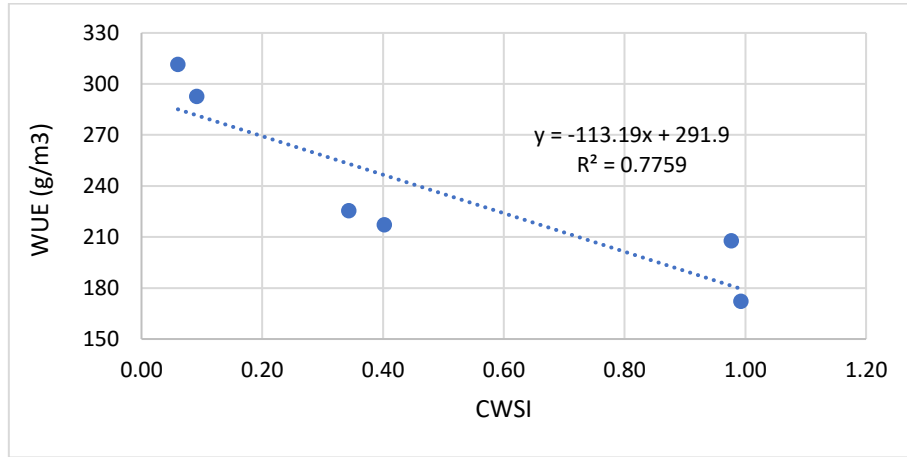
4.4.6. Çerezlik Kabak Bitkisinde CWSI ile Verim ve Verim Unsurları Arasındaki İlişki

Çerezlik kabak bitkisinde ET ile CWSI arasında kuvvetli bir ilişki bulunmuş olup bu ilişki Şekil 117'de verilmiştir. Bulunan doğrusal-negatif ilişki $ET = -276.17CWSI + 429.03$ ve $R^2 = 0.96$ olarak belirlenmiştir.



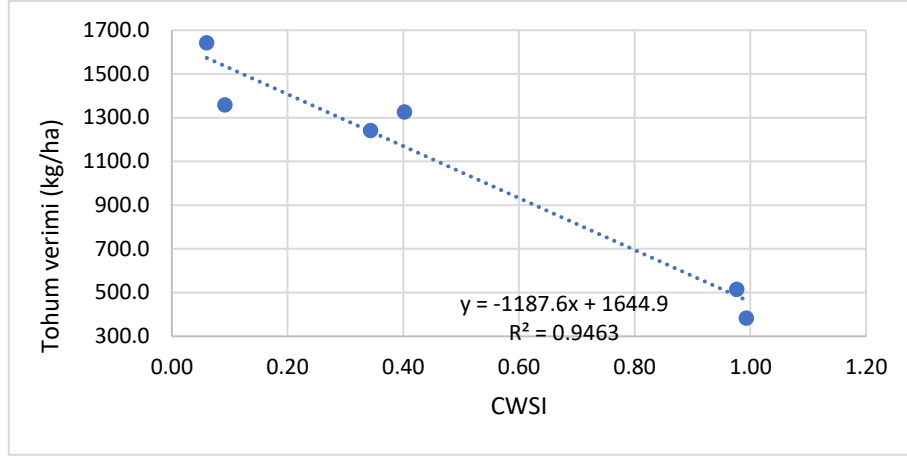
Şekil 112. 2020 yılı çerezlik kabak ET ile CWSI arasındaki ilişki

Şekil 118 incelendiğinde çerezlik kabak bitkisine uygulanan sulama suyu miktarı arttıkça CWSI değeri azalma göstermiştir. Artan sulama suyu düzeyi ile bitki potansiyel olarak transpirasyonunu artırmış ve yaprak sıcaklığı düşmüştür. Yaprak taç sıcaklığı hava sıcaklığından daha düşük bir seviyeye gelmiştir. Çerezlik kabak bitkisinde su kullanım randımanı (WUE) ile CWSI arasındaki ilişki Şekil 118’de gösterilmiştir.



Şekil 113. 2020 yılı çerezlik kabak su kullanım randımanı (WUE) ile CWSI arasındaki ilişki

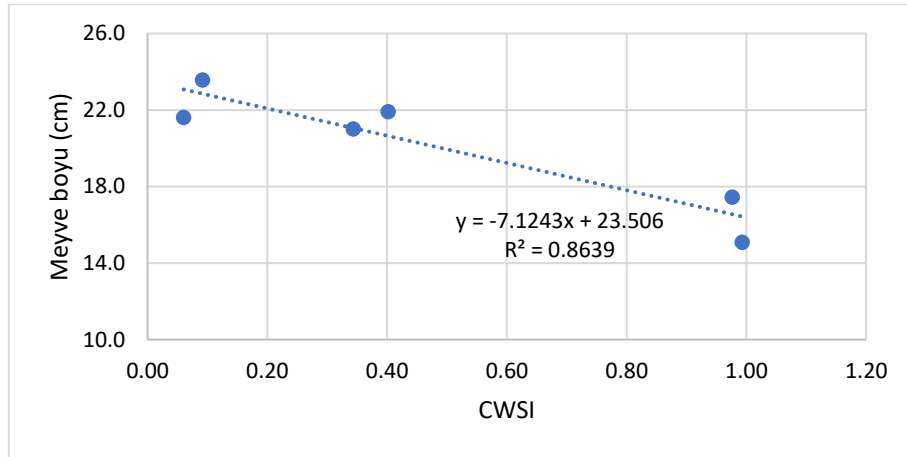
Şekilden de görüleceği üzere WUE ile CWSI arasında önemli derecede ($R^2=0.78$) bir doğrusal negatif ilişki ($WUE = -113.19CWSI + 291.9$) olduğu tespit edilmiştir. Artan su stresiyle birlikte bitki su kullanım etkinliği azalmıştır. Farklı uygulamalar sonucu elde edilen çerezlik kabak tohum verimi ile CWSI arasında bulunan kuvvetli doğrusal-negatif ilişki Şekil 119’da verilmiştir.



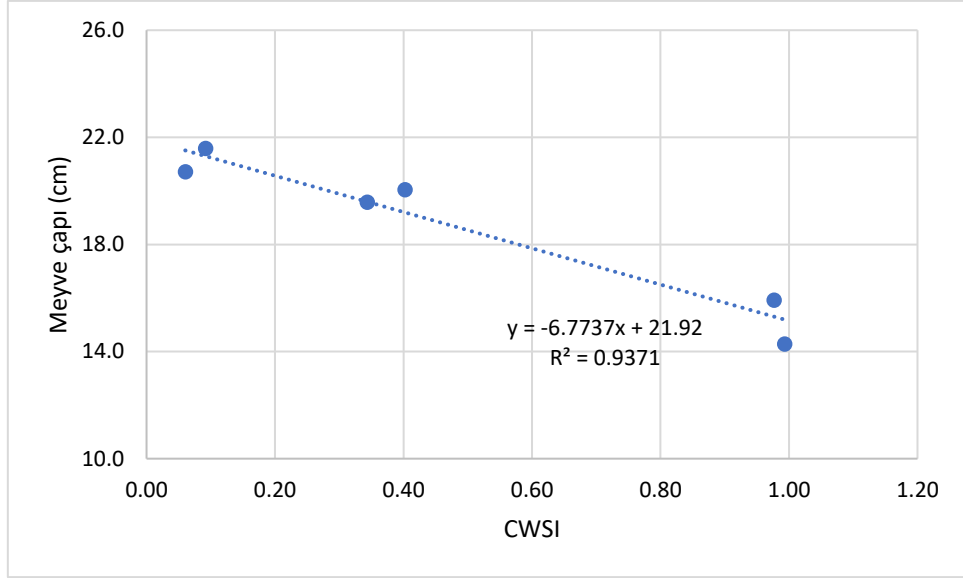
Şekil 114. 2020 yılı çerezlik kabak çerezlik kabak tohum verimi ile CWSI arasındaki ilişki

Şekil 119 incelendiğinde çerezlik kabak bitkisinde su kısıtı arttıkça CWSI değeri de artış göstermiştir. Azalan terleme ile yaprak sıcaklığı hava sıcaklığından daha yüksek bir seviyeye ulaşmış ve bunun neticesinde çerezlik kabak tohum veriminde düşüşler meydana gelmiştir. CWSI ile tohum verimi arasındaki ilişki $R^2=0.95$ ve Tohum verimi= $-118.6\text{CWSI}+1644.9$ olarak bulunmuştur.

Çerezlik kabakta farklı sulama suyu düzeyleri sonucu elde edilen meyve boyu ve meyve çapının CWSI ile arasındaki ilişki Şekil 120 ve 121'de gösterilmiştir.



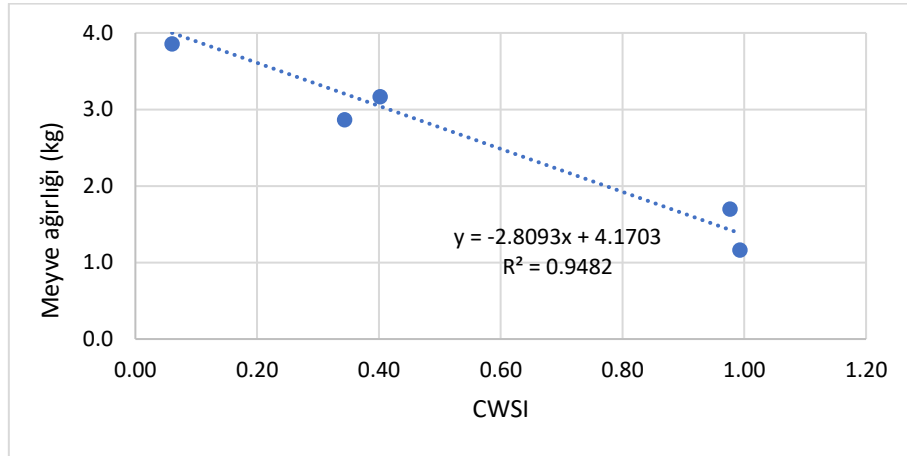
Şekil 115. 2020 yılı çerezlik kabak meyve boyu ile CWSI arasındaki ilişki



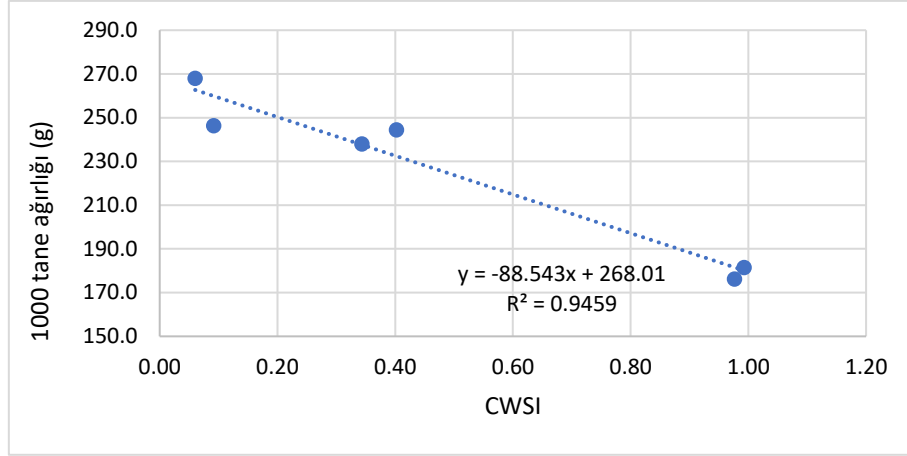
Şekil 116. 2020 yılı çerezlik kabak meyve çapı ile CWSI arasındaki ilişki

Çerezlik kabak bitkisinde CWSI ile hem meyve boyu hem de meyve çapı arasında sırasıyla $R^2 = 0.87$ ve $R^2 = 0.94$ gibi önemli lineer ilişkilerin olduğu tespit edilmiştir. Hem meyve boyunda hem de su kısıtı arttıkça CWSI değeri yükselmekte ve sonuçta daha çapında ve boyunda meyvelere sebep olmaktadır.

Çerezlik kabak bitkisinde meyve ağırlığı ve 1000 tane ağırlığı arasındaki ilişki Şekil 122 ve 123'te gösterilmiştir.



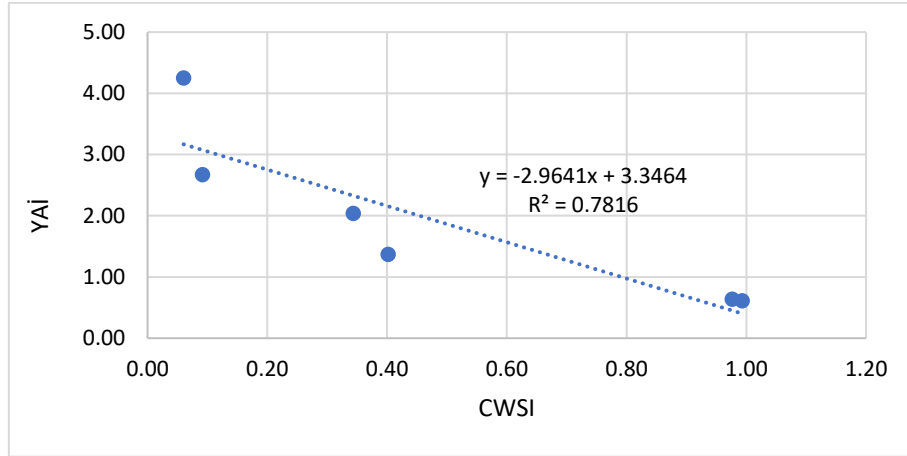
Şekil 117. 2020 yılı çerezlik kabak meyve ağırlığı ile CWSI arasındaki ilişki



Şekil 118. 2020 yılı çerezlik kabak 1000 tane ağırlığı ile CWSI arasındaki ilişki

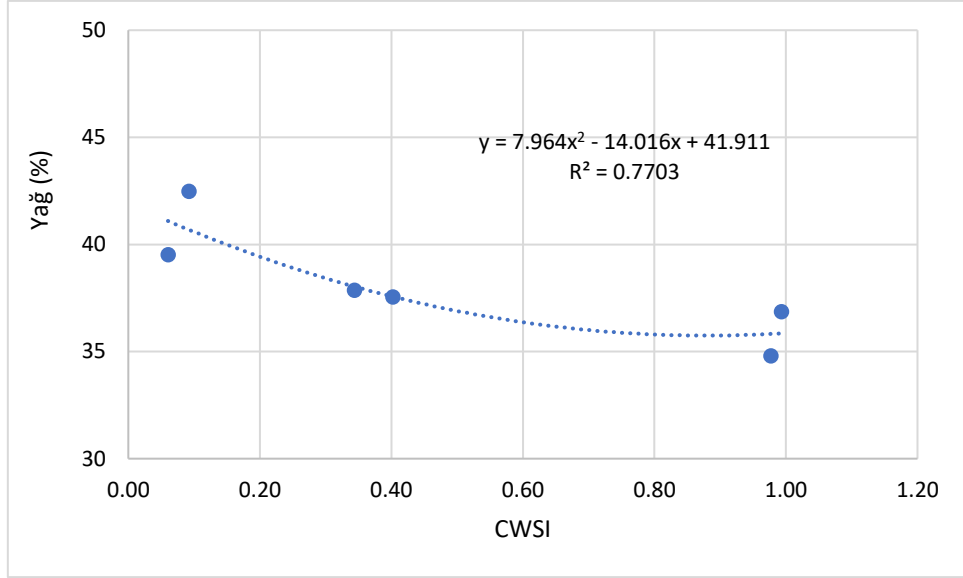
2020 yetiştirme sezonunda farklı uygulamalar sonucu elde edilen meyve ağırlığı ve 1000 tane ağırlığının CWSI ile yüksek derecede lineer bir ilişkiye sahip olduğu tespit edilmiştir. Her iki parametrede de artan CWSI değeri meyve ağırlığı ve 1000 tane ağırlığını azaltmıştır. Meyve ağırlığı ile CWSI arasında $R^2=0.95$ ve Meyve ağırlığı= $2.8093CWSI+4.1703$ ilişkisi varken, 1000 tane ağırlığı ile CWSI arasında $R^2=0.95$ 1000 tane ağırlığı= $-88CWSI+268.01$ ilişkisi tespit edilmiştir.

Çerezlik kabak bitkisinde elde edilen yaprak alan indeksi (YAI) ile CWSI arasındaki ilişki Şekil 124'te gösterilmiştir.



Şekil 119. 2020 yılı çerezlik kabak yaprak alan indeksi (YAI) ile CWSI arasındaki ilişki

YAI ile CWSI arasında doğrusal bir ilişki bulunmuştur. CWSI ile YAI arasındaki ilişki $YAI = -2.9641 \times CWSI + 3.3464$ ve $R^2 = 0.78$ olarak saptanmıştır. CWSI değeri arttıkça YAI azalma göstermiştir. Farklı sulama suyu düzeyleri sonucu çerezlik kabak tohumlarının yağ içeriği ile CWSI arasındaki ilişki Şekil 125'de gösterilmiştir.



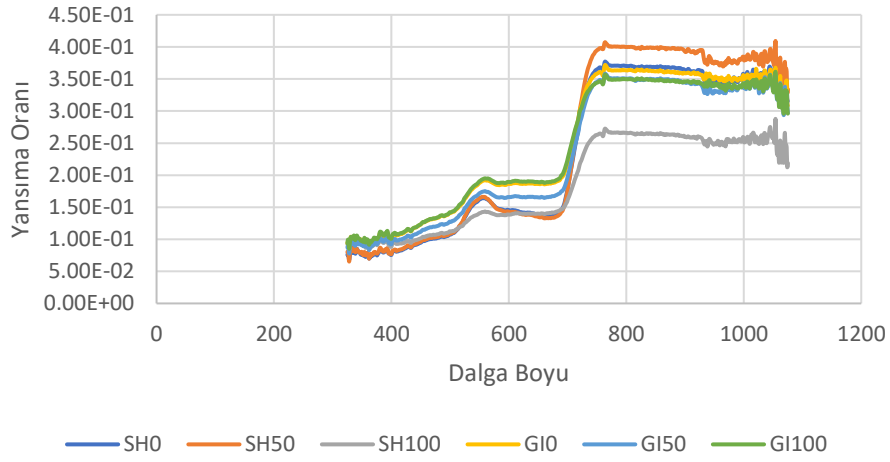
Şekil 120. 2020 yılı çerezlik kabak tohumların yağ içeriği ile CWSI arasındaki ilişki

Şekilden de görüleceği üzere CWSI ile yağ içeriği arasında parabolik bir ilişki bulunmuştur. Artan CWSI değeri çerezlik kabak tohumlarında yağ içeriğini azaltmıştır. Bitkiye uygulanan su stresi arttıkça yağ veriminde önemli azalmalar meydana gelmiştir.

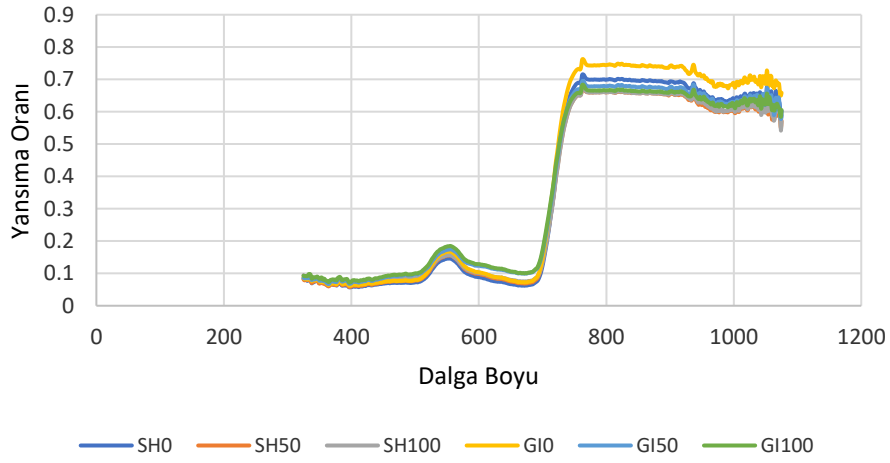
4.4.7. Çerezlik kabak bitkisinde farklı sulama suyu uygulamaları sonucu oluşan yansıma değişimleri

2020 ve 2021 yetiştirme sezonlarında uygulanan farklı sulama uygulamaları sonucu oluşan yansıma oranlarının değişimi Şekil 126'da gösterilmiştir.

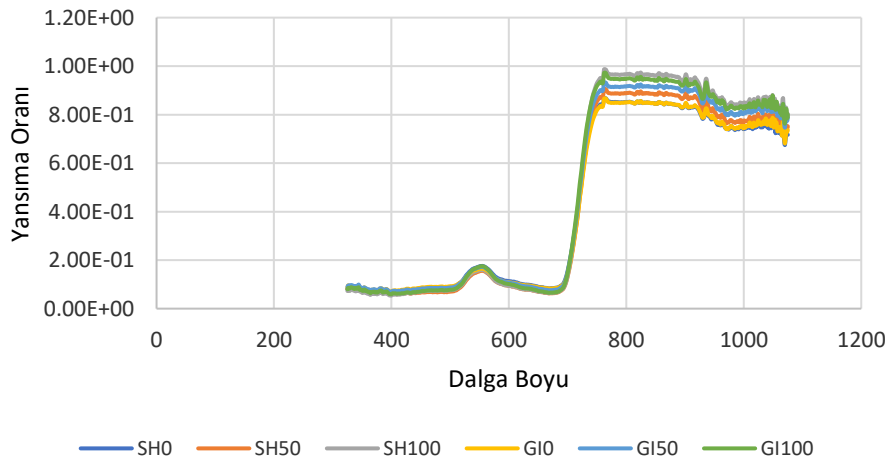
2.6.2020



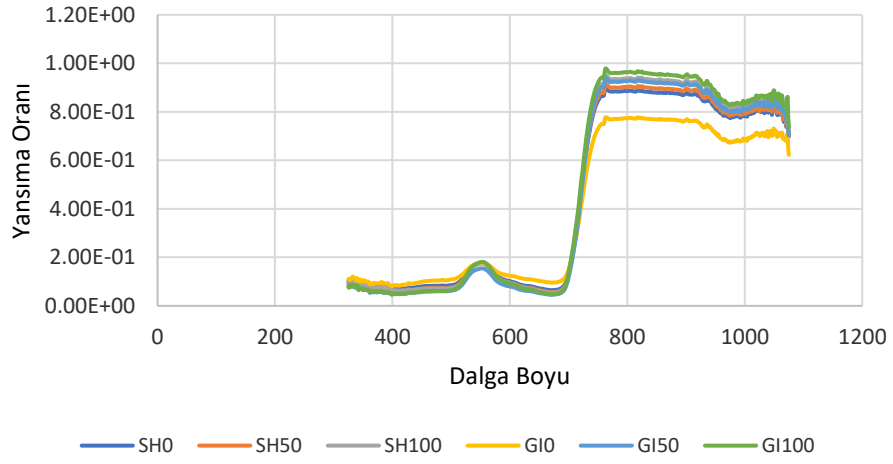
18.6.2020



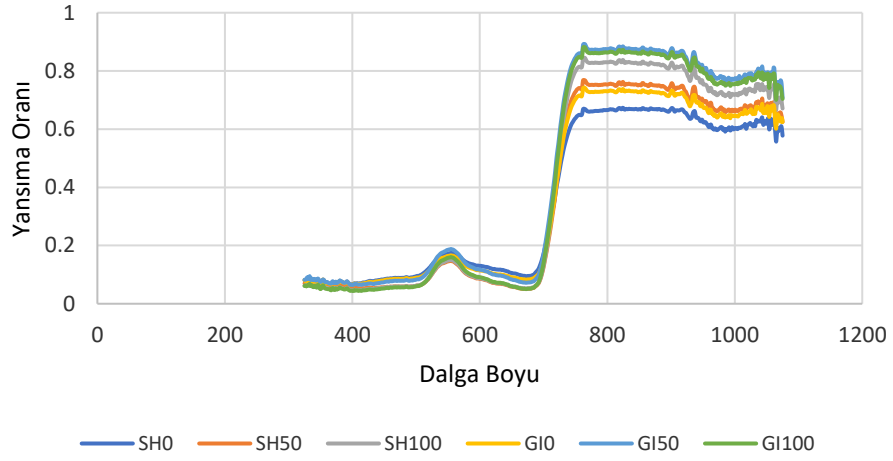
26.6.2020



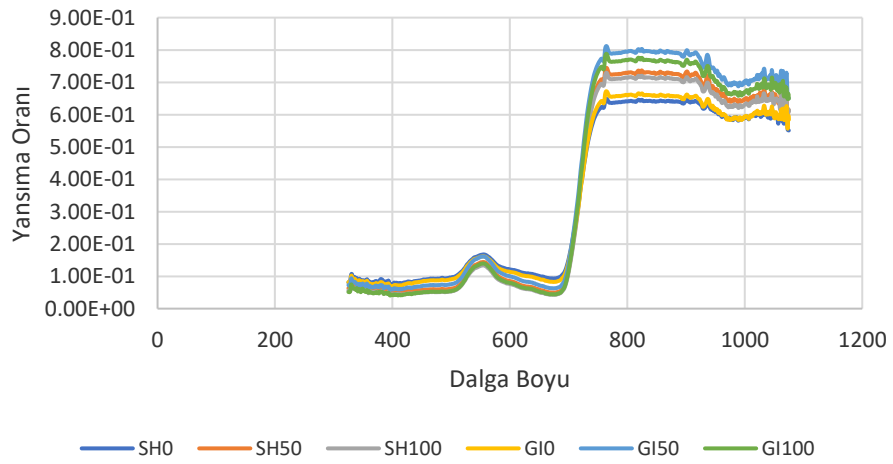
3.7.2020



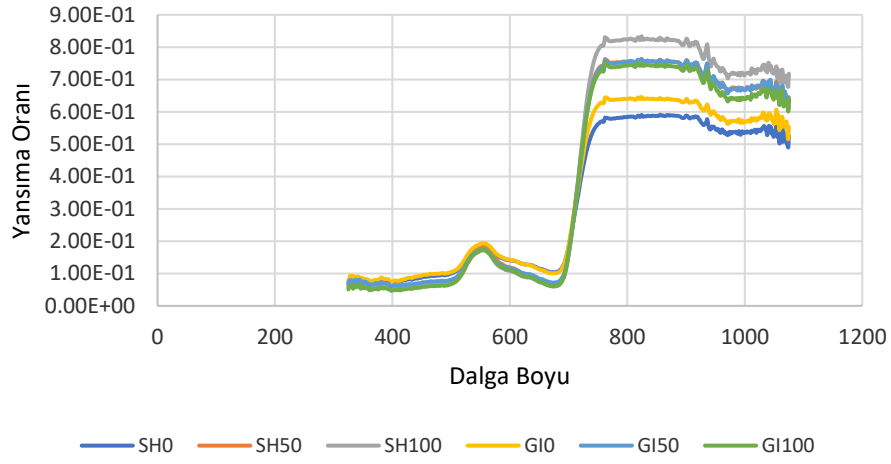
10.7.2020



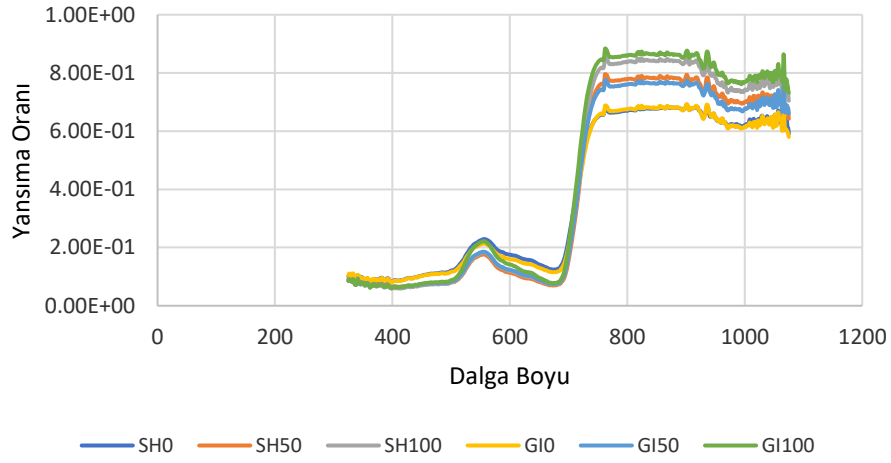
14.7.2020



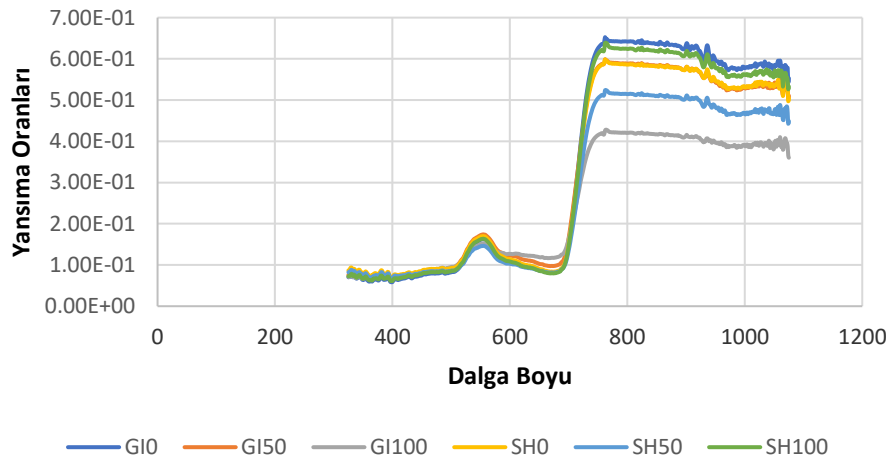
21.7.2020



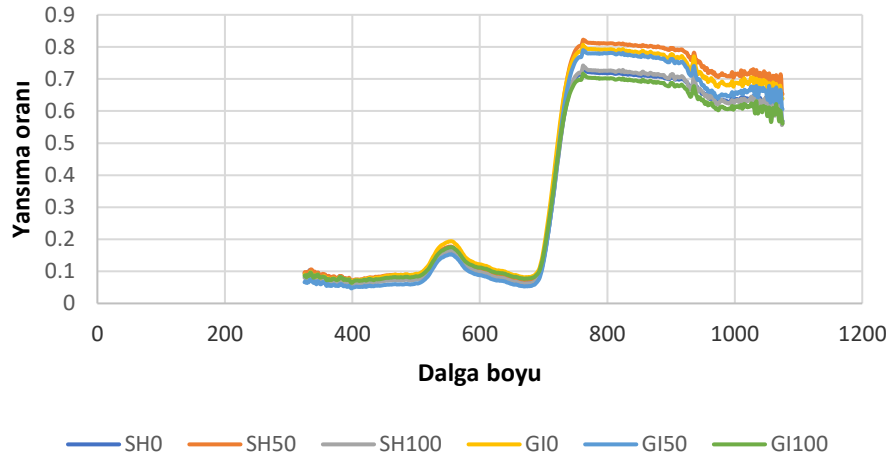
24.7.2020



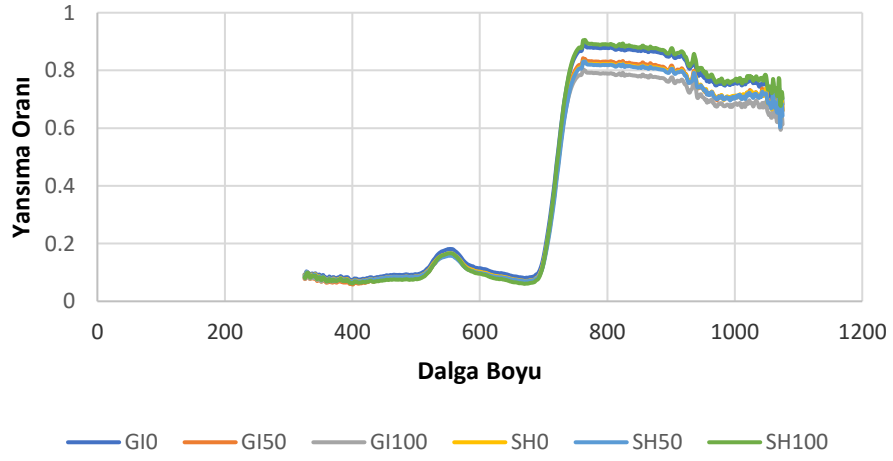
15.6.2021



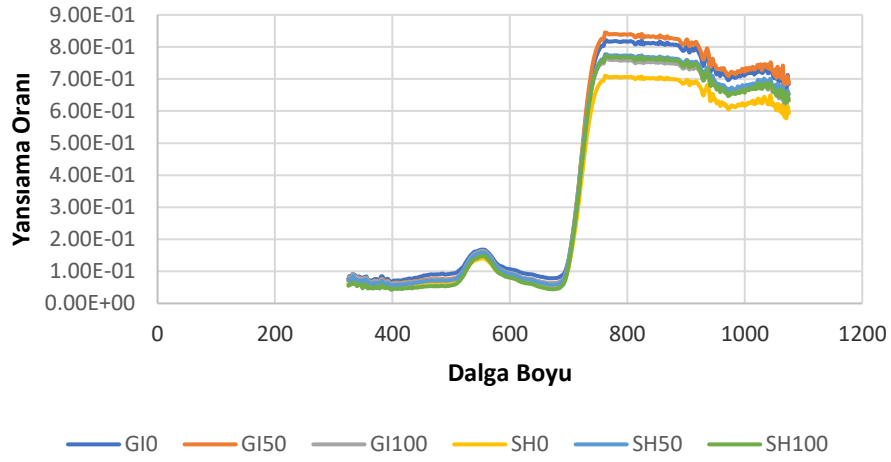
19.6.2021



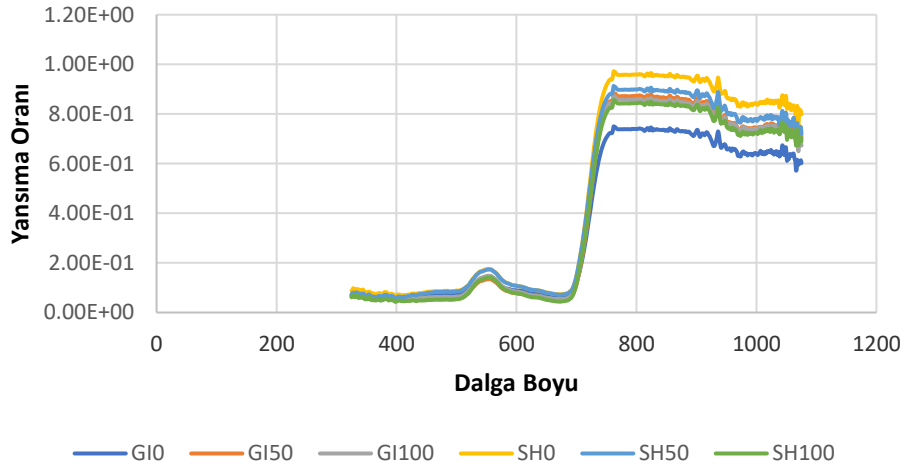
22.6.2021



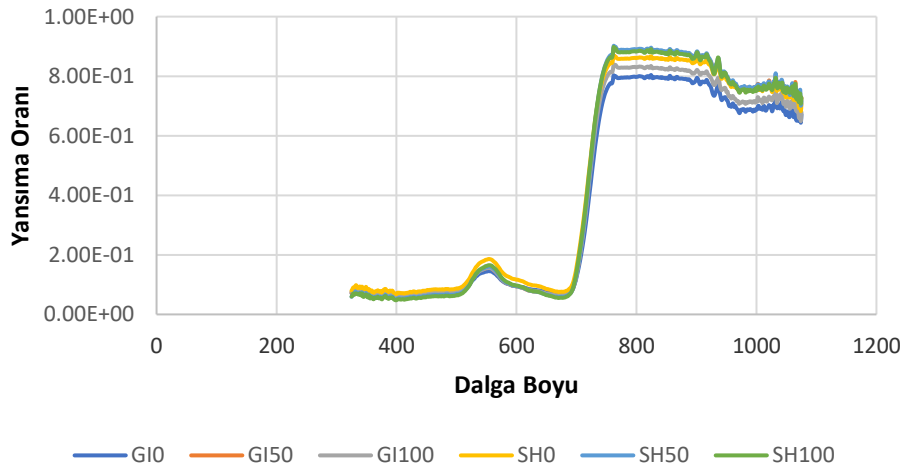
25.6.2021



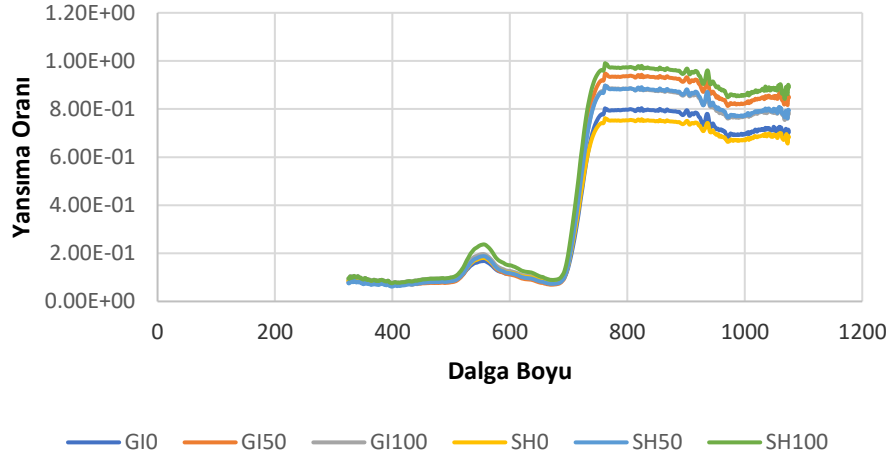
29.06.2021



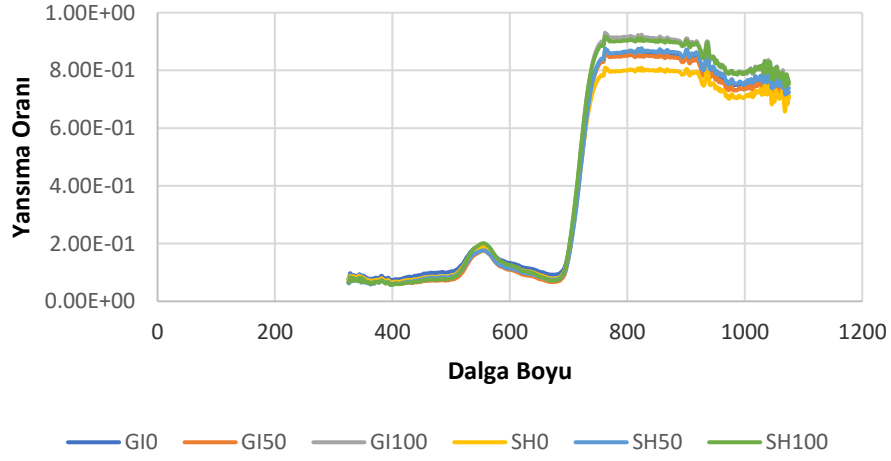
2.7.2021



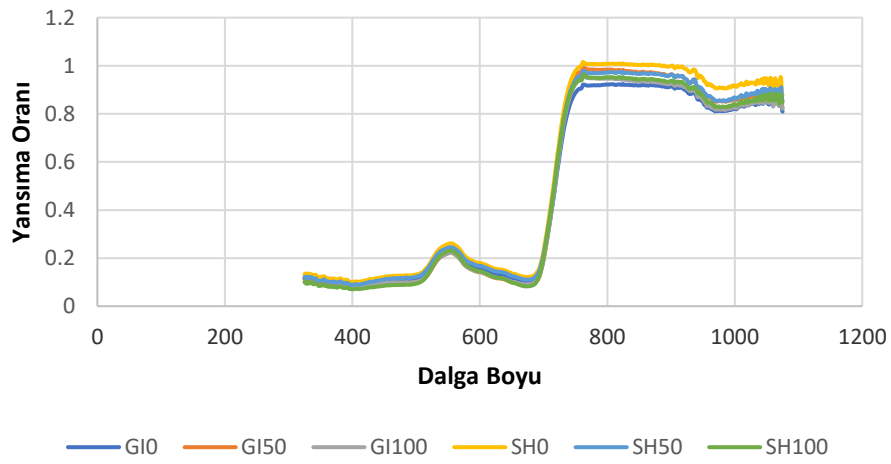
8.7.2021

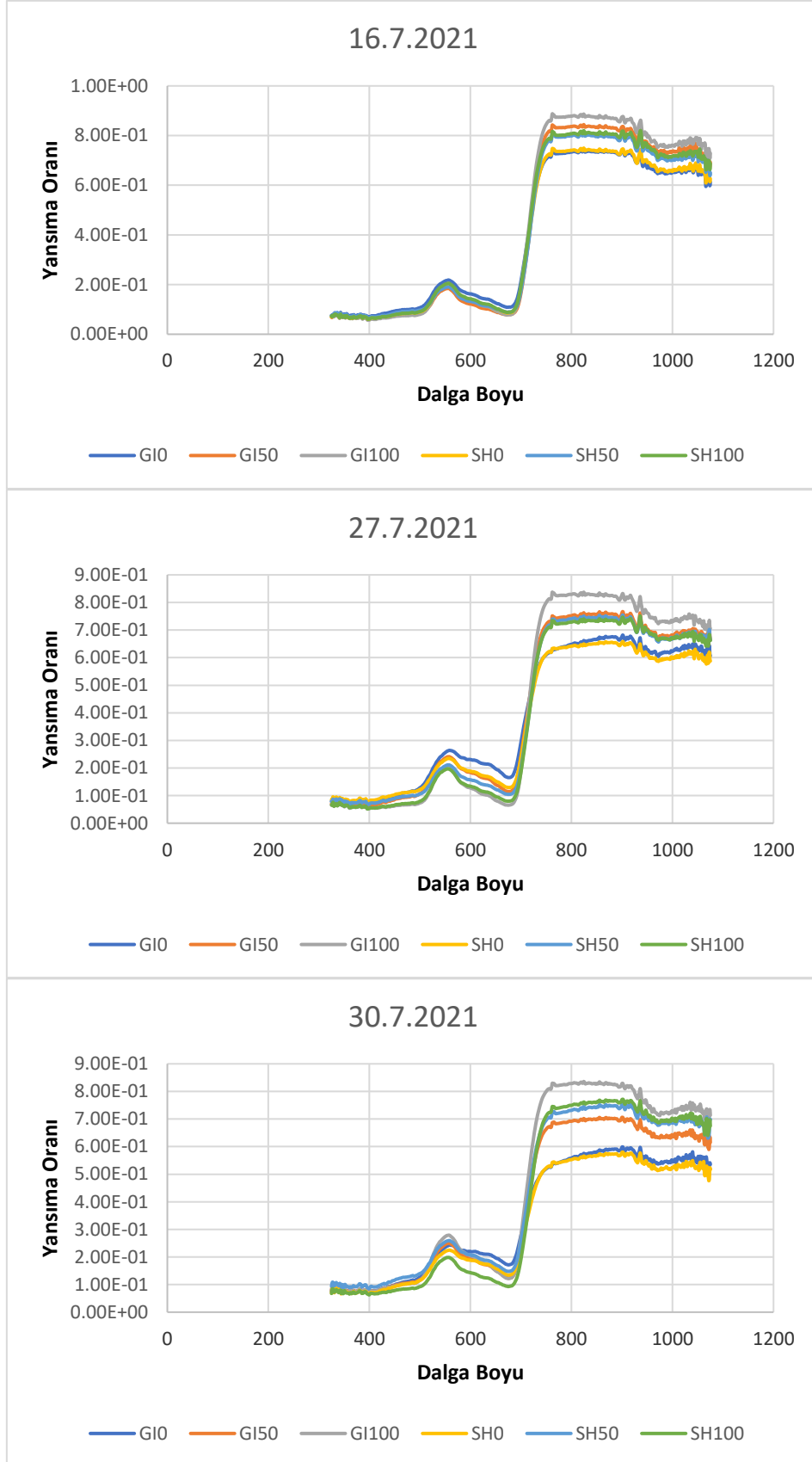


12.7.2021



14.7.2021





Şekil 121. 2020 ve 2021 yılı çerezlik kabak bitkisinde spektral yansima oranları

Spektral yansımaya oranı değerlerinin 2020 ve 2021 yıllarında deneme konuları ve zamana göre değişimleri incelendiğinde su stresi oluşturulan konular ile tam sulama konuları arasında önemli farklılıklarının olduğu görülmektedir. Yetiştirme sezonunda su stresi yaşatılan konularda 500-700 nm dalga boyunda yüksek yansımaya oranı görülürken su stresi oluşturulmayan konulardaki yansımaya oranları düşük olmuştur. 2021 yılında su stresi olmayan konularda 700-1100 nm dalga boyunda yüksek yansımaya oranları varken su stresi altındaki konularda bu dalga boyundaki yansımaya oranları azalmıştır. Ayrıca yetiştirme sezonunda hasada yaklaştıkça yansımaya oranlarındaki fark birbirine çok yaklaşmıştır.

Su stresi yaşatılan konularda visible dalga boyunda yüksek yansımaya oranı görülürken su stresi oluşturulmayan konulardaki yansımaya oranları düşük olmuştur. Bu sağlıklı bitkilerin fotosentez için görünür dalga boyunda daha fazla absorbe yaptığını, dolayısıyla daha düşük yansımaya vermesi gerçeğine dayanmaktadır. 2021 yılında su stresi olmayan konularda NIR dalga boyunda yüksek yansımaya oranları varken su stresi altındaki konularda bu dalga boyundaki yansımaya oranları azalmıştır. Mavi ve kırmızı bölgedeki stresli bitkilerde yansımaya oranı daha yüksek olmaktadır. Bu yaprak suyundaki azalma fotosentetik pigment konsantrasyonunu azaltmasıyla açıklanabilir. Ayrıca yetiştirme sezonunda hasada yaklaştıkça yansımaya oranlarındaki fark birbirine çok yaklaşmıştır. Sonuç olarak spektral yansımaların büyük ölçüde fotosentetik pigmentlerden etkilendiğini göstermektedir.

4.4.8. Çerezlik kabak bitkisinde verim, meyve boyu, meyve çapı ve meyve ağırlığının vejetasyon indeksleri ile ilişkisi

Farklı sulama suyu uygulamaları sonucunda elde edilen vejetasyon indeksleri ile bazı parametreler arasındaki ilişki Tablo 15'te gösterilmiştir. Tohum verimi, meyve ağırlığı, meyve çapı ve meyve boyu arasında önemli ilişkilerin olduğu bulunmuştur. Sadece 2021 yılında WI ile hiçbir parametre arasında herhangi bir ilişkinin olmadığı tespit edilmiştir.

Tablo 15 incelendiğinde verim açısından vejetasyon indeksleri ile çerezlik kabak tohum verimi arasında önemli lineer ilişkiler olduğu tespit edilmiştir. 2020 yılında en yüksek ilişkiler SAVI ile EVI ($R^2=0.92$) arasında olurken, 2021 yılında en yüksek ilişkiler SAVI ve OSAVI ($R^2=0.84$) indekslerinde olmuştur.

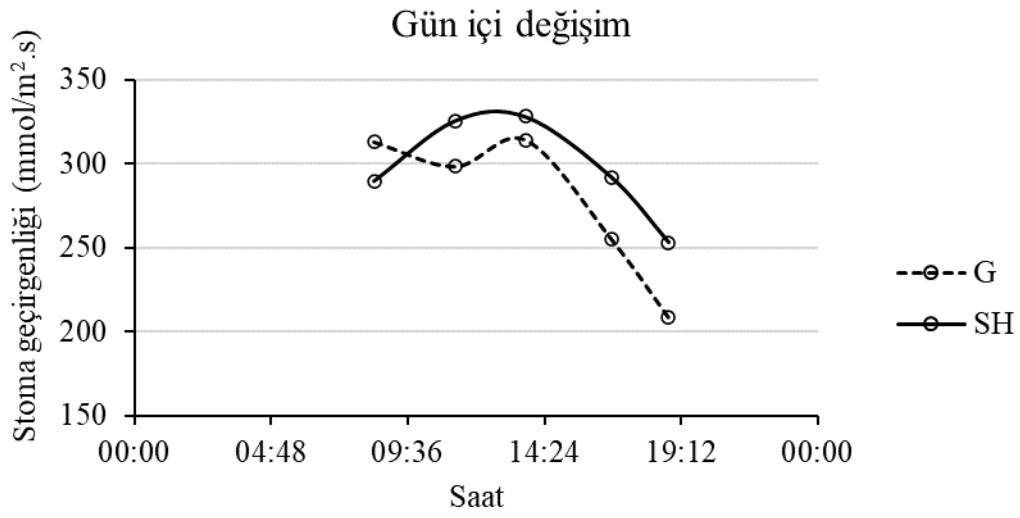
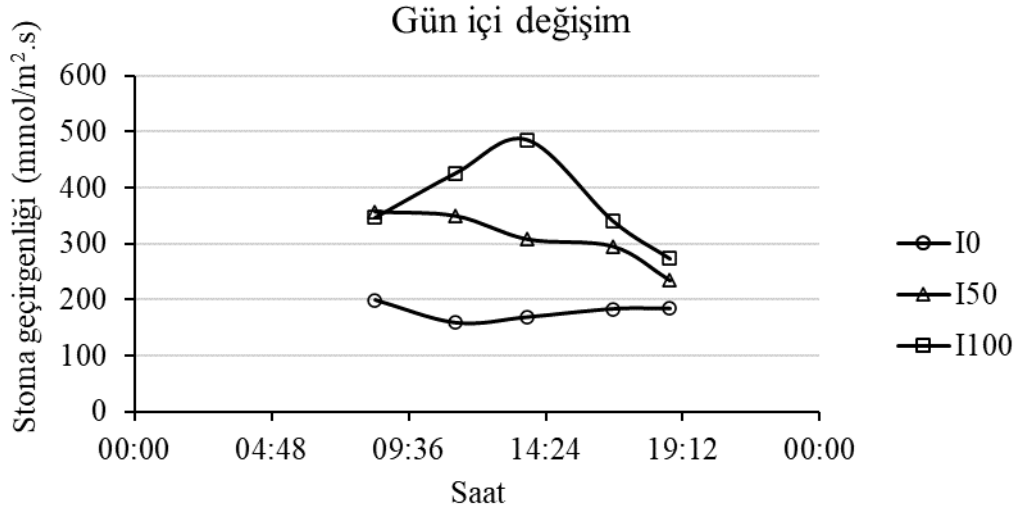
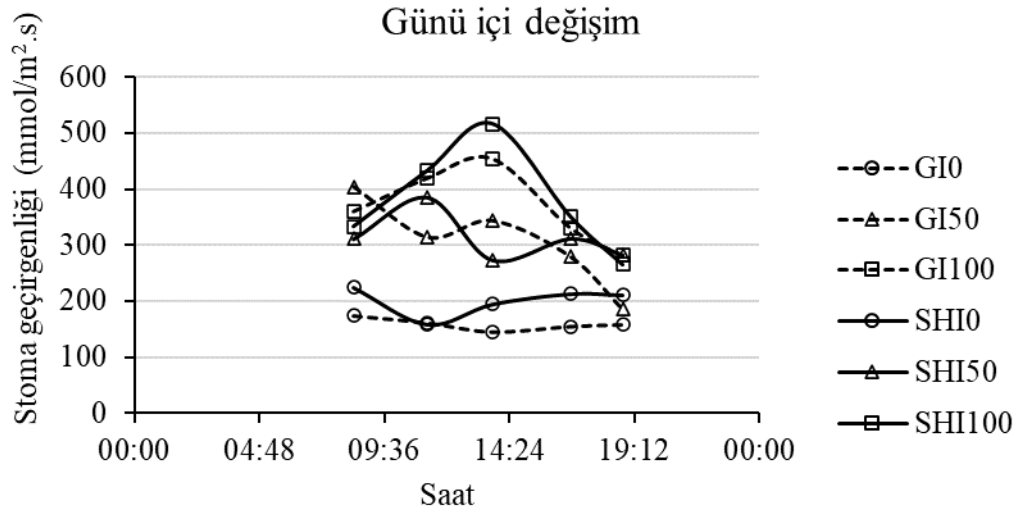
Meyve ağırlığı ile 2020 yılında vejetasyon indeksleri arasında en yüksek MCARI, SR ve VI ($R^2=0.89$) arasında oluşurken, 2021 yılında ise en yüksek ilişkiler SAVI ve OSAVI ($R^2=0.69$) indekslerinde olmuştur. Meyve çapı ile 2020 yılında vejetasyon indeksleri arasında en yüksek SR, SAVI ve VI ($R^2=0.90$) arasında oluşurken, 2021 yılında ise en yüksek ilişki EVI ($R^2=0.88$) indeksinde olmuştur. Meyve boyu ile 2020 yılında vejetasyon indeksleri arasında en yüksek MCARI ($R^2=0.90$) arasında oluşurken, 2021 yılında ise en yüksek ilişki EVI ($R^2=0.75$) indeksinde olmuştur.

Tablo 15. Vejetasyon indeksleri ile verim, meyve boyu, meyve çapı ve meyve ağırlığının ilişkisi (R^2)

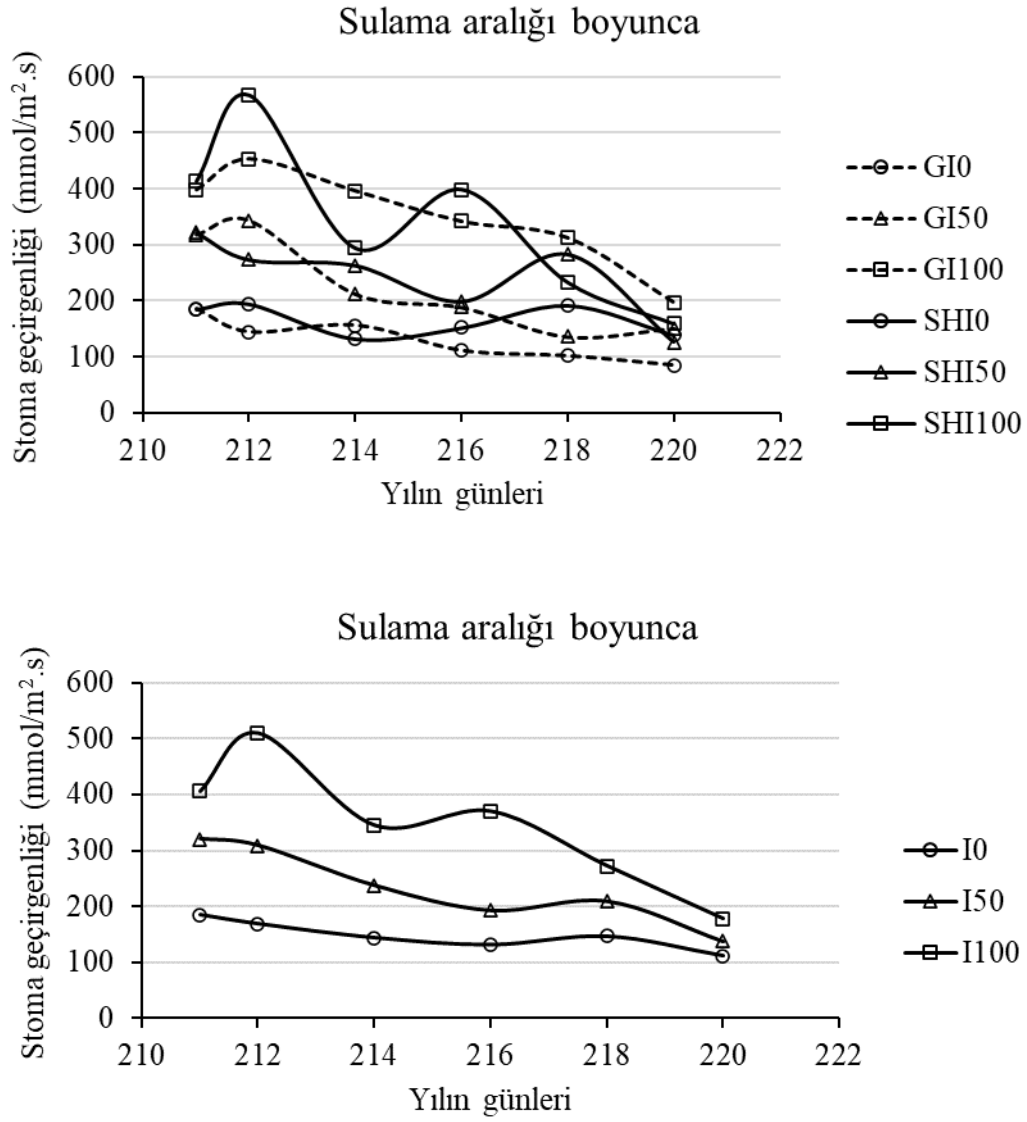
Yıllar	Vis	Verim	Meyve Ağırlığı	Meyve Çapı	Meyve Boyu
2020	SR	0.90	0.89	0.90	0.83
	NDVI	0.86	0.76	0.85	0.79
	WI	0.87	0.76	0.79	0.70
	SAVI	0.92	0.83	0.90	0.83
	EVI	0.92	0.80	0.87	0.80
	NPCI	0.64	0.41	0.51	0.44
	GNDVI	0.90	0.71	0.80	0.72
	MCARI	0.69	0.89	0.89	0.90
	OSAVI	0.89	0.80	0.88	0.81
	VI	0.89	0.89	0.90	0.83
2021	SR	0.79	0.64	0.77	0.53
	NDVI	0.82	0.69	0.84	0.62
	WI	0.14	0.05	0.11	0.02
	SAVI	0.84	0.69	0.85	0.62
	EVI	0.79	0.68	0.88	0.75
	NPCI	0.57	0.50	0.68	0.51
	GNDVI	0.70	0.55	0.73	0.55
	MCARI	0.74	0.64	0.64	0.35
	OSAVI	0.84	0.69	0.84	0.62
	VI	0.80	0.64	0.78	0.52

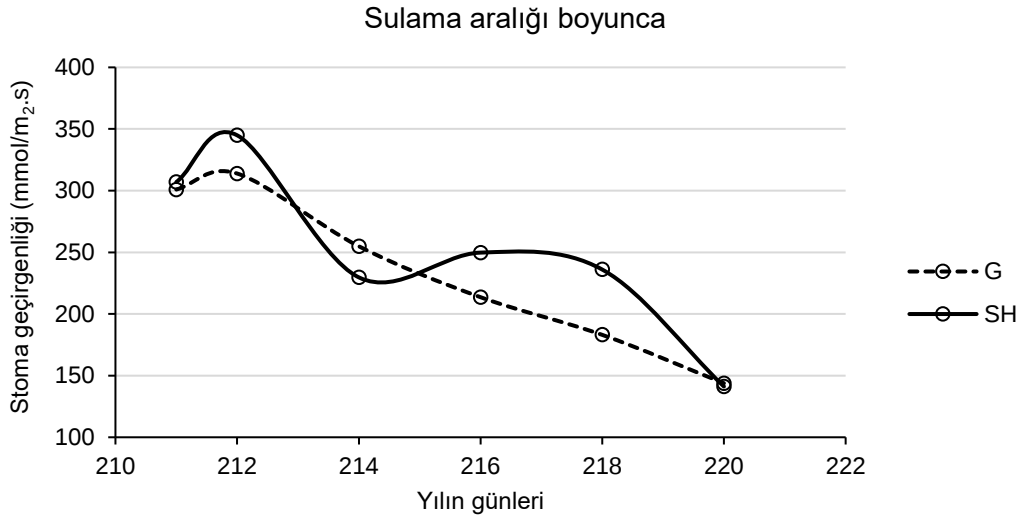
4.4.9. Stoma Geçirgenliği

Çerezlik kabakta konuların stoma geçirgenliği gün içerisinde ve iki sulama arasında SC-1 yaprak porometresiyle ölçülmüş ve sonuçlar Şekil 127 ve 128’de verilmiştir. En yüksek stoma geçirgenliği GT ve SKMYH için I_{100} konularında saptanmış olup sulama suyu miktarının azalmasıyla stoma geçirgenliği de azalmıştır. Öğleden sonra 14:30 civarında I_{100} konularında pik yapan stoma geçirgenliği sabah ve akşam saatlerinde düşmüştür. I_{100} konusunda stoma geçirgenliğinin gelen güneş radyasyonu ve günü sıcaklığa göre değiştiği görülmektedir. I_{50} konularında GT ve SKYMH konularında farklı bir seyir izleyen stoma geçirgenliğinin öğleden önce nispeten daha yüksek olduğu söylenebilir. I_0 konusunda SKYMH konusunda stoma geçirgenliği bir miktar daha yukarıda olduğu görülmektedir. Bu konuda stoma geçirgenliği gün içerisinde aşırı dalgalanma göstermeden gün içinde bir seyir izlendiği gözlenmektedir.



Şekil 122. 2020 yılı çerezlik kabak denemesinde geleneksel tarım ve sırt-karık mikro havza yağmur suyu hasadı tekniği altında sulama oranlarının gün boyu stoma geçirgenliğine etkisi





Şekil 123. 2020 yılı çerezlik kabak denemesinde geleneksel tarım ve sırt-karık mikro havza yağmur suyu hasadı tekniği altında sulama oranlarının iki sulama arasında stoma geçirgenliğine etkisi

Sulama aralığı boyunca hemen sulama sonrasında daha yüksek olan stoma geçirgenliği, bir sonraki sulama doğru giderek azalmıştır. Yine sulama oranına göre stoma geçirgenliği değişmiş ve uygulanan su miktarının yüksek olduğu konularda daha yüksek bir geçirgenlik gözlenmiştir. GT konusu altında iki sulama arasında daha stabil bir seyir izleyen stoma geçirgenliği SKMYH konuları altında ise daha dalgalı bir seyir göstermiştir (Şekil 128).

5. Tartışma

Nohut genellikle suyun kısıtlı olduğu ortamlarda yetiştirildiğinden, veriminin sezon boyunca ET ile yüksek oranda ilişkili olduğu bilinmektedir (Singh ve Bhushan, 1980; Singh ve Das, 1987). Benzer şekilde Kuşçu ve ark. (2015) ve Bauder ve ark. (2011) tarafından da evapotranspirasyon ile verim arasında doğrusal bir ilişki olduğu bildirilmiştir. Araştırmada bitki su tüketimindeki artışla birlikte verimin yükseldiği görülebilmektedir. Yılmaz (2011), yürüttüğü bir çalışmada nohut bitkisinde ET değerlerinin 238 mm ile 518 mm arasında değiştiğini bildirmiştir. Ayrıca, Silva ve ark. (2014), 175-415 mm, Dogan ve ark. (2013), 162-397 mm ve Jabow ve ark. (2015), 231-337 mm aralığında değiştiğini bildirmişlerdir. Bu çalışmada nohut bitki su tüketimi sulama suyu uygulama düzeylerinden önemli düzeyde etkilenmiş ve 1.yıl 175-325 mm, 2.yıl 178-432 mm arasında değişmiştir. Artan sulama suyu miktarları ile bitki su tüketimi de artmıştır. Sırtları plastik örtülü sırt-karık mikro havza yağmur suyu hasat sistemi (SKMYH) ile geleneksel tarım (GT) arasında bitki su tüketimi arasında önemli farklılık meydana gelmemiştir.

Su stresi genel olarak hem bitki büyümesini hem de büyüme dönemini etkileyerek ürün veriminde önemli azalmalara neden olur (Lamm ve ark. 1994). Nohut, su stresine dayanıklı

olarak bilinmesine rağmen (Singh 1993), kabuk ve tohum oluşumu aşamalarında yüksek sıcaklıklara ve su stresine karşı duyarlıdır (Lawor ve ark. 1998). Çalışmada elde edilen verim değerleri her iki yılda önemli farklılıklar göstermektedir. Bunun nedeni çiçeklenme döneminde yaşanan mevsim normallerinin üzerinde bulunan sıcaklıklar olabilir. Üstün ve Gülümser (2003) iklim şartlarındaki değişimin verim üzerinde etkili olduğunu, Wang ve ark. (2006) nohutta çiçeklenme ve bakla oluşumunun dış ortamdaki değişikliklere aşırı duyarlı olduğu ve bu dönemlerde sıcaklığın 35° C ve üzerinde bir sıcaklığa maruz kalmasının verimde azalmaya yol açtığını, Singh ve ark. (2016) sulanan ve sulanmayan koşullarda sıcaklığın yıllar arasında verim üzerinde önemli etkisinin bulunduğunu bildirmişlerdir. Tayyar ve ark. (2008), Türkiye'nin kuzeybatısında ilkbaharda yetiştirilen 14 farklı nohut çeşidinde ortalama 158 kg/da, Ali ve ark. (2007) 276.6 kg/da, Biçer ve ark. (2017), Diyarbakır'da 18 nohut çeşidinde en yüksek verimi 223.3 kg/da, Mart ve ark. (2017), Çukurova koşullarında 364.55 kg/da nohut verimi elde ettiklerini belirtmişlerdir. Çalışmada elde edilen verilerin diğer araştırmacıların verileriyle uyumlu olduğu görülmektedir.

Verim tepki faktörü (ky), abiyotik stresin neden olduğu bitki su tüketimindeki azalmaya göre nispi verimdeki düşüşü tanımlayan ürüne özgü bir faktördür ve yetiştirme mevsimi ve farklı lokasyonlara göre değişebilir (Hu ve ark. 2020). Ky değerleri incelendiğinde özellikle geleneksel sulama yöntemleriyle sulanan nohudun su hasadı konularına göre oldukça duyarlı olduğu da görülmüştür. SKMYH tekniği altında nohudun su stresine karşı direnci artmıştır.

Su kullanım etkinliği (WUE) veya bitki su üretkenliği (CWP) genellikle birim bitki su tüketimi (ET) başına üretilen biyokütle miktarı arasındaki ilişki olarak tanımlanır (Lollato ve ark. 2019; Zhang ve ark. 2020; Fink, 2021). Sulamayla birlikte bitkide kuru madde miktarının artmasına bağlı olarak su verimliliği değerinin arttığını bilinmektedir (Kuşlu ve ark. 2010). Uçar ve ark. (2020), CWP'nin sulama seviyesine bağlı olarak arttığını, Benabderrahim ve ark. (2015), WUE'nin hem sulanan hem de su kısıtı uygulanan konularda çeşitlere göre değiştiğini belirtmiştir. Ünlükara ve Katırcı (2018)'de nohut bitkisinde WUE değerlerinin 0.26-0.42 kg/m³ arasında ve Anwar ve ark. (2003) Yeni Zelanda da yürüttükleri çalışmada WUE değerlerinin 1-1.3 kg/m³ arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Varol ve ark. (2023), nohutta WUE değerini 0.49 kg/m³ ile 2.28 kg/m³ aralığında değiştiği bildirmiştir. Diğer araştırmacıların sonuçlarına bakıldığında su kullanım etkinliği değerinin sulama rejimlerine bağlı olarak geniş bir aralıkta değiştiği görülebilmektedir. IWUE, uygulanan bir birim sulama suyu karşılığında üretilen ürün miktarının bir göstergesidir ve derine sızma, örtü yüzdesi, toprak tipi, bitki çeşidi ve sulama yöntemi gibi birçok faktörden etkilenebilir (Almarshadi ve Ismail, 2011). IWUE değerlerindeki yıllık değişimin ikinci yıl azalan verim değerlerindeki azalmaya bağlı olduğu düşünülmektedir.

Kurak ve yarı-kurak iklim koşullarında yetersiz sulama, bitkisel üretimi kısıtlayan ve verim kayıplarına yol açan en önemli çevresel faktörlerden biridir (Varol ve ark. 2021). Su eksikliğinin fotosentez oranında azalma ve stomaların kapanmasındaki artışın bir sonucu olarak bitki boyunu kısaltmalara, kök gelişiminde sınırlamalara ve ot veriminde azalmalara neden olmaktadır (Kaplan ve ark. 2019). Araştırmacılar su stresinin bitkilerin büyümesini etkilediğini ve biyokütle birikimini azalttığını bildirmiştir (Kunrath ve ark. 2018; Ran ve ark. 2018; Zhou ve ark. 2020; Hu, 2021). Bitki boyu, bitkiye uygulanan sulama suyu miktarına bağlı olarak değişen en hassas parametrelerden biridir (Wang ve ark. 2021). Quan ve ark. (2016), kuraklık stresinin bitki boyu değerlerinde azalmalara neden olduğunu belirtmektedir. Nohutta ilk bakla yüksekliğinin yüksek fenotipik varyanstan dolayı yüksek çevresel etki altında olduğunu bilinmektedir (Adhikari ve Pandey (1982). Bunun yanı sıra su stresinin nohutta tane sayısını (Biçer ve ark. 2004), bakla sayısını (Fattah ve ark. 2020) ve bin tane ağırlığını (Türk ve Koç, 2003) azalttığı farklı araştırmacılar tarafından bildirilmiştir.

Baklagiller yüksek protein içeriği (yaklaşık %20-50) nedeniyle insan beslenmesinde birinci derecede öneme sahip durumdadır. Baklagillerin protein içeriği, tahıl ve diğer nişastalı ürünler ve kök sebzeler ile karşılaştırıldığında nispeten daha yüksektir. Baklagiller dünyanın birçok yerinde beslenmenin en vazgeçilmez bileşeni olarak değerlendirilmekte ve özellikle düşük gelir grubu için en önemli bitkisel protein kaynağı olarak görülmektedir (Ghoshal ve Kaushal 2020). Baklagiller protein özelliklerinin yanında nişasta ve yağ özellikleri ile de son yıllarda çalışmalar konu olmuştur.

Nişasta, nohut tanesinin ana bileşenidir ve baklagilleri içeren gıdaların fonksiyonel ve fizikokimyasal özelliklerine katkıda bulunur (Yniesta Marure ve ark. 2019). Projede nohut toplam nişasta içerikleri ilk yıl için geleneksel tarımda %41.3 seviyelerinde belirlenirken 2021 yılında bu değer %32.4 seviyelerine inmiştir. Sırt-karık mikro havza yağmur suyu hasadında ise yine 2020 yılında geleneksel hasat benzer olarak %41.1 seviyelerinde iken 2021 yılı için bu değer %33.4 olmuştur. Sulama uygulamaları arasında istatistiksel bir fark bulunamamıştır. Yapılan bir çalışmada nohut genotiplerindeki toplam nişasta içeriği %26,49 ila %39,27 arasında değişmekte olup ortalama değer %31,43 olarak bulunmuştur (Kaur ve ark. 2019).

Nişasta ayrıca su kısıtı, yüksek tuzluluk veya aşırı sıcaklıklar gibi abiyotik streslere karşı bitki tepkilerine aracılık etmede anahtar bir molekül olarak ortaya çıkmaktadır. Bu zorlu çevresel koşullar altında bitkiler genellikle fotosentezin potansiyel olarak sınırlı olabileceği zamanlarda enerji ve karbon sağlamak için nişastayı yeniden harekete geçirmektedir. Açığa çıkan şekerler ve diğer türetilmiş metabolitler, stres altında bitki büyümesini desteklemekte ve stresin olumsuz etkisini hafifletmek için ozmoprotektanlar olarak işlev görmektedir (Dien ve ark 2019).

Toplam nişasta analizinde özellikle ilk yıl sulamaya bağlı anlamlı bir değişim gözlenmezken, 2. Yıl örneklerinde geleneksel tarım ile üretilen örneklerde sulamam artışına bağlı olarak nişasta birikimi azalma göstermiştir. Bu sonuçlardan farklı olarak, Jahangirlou ve ark (2020) mısırdaki yaptıkları çalışmada nişasta, N oranından bağımsız olarak yüksek sulama oranında daha yüksek seyrettiğini bildirmişlerdir. Aynı araştırmacılar yıllar arası farklı sonuçlar elde etmiş ve tahıl dolum dönemi, başta nişasta ve protein olmak üzere depo malzemelerinin birikmesinin enzime bağlı bir aşama olduğunu belirterek özellikle sıcaklık, toprak nemi ve beslenme durumu gibi fotosentezi etkileyen faktörlere bağlı olarak değişikliklerin gözlenebileceğini belirtmişlerdir.

Amiloz ve amilopektin nişastanın iki alt fraksiyonudur. Çalışmamızda amiloz içerikleri geleneksel ve sırt-karık mikro havza yağmur suyu hasadı teknikleri karşılaştırıldığında anlamlı bir fark görülmemiştir. Benzer sonuçlar amilopektin sonuçları içinde görülmüştür. Varol ve ark (2020) tarafından nohut üzerinde farklı dönemlerde yapılan sulamanın etkisinin belirlendiği yaptıkları çalışmada amiloz içerikleri %15.39-39.11 ve amilopektin içerikleri %60.89-84.61 aralığında bulunmuştur. Projemize ait veriler bu değerlerden daha düşük bulunmuştur. Amiloz sentezi, nişasta ve sükröz metabolizması ve glikoliz/glukoneogenez yollarında meydana gelir ve doğrudan nişasta ve sakkaroz metabolizmasıyla bağlantılıdır (Zhang ve ark. 2020).

Fitik asit, proteinleri ve demir ve çinko gibi besinsel açıdan önemli bazı mikro besin maddelerini bağlama yeteneğinden dolayı antinütrisyonel faktör olarak bilinir ve bu besinlerin biyoyararlılığında belirgin bir azalmaya neden olur (Raboy, 2001). Bu nedenle fitik asidin azaltılması, gıda numunelerinin besin kalitesinin iyileştirilmesi açısından önemlidir. İlk yıl verilerinde geleneksel tarım ile su hasadı uygulamalarının fitik asit üzerine etkisinin farkı istatistiksel olarak anlamlı bulunmaz iken ikinci yıl verilerinde geleneksel hasat verilerinde anlamlı olarak düşük bulunmuştur ($p < 0.05$). Aynı zamanda 2.yıl verilerinde sulamanın artışına bağlı olarak fitik asit birikimi artış göstermiştir. Sharma ve ark. (2023) buğday örnekleri üzerinde yaptıkları çalışmada fitik asit içeriğinin, sulu (IR) koşullar altında ortalama %1,11 değerle %0,40 ile %2,10 arasında değişirken, kısıtlı sulama (RI) altında, ortalama %0,91 değerle %0,16 ile %1,70 arasında değişen hafif bir düşüş gösterdiğini bildirmişlerdir.

Dirençli nişasta, sağlıklı bireylerin bağırsaklarında sindirilemeyen diyet nişastası fraksiyonu olarak tanımlanır ve sindirim fizyolojisinde önemli rol oynayan fonksiyonel bir lif ve prebiyotik kaynağı olarak kabul edilir (Sajilata ve ark, 2006). Dirençli nişastanın amiloz içeriği ile pozitif korelasyonları vardır (Raigond ve ark. 2015). Su hasadı ile tarım yapılan örneklerde ilk yıl verilerinde dirençli nişasta analizinde anlamlı bir artış gözlenirken, 2. yıl verilerinde bu artış gözlenmemiştir.

Çerezlik kabak örneklerinde ise ilk yıl verilerine bakıldığında sırt-karık mikro havza yağmur suyu hasadı tekniğine bağlı olarak yağ içeri geleneksel hasada kıyasla düşüş göstermiştir. Diğer taraftan her iki sulama tipinde de sulama oranında artışa bağlı olarak %yağ içeriği artış göstermiştir. Diğer bazı çalışmalarda da kuraklığa tepki olarak %yağ yüzdesinde bir azalma olduğunu gösterilmiştir (Joshani ve ark. 2019). Benzer olarak kuraklığın artmasıyla birlikte aspir yağı içeriğinde bir azalma Nabipour ve ark. (2007) tarafından rapor edilmiştir. Yağ özellikleri bakımından kabak çekirdeklerinde yağ asidi kompozisyonu tespit edilmiş ve major yağ asitleri oleik ve linoleik asit olarak belirlenmiştir. Farklı tekniklerin ve sulama oranının yağ asidi kompozisyonuna etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Yağ özellikleri bakımında diğer bir kriter olarak da kabak çekirdeği yağ örneklerinde tokoferol fraksiyonları belirlenmiştir. Alfa ve beta tokoferol içerikleri sulamanın artışına bağlı olarak artışa geçmiş ve bu artış istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Diğer bir çalışmada ise sulama düzeylerinin kabak çekirdeğinin yağ içeriği üzerine etkisi önemli bulunmuştur ($p < 0.01$). Sulama uygulamalarının yağ içeriği %26 (I_0 , kuru) ile %64 (I_{100} , tam sulama) arasında değişmiştir. Ancak eksik sulamanın protein, yağ asitleri ve E vitamini içerikleri üzerine etkisi önemli bulunmamıştır (Kırnak ve ark. 2020).

6. Sonuç ve öneriler

Bu çalışmada yarı kurak Kayseri koşullarında pratikte kullanılabilir plastik örtülü sırt-karık mikro yağmur suyu hasat sistemlerinin çerezlik kabak ve nohut bitkisinde üretime, ürün kalitesine ve su kullanımına yönelik etkilerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Türkiye'nin yarı kurak Kayseri koşullarında İki yıl yürütülen denemede Develi popülasyonu (*Cucurbita pepo* L.) ve Azkan nohut çeşidi (*Cicer arietinum* L.) kullanılmıştır. Traktörlerin teker iç yanakları arasındaki genişlikler ve yetiştirilen bitkiler dikkate alınarak 500 mm genişliğinde plastik örtülü sırtlar ve bu sırtlar arasında 500 mm karıklardan oluşan sırt-karık yağmur suyu hasat sistemi (SKMYH) planlanmış ve aynı bitkiler için geleneksel tarım konuları (GT) oluşturulmuştur. Bu konuların altında sulama yapılmayan kuru tarım konusu (I_0), %50 sulama (I_{50}) ve tam sulama (I_{100}) konuları yer almıştır.

Geleneksel kuru tarım I_0 konusuna göre 1.yıl ve 2.yılda nohutta %44 ve %94 SKMYH konusu verim artışı sağlarken çerezlik kabakta %34 ve %44 verim artışı sağlamıştır. Tam sulama şartlarında SKMYH konusunun verimliliğe olan katkısı göreceli olarak daha düşük bulunmuştur. Su stresi şartlarında çerezlik kabak ve nohutta verim artışına etkisi daha yüksek bulunmuştur.

SKMYH konuları nohut bitkisinde kuraklığa karşı bitkinin direncini artırmasına karşın çerezlik kabakta önemli bir değişikliğe yol açmamış hatta çok düşük oranda da olsa duyarlılığını artırmıştır. Dolayısıyla bitkiler bazında SKMYH'ın su stresine karşı etkisi değişebilmektedir.

SKMYH konusu her iki bitkide su kullanım etkinliklerinde önemli artışlar göstermiş, geleneksel lo konusuna göre nohut su kullanım etkinliğini 1.yıl %50 ve 2.yıl %103, çerezlik kabakta 1.yıl 21 ve 2.yıl %63 artırmıştır.

Sulama oranlarının artışıyla birlikte verimlilikte artış sağlanmıştır. Bitki ürün kalite özelliklerinden çok az kısmında bir değişikliğe yol açmıştır.

Bitki verim ve verim özellikleri ile yansıma indisleri ve bitki su stres indeksi arasında önemli ilişkiler saptanmıştır.

Planlanmış olan SKMYH özellikle hafif-orta su stresli şartlarında önemli verim artışları sağlarken tam sulama koşullarında etkinliği oldukça düşük kalmıştır.

Kaynaklar

- AACC, 2000. American Association of Cereal Chemists (AACC) (2000). Approved methods of the AACC (10th Ed.). St. Paul, MN, USA.
- Aboubacar, A., Axtell, J.D., Huang, C.-P., Hamaker, B.R. 2001. A rapid protein digestibility assay for identifying highly digestible sorghum lines, Cereal Chemistry, 78.
- Abu-Awwad, AM. 1999. Effects of sand column, furrow and supplemental irrigation on agricultural production in an arid environment, Irrigation Science, 18, 191-197.
- Akçin, A. 1988. Yemelik Tane Baklagiller, Ders Kitabı, S.Ü. Yayınları 43, Konya: Ziraat Fakültesi Yayınları 8.
- Allen, R., Pereria, L.S., Raes, D., Smith, M. 1998. Crop Evapotranspiration. Guidelines for Computing Crop Water Requirements, Rome: Fao Irrigation and Drainage Paper No 56.
- Ali, A., Nadeem, M.A., Tahir, A.T.M. & Hussain, M., 2007, Effect of different potash levels on the growth, yield and protein contents of chickpea (*Cicer arietinum* L). Pakistan Journal of Botany, 39(2): 523.
- Amer, K.H. 2011. Effect of irrigation method and quality on squash yield and quality, Agricultural Water Management, 98, 1197-1206.
- Aparicio, N., Viellegas, D., Casadesus, J., Araus, J.L., Royo, C. 2000. Spectral vegetation Indices as nondestructive tools for determining durum wheat yield, Agronomy Journal, 92, 83-91.
- Beltran, G., Paz Aguilera, M., Del Rio, C., Sanchez, S., Martinez, L. 2005. Influence of fruit ripening process on the natural antioxidant content of Hojiblanca virgin olive oils, Food Chemistry, 89, 207-215.
- Biçer, B., Şakar, D., 2012, Nohut (*Cicer arietinum* L.)'ta tohum iriliğine yönelik seleksiyonun verim ve verim öğelerine etkisi, Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi, 27(1):17-22.
- Boers, T.M., Ben-Asher, J. 1982. A review of rainwater harvesting, Agricultural Water Management, 5, 145-158.
- Boers, T.M., Zondervan, J., Ben-Asher, J. 1986. Micro-catchment-water-harvesting (MCWH) for arid zone development, Agricultural Water Management, 12, 121-139.

- Bruins, H.J., Evenari, M., Nessler, U. 1986. Rainwater-harvesting agriculture for food production in arid zones: the challenge of the African famine, *Applied Geography*, 6, 13-32.
- Daughtry, C.S.T., Walthall, C.L., Kim, M.S., Colstoun, E.B., McMurtrey, J.E. 2000. Estimating Corn Leaf Chlorophyll Concentration From Leaf and Canopy Reflectance, *Remote Sensing Environment*, 74 (2), 229-239.
- De Fraiture, C., Molden, D., Wichelns, D. 2010. Investing in water for food, ecosystems, and livelihoods: An overview of the comprehensive assessment of water management in agriculture, *Agricultural Water Management*, 97, 495-501.
- Değirmenci, V., Kırnak, H., Anlağan, M. 2009, Harran ovası koşullarında nohut sulama programının belirlenmesi, VIII. Tarla Bitkileri Kongresi, 19-22 Ekim, Hatay, 375-377.
- Dien, D. C., Mochizuki, T., & Yamakawa, T. (2019). Effect of various drought stresses and subsequent recovery on proline, total soluble sugar and starch metabolisms in Rice (*Oryza sativa* L.) varieties. *Plant Production Science*, 22(4), 530-545.
- Doğan, Y., Çiftçi, V., Ekinci, B. 2015, Mardin Kızıltepe Ekolojik Koşullarında Farklı Bitki Sıklıklarının Nohutta (*Cicer arietinum* L.) Verim ve Bazı Verim Ögelerine Etkileri, *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 5 (1), 73-81.
- Doorenbos J., Kassam A.H., 1986. Yield response to water, *FAO Irrigation and Drainage Paper No 33*, Rome.
- Elgün, A. 1999. Tahıl ve ürünlerinde kalite kontrolü ve laboratuvar uygulama kılavuzu, Atatürk Üniversitesi Yayınları, Erzurum, 42-44.
- Englyst, H. N., Kingman, S. M., Cummings, J. H. 1992. Classification and measurement of nutritionally important starch fractions, *European Journal of Clinical Nutrition*, 46 (2), S33-S50.
- Erdem, Y., Erdem, T., Orta, A.H., Okursoy, H., (2005). Irrigation Scheduling for Watermelon With Crop Water Stress Index (CWSI). *Journal of Central European Agriculture*, 6(4):449-460.
- Evanari, M., Shanon, L., Tadmor N. H. 1971. *The Negev, The Challenge of A Desert*, Harvard University Pres, Cambridge, Mass.
- Evet, S. 2007. Soil water and monitoring technology, In: Laskano RJ, Sojka RE, editors. *Irrigation of agricultural crops*, Madison: American Society of Agronomy, 25-84.
- Ghanbari, A., Nadjafi, F., Shabahang, J. 2007. Effects of irrigation regimes and row arrangement on yield, yield components and seed quality of pumpkin (*Cucurbita pepo* L.), *Asian Journal of Plant Sciences*, 6 (7): 1072-1079.
- Ghoshal, G., & Kaushal, K. (2020). Extraction, characterization, physicochemical and rheological properties of two different varieties of chickpea starch. *Legume Science*, 2(1), e17.
- Gitelson, A.A., Kaufman, Y. J., Merzlyak, M.N., 1996. Use of Green Channel In Remote Sensing of Global Vegetation From EOS-MODIS, *Remote Sensing of Environment*, 58 (3), 289-298.
- Gupta, G.N., 1995. Rain water management for tree planting in the Indian Desert, *Journal of Arid Environments*, 31, 219–235.
- Heute, A.R. 1988. A Soil-Adjusted Vegetation Index (SAVI), *Remote Sensing of Environment*, 25, 53-70.
http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1001
https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg3/WGIIIAR5_SPM_TS_Volume.pdf
- Idso, S.B., Jackson, R.D., Pinter, R.D., Reginato, R.J., Hatfield, J.L., (1981). Normalizing The Stres-Degree-Day Parameter for Environmental Variability. *Agricultural Meteorology*, 24:45-55.
- IPCC. 2015. *Climate Change 2014 Report*.
- Jackson, R. D., Pinter, Jr.P.J., Reginato, R.J., Idso, S.B. 1980. Hand-held radiometry: A set of notes developed for use at the workshop on hand-held radiometry, Phoenix, Arizona, February 25 –26.

Jahangirlou, M. R., Akbari, G. A., Alahdadi, I., Soufizadeh, S., & Parsons, D. (2020). Grain quality of maize cultivars as a function of planting dates, irrigation and nitrogen stress: a case study from semiarid conditions of Iran. *Agriculture*, 11(1), 11.

Joshan, Y., Sani, B., Jabbari, H., Mozafari, H., & Moaveni, P. (2019). Effect of drought stress on oil content and fatty acids composition of some safflower genotypes. *Plant, Soil and Environment*, 65(11), 563-567.

Karaman, K., Dalda-Şekerci, A., Yetişir, H., Gülşen, O., Coşkun, Ö.F. 2018. Molecular, morphological and biochemical characterization of some Turkish bitter melon (*Momordica charantia* L.) genotypes. *Industrial Crops and Products*. 123, 93-99.

Kaur, K., Grewal, S. K., Gill, P. S., & Singh, S. (2019). Comparison of cultivated and wild chickpea genotypes for nutritional quality and antioxidant potential. *Journal of food science and technology*, 56, 1864-1876.

Keller, J., Bliesner, R.D. 1990. Sprinkle and Trickle Irrigation. The Blackburn Press, New Jersey, USA.

Kırnak, H., Ünlükara, A., İrik, H.A., Köksal, E.S. 2016. Use of crop water stress index for pumpkin seed, *Journal of Agriculture Faculty of Uludağ University* 30:301-306.

Kırnak, H., Yetişir, H., Ünlükara, A., Köksal, E.S., Ulaş, A., Sipahioğlu, O., İrik, H.A., Yılmaz, M., (2017). İç Anadolu Bölgesinde Damla Sulama Sistemi İle Sulanan Çerezlik Kabakta Farklı Sulama Seviyelerinin Bitkisel Gelişim, tohum Verimi ve Kalitesi İle Vejetasyon İndekslerinin Sulama Yönetiminde Kullanımı. TÜBİTAKTOVAG, 1001, 114O225 Proje Sonuç Raporu.

King B.A., Shellie K.C., Tarkalson D.D., Levin A.D., Sharma V., Bjorneberg D.L. (2020). Data-driven models for canopy temperature-based irrigation scheduling. *Transactions of the ASABE* 63 (5): 1579–1592. <https://doi.org/10.13031/TRANS.13901>.

Köksal, E.S., Yıldırım Y.E. (2011). Using crop water stress index for determination of sugar beet irrigation time. *Anadolu Journal of Agricultural Sciences* 26: 57–62.

Köksal, E.S., Yıldırım, Y.E., (2011). Şeker Pancarı Sulama Zamanı Belirlenmesinde Bitki Su Stres İndeksinin Kullanılma Olanakları. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 26:57-62.

Kulaz, H., Çiftçi, V. 1997. Van Koşullarında Bitki Sıklığının Nohut (*Cicer arietinum* L.)'ta Verim ve Verim Ögelerine Etkisi, *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 23, 599-601.

Lal, H. 1986. Development of appropriate mechanization for the 'W'-form soil management system. *Soil and Tillage Research*, 8, 145–159.

Li, X.Y., Gong, J.D., Gao, Q.Z., Li, F.R. 2001. Incorporation of ridge and furrow method of rainfall harvesting with mulching for crop production under semiarid conditions, *Agricultural Water Management*, 50, 173-183.

Li, X.Y., Gong, J.D., Gao, Q.Z., Wei, X-H. 2000. In-situ rain water harvesting and gravel mulch combination for corn production in the dry semi-arid region of China, *Journal of Arid Environments*, 46, 371-382.

Liu, H. Q., Huete, A. 1995. A feedback based modification of the NDVI to minimize canopy background and atmospheric noise, *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 33 (2), 457-465.

Mart. D, Yücel. D, Türkeri, M., 2017, Çukurova Koşullarında Nohut (*Cicer arietinum* L.) Hat ve Çeşitlerinin Verim ve Verim Ögeleri ve Kalite Değerleri, *KSÜ Doğa Bilimleri Dergisi*, 20, 371-374.

Menemencioğlu, Y.E., Emre, U., Candemir, A., Gülşen, O. 2013. Kayseri'de çerezlik kabak üretiminin sosyo-ekonomik, yetiştiricilik ve pazarlama durumu açısından incelenmesi. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 29 (3), 220-226.

Mertens D. 2005. Metal in plants and pet foods. W. Horwitz, G.W. Latimer (Eds.), *Official Methods of Analysis of AOAC International* (18th ed.), AOAC International, Gaithersburg, MA, USA, 3-4.

- Mertens, D. 2005a. Plants preparation of laboratory sample. W. Horwitz and G.W. Latimer (Eds.), Official Methods of Analysis of AOAC International (18th ed.), AOAC International, Gaithersburg, MA, USA, 1-2
- Molden, D., Oweis, T., Steduto, P., Bindraban, P., Hanjra, M.A., Kijne, J. 2010. Improving agricultural water productivity: Between optimism and caution, *Agricultural Water Management*, 97, 528-535.
- Nabipour M., Meskarbashe M., Yousefpour H. (2007): The effect of water deficit on yield and yield components of safflower (*Carthamus tinctorius* L.). *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 10: 421–426.
- Nunes, A., Correia, I., Barros, A., Delgadillo, I., 2004. Sequential in vitro pepsin digestion of uncooked and cooked sorghum and maize samples, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52, 2052–2058.
- Ödemiş, B., Baştuğ, R. 1999. İnfrared Termometre Tekniği Kullanılarak Pamukta bitki Su Stresinin Değerlendirilmesi ve Sulamaların Programlanması, *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 23, 31-37.
- Örs, İ., Safi, S., Ünlükara, A., Yürekli, K. 2011. Su Hasadı Teknikleri, Yapıları Ve Etkileri, *TABAD Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi*, 4 (2), 65-71.
- Oweis, T., Prinz, D., Hachum, A.Y. 2012. Water harvesting for agriculture in the dry areas. London: CRC Press, Taylor and Francis Group.
- Peñuelas, J., Gamon, J.A., Fredeen, A.L., Merino, J., Field, C.B. 1994. Reflectance indices associated with physiological changes in nitrogen and water-limited sunflower leaves, *Remote Sensing of Environment*, 48, 135–146.
- Penuelas, J., Pinol, J., Ogaya, R., Fiella, I. 1997. Estimation of Plant Water Concentration By The Reflectance Water Index WI (R900/R970), *International Journal of Remote Sensing*, 18, 2869-2875.
- Raboy V. Seeds for a better future: 'low phytate' grains help to overcome malnutrition and reduce pollution *Trends in Plant Science*, 6 (2001), pp. 458-462
- Raigond, P., Ezekiel, R., & Raigond, B. (2015). Resistant starch in food: a review. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 95(10), 1968-1978.
- Reij, C., Mulder, P., Begeman, L. 1988. Water harvesting for plant production, World Bank Technical paper 91, Washington: World Bank.
- Rockström, J., Karlberg, L., Wani, SP., Barron, J., Hatibu, N., Oweis, T., Bruggeman, A., Farahani, J., Qiang, Z. 2010. Managing water in rainfed agriculture-The need for a paradigm shift, *Agricultural Water Management*. 97,543-550.
- Rondeaux, G., Steven, M., Baret, F. 1996. Optimization of Soil-Adjusted Vegetation Indices, *Remote Sensing Environment*, 55, 95-107.
- Sajilata, M. G., Singhal, R. S., & Kulkarni, P. R. (2006). Resistant starch—a review. *Comprehensive reviews in food science and food safety*, 5(1), 1-17.
- Schiettecatte, J., Ouassar, W., Gabriels, M., Tanghe, D., Heirman, S., Abdelli, S. 2005. Impact of water harvesting techniques on soil and water conservation: a case study on a micro catchment in Southeastern Tunisia, *The Journal of Arid Environments*, 61,297-313.
- Şehrali, S. 1988, *Yemeklik Tane Baklagiller*, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Yayın No 1089, Ders Kitabı, Ankara.
- Sekendur, F. 2017. Çerezlik Kabak Bitkisinde (*Cucurbita pepo* L.) Farklı Gelişme Dönemlerinde Uygulanan Su Stresinin Verime ve Ürün Kalitesine Etkisi. Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı, Kayseri.
- Seymen, M., Uslu, N., Türkmen, Ö., Juhaimi, F., Özcan, M.M., (2016a). Chemical Composition and Mineral Contents of Some Hull-Less Pumpkin Seed and Oils. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 93:1095-1099.

- Sezen, S. M., Yazar, A., Daşgan, Y., Yucel, S., Akyıldız, A., Tekin, S., Akhoundnejad, Y., (2014). Evaluation of crop water stress index (CWSI) for red pepper with drip and furrow irrigation under varying irrigation regimes. *Agricultural Water Management*, 143:59-70.
- Sharma, H., Singh, S., Shamshad, M., Padhy, A. K., Kaur, R., Kashyap, L., ... & Bains, N. S. (2023). Variability in iron, zinc, phytic acid and protein content in pre-breeding wheat germplasm under different water regimes. *Plant Growth Regulation*, 100(2), 531-543.
- Singh, G., Bhushan, L.S. 1979. Water use, water use efficiency and yield of dryland chickpea as influenced by P-fertilization and stored soil water and crop season rainfall, *Agricultural Water Management*, 2, 299-305.
- Son erişim tarihi: 01.10.2017
- Studer. RM., Liniger, H. 2013. Water harvesting guidelines to good practice, Rome: International Fund for Agricultural Development.
- Sunulu, S., Yağcıoğlu, M. 2014. Kayseri’de Çerezlik Kabak (*Cucurbita pepo* L.) Üreticilerinin İşletme, Pazarlama ve Üretim Teknikleri Durumu, Çerezlik Kabak Çalıştayı, 26-27 Kasım, Kayseri.
- Tayyar, Ş., Egesel C.Ö., Gül, K.M., Turhan, H., 2008, The effect of autumn and spring planting time on seed yield and protein content of chickpea genotypes, *African Journal of Biotechnology*, 7 (11), 1655- 1661.
- Tian, Y., Su, D., Li, F., Li, X. 2003. Effect of rainwater harvesting with ridge and furrow on yield of potato in semiarid areas, *Field Crops Research*, 84,385-391.
- Toğay, N., Toğay, Y., Erman, M., Doğan, Y., Çiğ, F., 2005. Tarım Bilimleri Dergisi, 11, pp. 417-421.
- Tüik, 2015.
- Turgut, G. 2015. Determination of adaptation, yield and quality of confectionary pumpkin genotypes in Erzurum Conditions [Yüksel Lisans Tezi]. Erzurum, Atatürk University.
- Ünlükara, A., Katırcı, S. 2018. Sırt ve Karık Mikro-Havza Yağmur Suyu Hasadı Tekniği Altında Nohut Gelişimi ve Verimi. Uluslararası Su ve Çevre Kongresi, 22-24 Mart, Bursa. 863-872.
- Ünlükara, A., Kurunç, A., Cemek, B. 2015. Green Long Pepper Growth under Different Saline and Water Regime Conditions and Usability of Water Consumption in Plant Salt Tolerance, *Journal of Agricultural Sciences*, 21, 167-176.
- Varol, I. S., Kardes, Y. M., Irik, H. A., Kirnak, H., & Kaplan, M. (2020). Supplementary irrigations at different physiological growth stages of chickpea (*Cicer arietinum* L.) change grain nutritional composition. *Food chemistry*, 303, 125402.
- Vashistha, R.N., Pandita, M.L., Batra, R.R., 1980. Water harvesting studies under rainfed condition in relation to growth and yield of okra, *Haryana Journal of Horticultural Science*, 9:188–191.
- Wang, Q., Zhang, E., Li, F., Li, F. 2008. Runoff Efficiency and Technique of Micro-water Harvesting with Ridges and Furrows, for Potato Production in Semi-arid Areas, *Water Resource Management*, 22, 1431-1443.
- Yanmaz, R. 2014. Türkiye’nin Çekirdek Kabağı Potansiyeli [Pumpkin seed potential of Turkey]. In: Yanmaz, R., Gülşen, O., Sunulu, S., Yağcıoğlu, M., editors. Kayseri Province Food Agriculture and Animal Directorate 2014. Proceeding of Workshop on Pumpkin Seed; November 26-27; Kayseri (TR), p. 1-12. Turkish
- Yavuz, D., Seymen, M., Yavuz, N., Türkmen, Ö. 2015. Effects of irrigation interval and quantity of confectionary pumpkin grown under field conditions, *Agricultural Water Management*, 159, 290-298.
- Yniestra Marure, L. M., Núñez-Santiago, M. C., Agama-Acevedo, E., & Bello-Perez, L. A. (2019). Starch characterization of improved chickpea varieties grown in Mexico. *Starch-Stärke*, 71(3-4), 1800139.
- Yun, S.H., Matheson, N.K. 1990. Estimation of Amylose Content of Starches after Precipitation of Amylopectin by Concanavalin-A, *Starch/Starke*, 42, 302-305.

Zhang, H., Chen, J., Shan, S., Cao, F., Chen, G., Zou, Y., ... & Abou-Elwafa, S. F. (2020). Proteomic profiling reveals differentially expressed proteins associated with amylose accumulation during rice grain filling. *BMC genomics*, 21(1), 1-11.