FARKLI SU VE AZOT SEVİYELERİNİN KARPUZ VERİMİ ÜZERİNE ETKİSİ

Hind ARAR

T.C.
BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

FARKLI SU VE AZOT SEVİYELERİNİN KARPUZ VERİMİ ÜZERİNE ETKİSİ

Hind ARAR
0009-0009-4346-3631

Prof. Dr. Hayrettin KUŞÇU
(Danışman)

YÜKSEK LİSANS TEZİ
BİYOSİSTEM MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

BURSA– 2025
Her Hakkı Saklıdır

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

FARKLI SU VE AZOT SEVİYELERİNİN KARPUZ VERİMİ ÜZERİNE ETKİSİ

Hind ARAR

Bursa Uludağ Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Hayrettin KUŞÇU

Su ve azot (N), karpuz bitkisinin vejetatif ve generatif gelişimini etkileyen temel belirleyicilerdir. Bu çalışmada, farklı sulama ve azot seviyeleri altında Bursa ekolojik koşullarında yetiştirilen karpuz bitkisinin su-verim ilişkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. A sınıfı buharlaşma kabından buharlaşan su miktarına farklı bitki-kap katsayıları (kpc) uygulanarak dört sulama seviyesi (IR-100, IR-75, IR-50 ve IR-25) ve beş azot oranı (N, kg ha^{-1}) (N0, N75, N150, N225 ve N300) deneme konusu olarak ele alınmıştır. Araştırmada, bölünmüş parseller deneme deseni kullanılmıştır. Deneme konularına 201 ile 550 mm arasında sulama suyu uygulanırken bitki su tüketimi 275 ile 634 mm arasında değişiklik göstermiştir. En yüksek meyve verimi, IR-100 konusundan elde edilmiştir. Sulama seviyelerindeki azalmayla birlikte verim de azalmıştır. Meyve verimi, tek meyve ağırlığı ve meyve boyutu 225 kg ha^{-1} azot seviyesine kadar artış göstermiştir. Sulama ve azot interaksiyonu, meyve verimi üzerinde istatistiksel olarak önemli ($p<0.01$) etki göstermiştir. En yüksek verim ve verim bileşenleri IR-100 sulama konusu altında N225 ve N150 azot oranlarında elde edilirken ikinci en yüksek verim IR75×N225 interaksiyonundan elde edilmiştir. Düşük sulama seviyeleri ve 225 kg ha^{-1}'a kadar artan azot oranlarında daha yüksek su üretkenliği saptanmıştır. Sonuç olarak, yüksek düzeyde karpuz verimi elde etmek ve su verimliliğini artırmak için A sınıfı kaptan buharlaşan su miktarına kpc=0,75 katsayısı uygulanarak sulama yapılması ve 225 kg ha^{-1} azot oranı önerilebilir. Bu koşullar sonucunda, uygulanan sulama suyu miktarı, bitki su tüketimi, meyve verimi ve su verimliliği değerleri sırasıyla 434 mm, 537 mm, 100,23 t ha^{-1} ve 18,47 kg m^{-3} olarak belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Azot, damla sulama, sulama programlama, verim bileşenleri
2025, xv + 40 sayfa.

ABSTRACT

MSc Thesis

EFFECT OF DIFFERENT WATER AND NITROGEN LEVELS ON WATERMELON YIELD

Hind ARAR

Bursa Uludağ University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Biosystems Engineering

Supervisor: Prof. Dr. Hayrettin KUŞÇU

Water and nitrogen (N) are the main determinants affecting watermelon plants' vegetative and generative growth. This study aimed to determine the water-yield relationships of watermelon plants grown in Bursa ecological conditions under different irrigation and N levels. Four irrigation levels (IR-100, IR-75, IR-50, and IR-25) and five N ratios (kg ha^{-1}) (N0, N75, N150, N225 and N300) were considered as experimental treatments. In the study, a split-plot experimental design was used. While irrigation water was applied to the treatments between 201 and 550 mm, actual crop evapotranspiration varied between 275 and 634 mm. Among the irrigation treatments, the IR-100 achieved the highest fruit yield. With the decrease in irrigation levels, the yield also decreased. Fruit yield, weight, and size increased to a N level of 225 kg ha^{-1}. Irrigation and N interaction showed a statistically significant effect ($p<0.01$) on fruit yield. While the highest yield and yield components were obtained at N225 and N150 N rates under IR-100 treatment, the second highest yield was obtained from the IR75×N225 interaction. Relatively higher water productivity was found at low irrigation levels (IR-25 and IR-50) and increasing N rates up to 225 kg ha^{-1}. As a result, to obtain high watermelon yield and increase water productivity, IR-75 irrigation treatment and a N rate of 225 kg ha^{-1}. As a result of these conditions, the amount of applied irrigation water, actual evapotranspiration, fruit yield, and water productivity values were determined as 434 mm, 537 mm, 100,23 t ha^{-1}, and 18,47 kg m^{-3}, respectively.

Key words: Nitrogene, drip irrigation, irrigation programming, yield components
2025, xv+40 pages.

TEŞEKKÜR

Bu araştırmanın konusunun belirlenmesi ve yürütülmesi dahil tezimin tüm aşamalarında bilgi birikimi ve tecrübesi ile desteklerini esirgemeyen, bu çalışmanın her aşamasında bana ilham kaynağı olan ve her konuda beni destekleyen değerli danışmanım Prof. Dr. Hayrettin KUŞÇU'ya en içten teşekkürlerimi ve saygılarımı sunarım.

Tarla denemelerinin yürütülmesinde gerekli altyapıyı sağlayan ve kültürel işlemler için destek olan Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dekanlığına teşekkür ederim.

Fide temininde destek olan Nev Tohum (Bursa) firmasına teşekkürlerimi sunarım.

Hasat aşamasındaki ölçümlerde bana yardımcı olan lisans ve lisansüstü öğrenci arkadaşlarıma teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmam boyunca bana her zaman destek olan, sevgisini ve dualarını esirgemeyen annem Ban ALRİFAİ ve babam İsmail ARAR'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Hind ARAR
10/02/2025

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET viii
ABSTRACT ix
TEŞEKKÜR x
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ xiiii
ŞEKİLLER DİZİNİ xiv
ÇİZELGELER DİZİNİ xv
1. GİRİŞ 1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI 3
3. MATERYAL ve YÖNTEM 9
3.1. Materyal 9
3.1.1.Araştırma yeri 9
3.1.2.Toprak özellikleri 9
3.1.3. İklim özellikleri 10
3.1.4. Bitki özellkleri 11
3.1.5. Su kaynağı 13
3.1.6. Sulama sistemi 13
3.1.7. Araştırmada kullanılan donanımlar ve yazılımlar 14
3.2. Yöntem 14
3.2.1. Tarımsal işlemler 14
3.2.2. Deneme konuları ve tarımsal uygulamalar 15
3.2.3. Sulama suyu miktarının belirlenmesi ve azot uygulamaları 16
3.2.4. Bitki su tüketimi 17
3.2.5. Sulama suyu verimliliği ve su verimliliği 18
3.2.6. Su-verim ilişkileri 18
3.2.7. İstatistiksel analizler 19
4. BULGULAR ve TARTIŞMA 20
4.1. Sulama Suyu Miktarı ve Bitki Su Tüketimi 20
4.2. Karpuz Meyve Verimi 22
4.3. Tek Meyve Ağırlığı 25
4.4. Meyve Boyu 28
4.5. Meyve Çapı 30
4.6. Su Verimliliği 32
4.7. Sulama Suyu-Verim İlişkisi 33
4.8. Verim Tepki Etmeni 34
5. SONUÇ 36
KAYNAKLAR 37
ÖZGEÇMİŞ 40

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler	Açıklama
A	Alan
Atm	Atmosfer basıncı
ΔS	Toprak nem değişimi
%	Yüzde
Ø	Dış çap
cm	Santimetre
CO_2	Karbondioksit
D	Drenaj
Ea	Uygulama etkinliği
Ep	İki sulama arasında geçen süredeki kümülatif kap buharlaşması
ET	Evapotranspirasyon
ETa	Bitki su tüketimi
ET_0	Referans bitki su tüketimi
P_2O_5	Alınabilir fosfor
IR	Sulama seviyesi
Ha	Hektar
Kpc	Bitki-kap katsayısı
kg	Kilogram
km^2	Kilometrekare
ky	Verim tepki etmeni
L	Litre
m	Metre
m^2	Metrekare
m^3	Metreküp
mm	Milimetre
N	Azot
P	Yetiştiricilik mevsimi boyunca düşen yağış miktarı
t	Ton

Kısaltmalar	Açıklama
CWSI	Bitki Su Stres İndeksi
df	Serbestlik Derecesi
dS	Desi Siemens (Tuzluluk birimi)
EC	Elektriksel İletkenlik
FAO	Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Teşkilatı
HDPE	Sert Polietilen
I	Uygulanan Sulama Suyu Miktarı
IWP	Sulama Suyu Verimliliği
IWUE	Sulama Suyu Kullanım Etkinliği
KS	Kısıntılı Sulama
NPK	Kompeze gübre (15-15-15) (N: Azot, P: Fosfor, K: Potasyum)
PCA	Temel Bileşen Analizi
PE	Polietilen
PRD	Yarı Islatmalı Kök Kuruluğu
SPSS	Statistical Package Program for Social Science
TS	Tam Sulama
TSP	Triple Süper Fosfat
TWUE	Toplam Su Kullanım Randımanı
TUİK	Türkiye İstatistik Kurumu
UY	Uzun Yıl
WAP	Karpuz Sarmaşık Uzunluğu
WP	Su verimliliği
WUE	Su Kullanım Etkinliği

ŞEKİLLER DİZİNİ

		Sayfa
Şekil 3.1.	Araştırma yeri.....	9
Şekil 3.2.	Karpuz yetiştiricilik mevsimi boyunca haftalık düşen yağış miktarları.....	11
Şekil 3.3.	Denemede kullanılan karpuz (Bonus F1) bitkisi.....	12
Şekil 2.2.	Bir deneme parselinin ayrıntılı görüntüsü.....	13
Şekil 3.5.	Hasat zamanı ölçümler.....	15
Şekil 4.1.	Uygulanan sulama suyu ve yağış miktarı.....	21
Şekil 4.2.	Farklı sulama seviyeleri altında karpuz meyve verimi.....	24
Şekil 4.3.	Farklı azot dozları altında karpuz meyve verimi.....	25
Şekil 4.4.	Farklı sulama seviyeleri altında karpuz tek meyve ağırlığı.....	26
Şekil 4.5.	Farklı azot seviyeleri altında karpuz tek meyve ağırlığı.....	27
Şekil 4.6.	Farklı sulama seviyeleri altında karpuz meyve boyu değerleri	29
Şekil 4.7.	Farklı azot seviyeleri altında karpuz meyve boyu değerleri....	29
Şekil 4.8.	Farklı sulama seviyeleri altında karpuz meyve çapı değerleri.	31
Şekil 4.9.	Farklı azot seviyeleri altında karpuz meyve çapı değerleri.....	31
Şekil 4.10.	Sulama suyu verimliliği ve su verimliliği.....	33
Şekil 4.11.	Uygulanan sulama suyu miktarı ile meyve verimi arasındaki ilişki.....	34
Şekil 4.12.	Farklı azot dozları altında verim tepki etmeni.....	35

ÇİZELGELER DİZİNİ

			Sayfa
Çizelge	3.1.	Deneme alanı topraklarının bazı özellikleri.....	10
Çizelge	3.2.	Bursa iline ait uzun yıllara (UY) ve 2018 yılına ilişkin toplam yağış, ortalama sıcaklık ve oransal nem değerleri.....	11
Çizelge	3.3.	Deneme konuları …….....……	16
Çizelge	3.4.	Azot gübresi uygulamalarının tarihleri ve miktarları…….	17
Çizelge	4.1.	Deneme konularına uygulanan sulama suyu miktarları (mm)...	21
Çizelge	4.2.	Farklı sulama suyu ve azot seviyeleri altında mevsimlik bitki su tüketimi değerleri (mm).....	22
Çizelge	4.3.	Meyve verimine ilişkin varyans analizi sonuçları .....……..	23
Çizelge	4.4.	Farklı sulama ve azot seviyeleri altında meyve verimi değerleri (t ha^{-1})…….	25
Çizelge	4.5.	Karpuz tek meyve ağırlığına ilişkin varyans analizi sonuçları..	26
Çizelge	4.6.	Farklı sulama ve azot seviyeleri altında tek meyve ağırlığı değerleri (kg).....	27
Çizelge	4.7.	Meyve boyuna ilişkin varyans analizi sonuçları.....	28
Çizelge	4.8.	Farklı sulama ve azot seviyeleri altında meyve boyu değerleri (cm).....	30
Çizelge	4.9.	Meyve çapına ilişkin varyans analizi sonuçları.....	30
Çizelge	4.10.	Farklı sulama ve azot seviyeleri altında meyve çapı değerleri (cm).....	32

1. GİRİŞ

Karpuz (*Citrullus lanatus*), tüm dünya genelinde yaygın biçimde yetiştirilen ve sevilerek tüketilen önemli bir sebzedir. Dünyada sebze tarımı yapılan tarım alanlarının hemen hemen %20'si karpuz yetiştiriciliği amacıyla kullanılmaktadır (Kuşçu ve ark., 2015). Dünya Tarım ve Gıda Örgütü (FAO)'nün 2022 yılı istatistiklerine göre, önemli karpuz yetiştiricisi ülkeler Çin, Hindistan, Rusya, Senegal, Brezilya ve Türkiye'dir. Çin, üretim yapılan alan bakımından %48'lik bir paya sahiptir. Buna karşın karpuz üretim miktarı bakımından 3 394 783 ton ile Türkiye ikinci sırada yer almaktadır. Türkiye'de ortalama karpuz verimi 49 t ha^{-1} ile dünya ortalamasının (34 t ha^{-1}) çok üzerindedir (FAO, 2024). Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) verilerine göre ülkemizde üretim miktarı açısından Bursa; Adana, Antalya ve Mersinden sonra 189 460 ton ile dördüncü şehir olarak yer almaktadır (TÜİK, 2024).

Karpuz bitkisinin verim ve kalitesi, genetik etmenlerin yanında iklim, toprak, su ve bitki besin maddeleri gibi birçok çevresel faktörden etkilenmektedir. Kapuz yetiştiriciliğinde yağışın yetersiz olduğu koşullarda bitki kök bölgesine sulama yapılması hayati derecede önem taşımaktadır. Bursa ilinde karpuz yetiştiriciliğinin yapıldığı yaz aylarında yağışlar azalırken sıcaklıklar artmakta ve sulama yapılması zorunlu hale gelmektedir. Diğer taraftan Bursa, hem uygun toprak özellikleri nedeniyle tarım sektörünün hem de gelişmiş sanayi sektörünün etkisiyle nüfus artış hızının yüksek olduğu bir şehirdir. Bu nedenle sınırlı su kaynaklarına sahip il genelinde suya olan talepte tarım, sanayi ve evsel kullanım sektörleri arasında bir rekabet söz konusudur. Tatlı su kaynaklarının yaklaşık olarak %70'i tarımsal sulama amaçlı kullanılmaktadır. Bu nedenle sulama suyunun en etkin bir biçimde kullanımını sağlayacak önlemler alınması kaçınılmazdır. Damla sulama yönteminin yaygınlaştırılması, sulama zamanı planlama tekniklerinin çiftçilere benimsetilmesi ve doğru zamanda yeterli miktarda sulama suyunun bitki kök bölgesine verilmesi ve böylece su verimliliğinin arttırılması gerekmektedir. Kısıntılı sulama, su kaynaklarını korumak ve su verimliliğini artırmak için en önemli stratejilerden biri olarak kabul edilmektedir (Sarwar ve Perry, 2002; Lorite ve ark., 2007; Pereira ve ark., 2009; Mushtaq ve Moghaddasi, 2011; Yang ve ark., 2018). Karpuz yüksek su tüketimi

nedeniyle su stresine en duyarlı bahçe bitkilerinden biri olarak bilinmektedir. Su stresine karpuz bitkisinin tepkisi uygulamadaki farklılıklara göre değişebilmektedir.

Sulama ya da azot gübrelemesi ile karpuz verimi arasındaki ilişkiler hem ulusal hem de uluslararası düzeyde yaygın bir biçimde çalışılmıştır. Bununla birlikte damla yöntemiyle sulanan karpuzda farklı seviyelerdeki sulama ve azot etkileşimlerinin verim ve su verimliliği üzerindeki etkileri üzerindeki bilgi sınırlıdır. Bu yüzden, bu çalışmanın amaçları (1) Bursa ekolojik koşullarında damla yöntemiyle sulanan karpuz bitkisinin farklı sulama ve azot seviyelerine verim tepkisini belirlemek; (2) bitki su tüketimi, su verimliliği, verim tepki etmeni ve su-verim ilişkilerini saptamak; ve (3) sulama suyu kullanım etkinliğini artırmak amacıyla optimum sulama ve azot oranlarını belirlemektir.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Su ve azot bitkisel üretimin en önemli girdileri olarak bilinmektedir. Karpuz içeriğindeki yüksek su nedeniyle bitki kök bölgesinde yeterli düzeyde suya gereksinim duymaktadır. Azot karpuz bitkisinin vejetatif ve generatif gelişimini etkileyen en önemli makro besin maddelerinden biridir. Ekonomik verimler elde edebilmek için bitki kök bölgesine yeterli düzeyde sulama suyu ve azot verilmesi gerekmektedir. Bu bölümde, karpuz bitkisinde sulama zamanının planlanması, kısıntılı sulama uygulamaları ve azot gübrelemesi ile ilgili çalışmalara yer verilmiştir.

Erdem ve Yüksel (2003), Türkiye'de 1998 ve 1999 yıllarında, tüm büyüme mevsimi boyunca yeterli toprak suyu temini ve farklı mevsim kombinasyonlarında sınırlı toprak suyu temini altında karpuz (*Citrullus vulgaris*) için doğru sulama programlamasını belirlemek amacıyla bir çalışma yürütmüşlerdir. Verim ve verim bileşenleri, toprak su eksikliğine duyarlı dönemler ve verim tepki faktörleri, tüm büyüme mevsimi boyunca ve ayrıca erken vejetatif büyüme, geç vejetatif büyüme, toplam vejetatif büyüme, çiçeklenme ve meyve büyümesi olmak üzere ayrı büyüme dönemlerinde su gereksiniminin %0, %25, %50, %75 ve %100'ünün sağlandığı koşullar altında belirlenmiştir. En yüksek meyve verimi, toplam büyüme mevsimi boyunca sulama suyunun yeterli şekilde uygulandığı parsellerden elde edilmiştir. Çiçeklenme, su eksikliğine en duyarlı dönem olarak belirlenmiştir. Nispi verim azalmasına karşılık nispi bitki su tüketimindeki azalma olarak açıklanan verim tepki faktörünü (ky) tüm büyüme sezonu için 1,27, çiçeklenme, meyve büyümesi, geç vejetatif, toplam vejetatif, erken vejetatif dönemler için sırasıyla 0,68, 0,63, 0,50, 0,47, 0,29 olarak bulmuşlardır.

Standart özelliklerdeki buharlaşma kaplarından buharlaşan suyun referans alındığı veya etkili kök derinliği kadar toprak profilinde ölçülen toprak neminin referans alındığı sulama zamanı planlaması teknikleri daha önce birçok araştırmacı tarafından yaygın olarak kullanılmıştır (Nuruddin ve ark., 2003). Adı geçen yöntemler aracılığı ile karpuz bitkisinin sulama programlaması veya farklı sulama seviyelerini ele alan çok sayıda çalışma gerçekleştirilmiş ve genelde daha yüksek meyve verimi bitki su ihtiyacının tam

olarak karşılandığı koşullarda elde edilmiştir (Orta ve ark., 2003; Wang ve ark., 2004; Erdem ve ark., 2005; Ghawi ve Battikhi, 2008; Rouphael ve ark., 2008; Wang ve ark., 2022; Zokirov, 2023).

Goreta ve ark. (2005), Hırvatistan'ın Imotski ilinde siyah polietilen malç koşullarında yetiştirilen karpuzun [*Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum&Nakai] büyüme, verim ve kalitesi üzerine N oranı ve dikim yoğunluğunun etkilerini değerlendirmeyi amaçlamışlardır. 'Crimson Sweet' karpuzuyla yapılan tarla denemeleri, klimatolojik olarak farklı iki yetiştirme bölgesinde gerçekleştirilmiştir. Uygulamalar, üç bitki sıra aralığının (0,5, 1,0 ve 1,5 m) ve üç N oranının (115, 195 ve 275 kg ha^{-1}) faktöriyel kombinasyonlarıyla oluşturulmuştur. N'nin bir kısmı (35 kg ha^{-1}) tabana, bitki fidelerinin şaşırtılmasından önce uygulanmış ve geri kalanı ise yetiştiricilik mevsimi içinde verilmiştir. N oranının 115 $kgha^{-1}$'den 275 $kgha^{-1}$'e artmasıyla karpuz sarmaşık uzunluğu ekimden sonraki 7 haftaya kadar (WAP) doğrusal olarak artmış ve bitki sıra aralığı 0,5'ten 1,5 m'ye arttıkça 9 WAP'a kadar çıkmıştır. Pazarlanabilir verim, 115 kg ha^{-1}'in üzerindeki N oranlarında artmamıştır. Ortalama meyve ağırlığı ve meyve iriliği dağılımı genel olarak N oranından etkilenmemiştir. N oranı arttıkça yaprak N konsantrasyonu da artmış, ancak en düşük N oranındaki (115 kg ha^{-1}) 9 WAP'ta bile yaprak N konsantrasyonları nispeten yüksek tespit edilmiştir (43,3 ila 47,3 g kg^{-1}). Bitki sıra aralığının 0,5 m'den 1,5 m'ye çıkarılmasıyla hektar başına toplam ve pazarlanabilir verim doğrusal olarak azalmış ve aynı durum hektar başına toplam ve pazarlanabilir meyve sayısında da görülmüştür. Bitki aralığının artmasıyla birlikte ortalama meyve ağırlığı artmış ve meyve büyüklüğü dağılımı daha büyük kategorilere kaymıştır.

Oktay ve Duran (2005), Sürme karpuz çeşidinde amonyum nitrat formunda artan dozların (0, 75, 150, 225 ve 300 kg ha^{-1}) verimde de artışa sebep olduğunu ve en yüksek verimin 300 kg ha^{-1} N uygulamasından elde edildiğini bildirmişlerdir.

Proietti ve ark. (2008), aşısız ve kabak hibrit anaç üzerine aşılı ve farklı sulama rejimleri (1,00, 0,75 ve 0,50 evapotranspirasyon (ET) oranları) altında yetiştirilen mini karpuzun kalite parametrelerini belirlemeyi amaçlamışlardır.

Rouphael ve ark. (2008) Roma'da mini karpuz (*Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum ve Nakai cv. Ingrid bitkilerinin verimini, bitki büyümesini, meyve kalitesini, yaprak gaz değişimini, su ilişkilerini, meyve ve yapraklardaki makro element içeriğini ve su kullanım etkinliğini belirlemek için birbirini takip eden iki yetiştirme sezonunda bir deneme yürütmüşlerdir. Açık tarla koşullarında ticari anaç 'PS 1313' (*Cucurbita maxima* Duchesne × *Cucurbita moschata* Duchesne) üzerine ya aşısız ya da aşılı olarak yetiştirilen karpuz bitkisinde, sulama uygulamalarında 1,0, 0,75 ve 0,5'lik ET oranları kullanmışlardır. Her iki yılda da (2006 ve 2007), su stresindeki artışa tepki olarak pazarlanabilir verimin doğrusal olarak azaldığı raporlanmıştır. Yıl ve sulama oranı üzerinden ortalama alındığında, aşılı bitkilerde toplam ve pazarlanabilir verim sırasıyla %115 ve %61 oranında aşısız bitkilerden daha yüksek olmuştur. Her iki aşılama kombinasyonunda da aşılı bitkilerde aşısız bitkilerden daha yüksek WUE değerleri kaydedilmiş, su stresi koşullarında verime göre su kullanım etkinliği (WUE) artmıştır. CO_2'nin net asimilasyonu, stoma iletkenliği, bağıl su içeriği, yaprak ve osmotik potansiyel su stresi koşullarında azalmıştır. Su stresine duyarlılık aşılı ve aşısız bitkiler arasında benzer bulunmuş ve aşılı bitkilerden daha yüksek pazarlanabilir verim, esas olarak beslenme durumundaki iyileşmenin ve daha yüksek CO_2 asimilasyonunun ve topraktan su alımının sonucu olduğu belirtilmiştir.

Çamoğlu ve ark. (2010), Çanakkale yöresinde damla sulama ile sulanan karpuzda su stresinin bitki su tüketimi, su verimliliği, verim ve kalite üzerine etkilerini araştırmışlardır. Araştırmacılar, tam sulama konusu altında en yüksek verimi elde ederken sulama suyundaki kısıtla birlikte verimin de azaldığını buna karşın %20 seviyesinde sulama suyu kısıntısında su verimliliğinin iyileştiğini belirtmişlerdir.

Santos ve ark. (2009), Amsterdam'da karpuzda azot dozlarının meyve verimi ve kalitesi ile hastalık görülme sıklığına etkisini değerlendirmek amacıyla bir deneme yürütmüşlerdir. Federal Tocantins Üniversitesi'nde daha önce karpuz yetiştirmek için kullanılan bir alanda yağmurlama sulama yöntemiyle iki deneme gerçekleştirilmiştir. Deneysel tasarım, tesadüf blokları deneme desenine göre dört tekrarlı olarak beş deneme konusu (kg ha^{-1} cinsinden N dozları iki kez uygulanmış) ele alınarak gerçekleştirilmiştir: T1= N uygulanmayan kontrol konusu, T2= 20, T3= 40, T4= 80 ve T5= 120). Üre gübresi

(%45 N) azot kaynağı olarak kullanılmıştır. İlk denemede en yüksek meyve verimi ve ortalama ağırlık 40 kg ha^{-1} N uygulandığında gözlenmiştir. Göreceli olarak en yüksek N dozları uygulandığında (80 ve 120 kg ha^{-1}) sakızlı gövde yanıklığının en yüksek şiddeti gözlemlenmiştir. İkinci denemede, sakızlı gövde yanıklığının ve küfün en yüksek şiddet seviyeleri, N dozları en yüksek olduğunda (80 ve 120 kg ha^{-1}) tekrar gözlenmiştir. Her iki hastalık için en düşük şiddet seviyeleri kontrol tedavisinde gözlenmiştir.

Kuşçu ve ark. (2015), Bursa ekolojik koşullarında karpuzun su verimliliği, verim ve meyve kalitesinin farklı sulama seviyelerinden etkilendiğini, verim, toplam şeker, toplam asitlik ve askorbik asit içeriklerinin konulara göre farklılık gösterdiğini raporlamışlardır.

Duraktakin ve ark. (2018), Mersin, Tarsus koşullarında 6 farklı sulama konusu [Tam sulama (TS), iki kısıntılı sulama (KS 75 ve KS 50); üç farklı yarı ıslatmalı kısıntılı sulama (PRD100, PRD75 ve PRD50)] ele alarak karpuz verim ve su kullanım etkinliğini (WUE) araştırmışlardır. En yüksek verim TS konusundan 92,6 t ha^{-1}, en düşük verim ise PRD 50 konusundan 70,5 t ha^{-1} olarak elde edilmiştir. En yüksek WUE değeri KS75 ve KS50 konularından 21,3 kg m^{-3}, en düşük ise PRD100 konusunda 19,8 kg m^{-3} olarak belirlenmiştir. Bu bulgulara göre su sıkıntısının olmadığı koşullarda TS önerilmiştir. Araştırmacılar, suyun kısıtlı olması durumunda ise KS 75 konusunu önermişlerdir. Araştırmacılar ayrıca sulama aralığının da verim ve su verimliliği üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğunu saptamışlardır (Duraktekin ve ark., 2019).

Rolbiecki ve ark. (2020), 2012–2014 yılları arasında Polonya'nın orta kesiminde çok hafif toprakta yetiştirilen iki karpuz çeşidinin N gübrelemesine olan tepkisini değerlendirmişlerdir. Bölünmüş parseller deneme desenine göre dört yinelemeli olarak yürütülen denemede, ana parsellerde iki kombinasyon halinde uygulanan damla sulama ile birlikte N fertigasyonu: kontrol olarak kullanılan damla sulama + serpme N gübreleme (DI) ve damla sulama + N (DF) gübreleme; alt parsellerde isi iki çeşit: Bingo ve SugarBaby kullanılmıştır. Fosforlu ve potasyumlu gübreler ekim öncesi ilkbaharda, azotlu gübreler ise gelişme döneminde 40 kg ha^{-1} olmak üzere üç dozda uygulanmıştır. DF, DI ile karşılaştırıldığında, meyve özelliklerini önemli ölçüde iyileştirmiştir. Bingo

çeşidinin, Sugar Baby'den daha yüksek verime sahip olduğu ancak Sugar Baby çeşidinin DF uygulaması altında Bingo'dan daha fazla meyve verdiği raporlanmıştır.

Pereira ve ark. (2019), Brezilya Bom Jesus'ta Top Gun hibrit karpuz bitkisi kullanarak beş sulama derinliği (114,17, 156,86, 221,16, 268,87 ve 317,09 mm) ve beş azot dozunun (0, 50, 100, 150 ve 200 kg ha^{-1}) bitkinin fitoteknik parametreleri ve verimi üzerindeki etkilerini değerlendirmişlerdir. Hem sulama suyu hem de N stresinin, büyüme hızlarında ve yaprak alanlarında düşüşe neden olduğu en iyi bitki gelişiminin 317,09 mm sulama derinliği ve 200 kg ha^{-1} N kombinasyonu koşullarında elde edildiği bulunmuştur. Sulama derinlikleri, gövde çapını veya kuru madde birikimini etkilememiştir. Azot dozlarının meyve sayısını ve verimini etkilemediği, 247,95 mm sulama derinliğinin karpuz bitkisinin en yüksek ticari meyve üretimini desteklediği raporlanmıştır.

Yavuz ve ark. (2020), Konya ilinde yürüttükleri denemede, citroides1 (A_1), citroides2 (A_2), kabak (A_3), Crimson Tide çeşidi ile aşılanmış hibrit TZ148 (A_4) anaçları ve kontrol (K_1) olarak aşılanmamış Crimson Tide gibi beş farklı bitki materyalini ana parsellerde kullanmışlardır. Alt parsellerde ise beş farklı sulama düzeyi (I_{100} = 1,00Ep; I_{75} = 0,75Ep; I_{50} = 0,50Ep; I_{35} = 0,35Ep ve I_0 = yağmurla beslenen) kullanılmıştır. En yüksek meyve verimi A_4I_{100}'den (93,4 tda^{-1}) elde edilmiş olup, I_{100} sulama seviyesi uygulanan aşısız bitkilere (K_1I_{100}) kıyasla A_4I_{100}'de %35'e varan verim artışı sağlanmıştır. Verilerin hem ayrı değerlendirme hem de temel bileşen analizi (PCA) ile analizi sonucunda I_{75} sulama seviyesi uygulanan A_4, A_1 ve A_2 anaçlarına aşılı bitkilerden elde edilen verim değerlerinin, I_{100} sulama seviyesi uygulanan aşısız bitkilerden elde edilen verim değerlerinde daha yüksek olduğu saptanmıştır.

Daşgan ve ark. (2021), farklı çeşitlerin ve sulama seviyelerinin yaprak su potansiyeli, yaprak oransal su içeriği, yaprak osmotik potansiyeli gibi fizyolojik özelliklerin yanı sıra karpuz meyve ağırlığı, meyve çapı, meyve kabuk kalınlığı gibi verim bileşenleri ile karpuz meyve verimi üzerinde farklılıklara neden olabileceğini belirlemişlerdir. Aşılı karpuz bitkilerinin köklenme kapasitesi yüksek olduğu için, aşısız bitkilere göre daha kuvvetli olma eğiliminde oldukları ve su ve besin kullanım verimliliğinin daha yüksek olduğu raporlanmıştır (Devi ve ark., 2020).

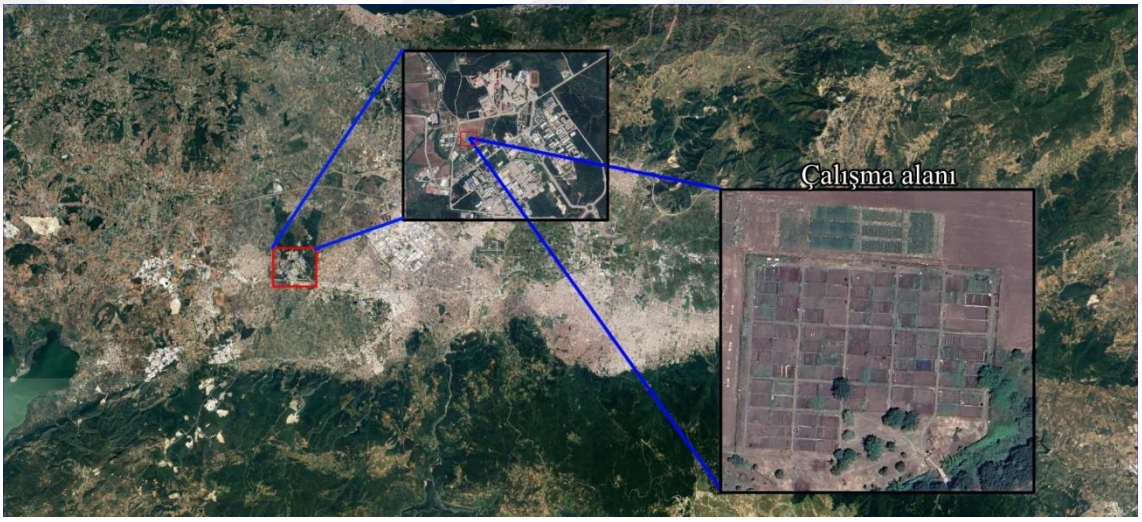
Luna ve ark. (2024), 2022 ve 2023 yılları karpuz yetiştiricilik mevsimlerinde Amerika Birleşik Devletleri, Indiana, Vincennes'deki Güney batı Purdue Tarım Merkezi'nde gerçekleştirdikleri çalışmada, yüksek sulama, düşük sulama, sulama yok ve fertigasyon olmak üzere 4 farklı deneme konusu ele almışlardır. Fertigasyon uygulamasında, yüksek sulama uygulamasıyla aynı miktarda sulama yapılmış ve sık aralıklarla fertigasyon uygulanmış; ancak yüksek, düşük ve sulama yok uygulamalarında gübreler ekimden önce uygulanmıştır. Farklı derinliklerdeki toprak nem seviyesi, uygulamalar arasında önemli ölçüde değişmesine rağmen, ağırlıkça verimde önemli bir fark gözlenmemiştir. Sulamanın karpuz verimi üzerindeki minimal etkisi, kurak dönemlerde verimi düşüren stresi önlemek için toprakta yeterli suyun depolandığını göstermektedir. Bununla birlikte, yüksek sulama ve gübreleme uygulamaları, düşük sulama ve hiç sulama yapılmayan uygulamalara göre daha fazla meyve üretmiştir. Her iki yıldaki kurak dönemler karpuzun meyve tutma aşamalarıyla çakışmış olup, düşük sulama ve hiç sulama yapılmayan uygulamalarda daha düşük meyve tutumuna potansiyel olarak katkıda bulunmuştur. Fertigasyon, 2022'de diğer uygulamalara göre daha yüksek erken verim göstermiştir. Toprak ve bitki dokusu azot seviyelerinin analizi, yalnızca ekimden önce azot uygulamasının vejetatif büyüme sırasında aşırı toprak azotuna yol açabileceğini göstermiştir. Bu aşırı azot çiçeklenmeyi ve hasadı geciktirebilir.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Araştırma yeri

Tarla denemeleri, Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi deneme alanında 2022 yılında gerçekleştirilmiştir. Deneme alanın deniz seviyesinden yüksekliği 119 m olup, 40° 13' 35" kuzey enlemi (N), 28° 51' 49" doğu boylamları (E) arasında yer almaktadır (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. Araştırma yeri

3.1.2. Toprak özellikleri

Tarla denemelerinin yürütüldüğü alandaki toprakların kimi fiziksel ve kimyasal özellikleri Çizelge 3.1'de verilmiştir. Deneme alanı topraklarının 0-90 cm toprak profilinde bünyesi killidir. Toprak profilinin 0-90 cm derinliğinde hacim ağırlığı değerleri 1,34 ile 1,38 g cm^{-3} arasında değişmekte olup kullanılabilir su tutma kapasitesi 163,3 mm/90 cm olarak saptanmıştır. Genel olarak toprak profilinin üst katmanları (0-60 cm) hafif asitli olup daha alt katmanlara indikçe nötr ve bazik özellikler göstermektedir.

Çizelge 3.1. Deneme alanı topraklarının bazı özellikleri

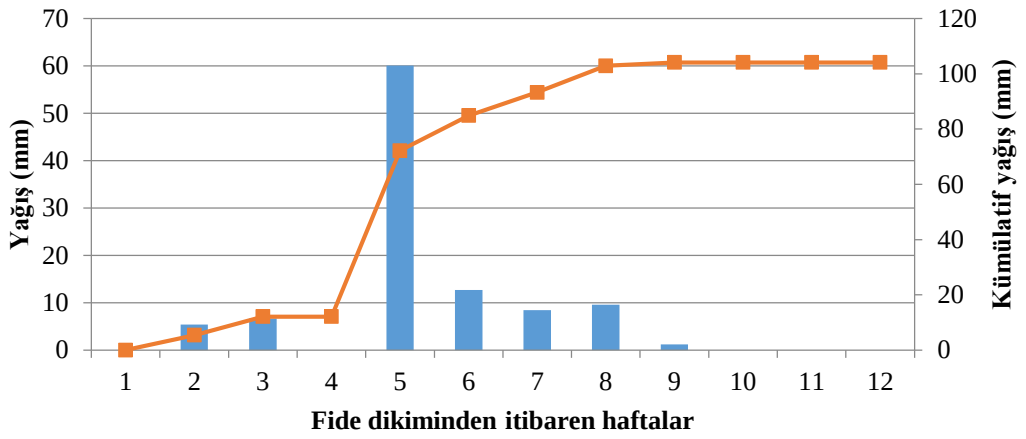
Toprak Derinliği (cm)	Kil	Kum	Silt	Bünye Sınıfı	Tarla Kapasitesi (%)	Solma Noktası	Hacim Ağırlığı (g cm^{-3})
0-30	49,5	24,32	26,18	Kil	38,17	27,07	1,35
30-60	50,5	23,28	26,22	Kil	40,01	27,03	1,36
60-90	53,5	21,88	24,62	Kil	43,01	26,75	1,34
90-120	40,5	21,64	37,86	Kil	40,05	23,18	1,38
Toprak Derinliği (cm)	**EC (dS m^{-1})**	**pH**	**Kireç (%)**	**Saturasyon (%)**	**Organik Madde (%)**	**Yarayışlı Fosfor (kg ha^{-1})**	**Yarayışlı Potasyum (kg ha^{-1})**
0-30	0,45	6,1	0,0	101	0,72	89	460
30-60	0,45	6,4	0,0	109	0,43	35	360
60-90	0,79	7,1	1,3	110	0,57	81	390
90-120	0,64	8,0	43,7	101	0,17	69	250

3.1.3. İklim özellikleri

Araştırmanın alanında yaz ayları nispeten sıcak ve kurak geçerken kış ayları ise soğuk ve yağışlı olmaktadır. Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü Bursa Meteoroloji İstasyonu'ndan alınan uzun yıllar (1991-2020) ortalama iklim verilerine göre yıllık ortalama sıcaklık 14,7 °C ve yağış miktarı 708,8 mm'dir. Ortalama verilere göre en düşük sıcaklık değerleri 5,4 ºC ile Ocak ayında en yüksek ise 24,5 ºC ile Temmuz ayında ölçülmüştür. Karpuz bitkisi tarla denemelerinin yürütüldüğü Mayıs-Ağustos ayları arasında 1991-2020 yılları düşen toplam yağış miktarı 126,1 mm iken 2022 yılında aynı dönemde düşen yağış miktarı 142,0 mm olarak gerçekleşmiştir. Aynı dönemde, 2022 uzun yıllar ortalama verilere kıyasla 2022 yılındaki sıcaklık ve bağıl nem ortalama değerleri daha yüksek gerçekleşmiştir (Çizelge 3.2). Karpuz fidelerinin deneme parsellerine dikilmesinden itibaren hasada kadar geçen sürede düşen yağış miktarları Şekil 3.2'de gösterilmiştir. En yüksek yağış miktarı fide dikiminden sonra 5.hafta içinde 60,1 mm olarak gerçekleşmiş, 1, 4, 10, 11 ve 12. haftalarda ise hiç yağış düşmemiştir.

Çizelge 3.2. Bursa iline ait uzun yıllara (UY) ve 2022 yılına ilişkin toplam yağış, ortalama sıcaklık ve oransal nem değerleri

Aylar	Yağış (mm)		Sıcaklık		Oransal Nem (%)	
	UY	2022	UY	2022	UY	2022
Mayıs	50,5	26,4	17,7	18,7	68,5	61,2
Haziran	35,5	90,8	22,0	23,3	62,4	67,5
Temmuz	21,9	1,2	24,0	24,8	58,8	56,0
Ağustos	18,2	23,6	24,3	26,2	60,4	65,7
Top./Ort.	126,1	142,0	22,0	23,3	62,5	62,6



Şekil 3.2. Karpuz yetiştiricilik mevsimi boyunca haftalık düşen yağış miktarları

3.1.4. Bitki özellikleri

Araştırmada, kabak anacı (Patron) üzerine aşılanmış karpuz (Bonus F1 çeşidi) fideleri kullanılmıştır (Şekil 3.3). Bonus çeşidi, yetiştiricilik mevsiminde ana ürün olarak yetiştirilmektedir. Çeşidin meyveleri oval tipte, kabukları açık yeşil zemin üzerine koyu yeşil çizgili ve parlak olup meyve eti lifsiz, tatlı, gevrek ve kırmızıdır. Verim potansiyeli oldukça yüksek olup nakliyeye dayanıklıdır. Fusarium'un 0 ve 1 ırklarına dayanıklı, Antraknoz'a toleranslıdır (Anonim, 2023).



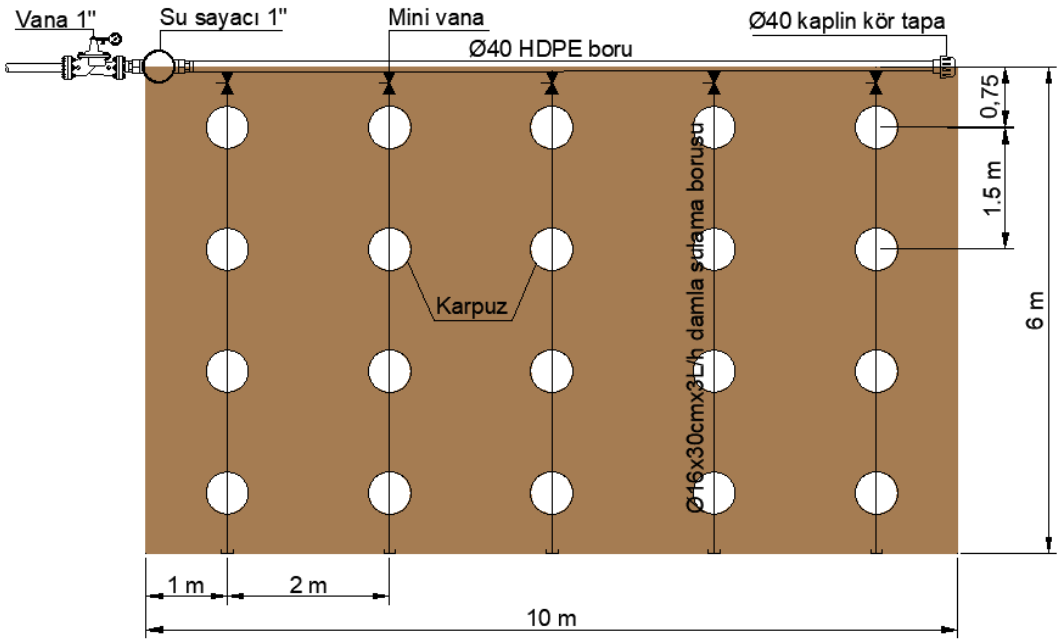
Şekil 3.3. Denemede kullanılan karpuz (Bonus F1) bitkisi

3.1.5. Su kaynağı

Araştırmada gerekli olan sulama suyu, B.U.Ü. merkez yerleşkede yer alan Göbelye Göleti'ne bağlı sulama şebekesi üzerindeki bir hidranttan sağlanmıştır. Sulama suyunun elektriksel iletkenliği EC= 0,32 dS m^{-1} olup tuzluluk sınıfı orta ve düşük düzeyde sodyum içermekte ABD Tuzluluk Laboratuvarı tuzluluk sınıflamasına göre C_2S_1 sınıfına girdiği belirlenmiştir.

3.1.6. Sulama sistemi

Denemede, karpuz bitkisinin sulanması için bir damla sulama sistemi kullanılmıştır. Su, deneme alanına en yakın hidranttan sağlanmıştır. Ana boru ve yan boru hatları HDPE olup manifold borulardan laterallere bağlantı mini vanalar aracılığı ile yapılmıştır. Denemede kullanılan lateral boru hatları Ø16 dış çaplı, yuvarlak kesitli PE olup damlatıcılar boru içine geçik tipte 1 atm basınç altında 3 L h^{-1} debili ve boru üzerinde 30 cm aralıklarla yer almıştır. Her deneme parselinin başına bir vana ve su sayacı monte edilmiştir. Denemede bir parselin sulanmasına yönelik sistem tasarımı Şekil 3.4'de verilmiştir.



Şekil 3.4. Bir deneme parselinin ayrıntılı görüntüsü

3.1.7. Araştırmada kullanılan donanımlar ve yazılımlar

Araştırmada sulama suyu miktarının belirlenmesinde bir araç olarak standart A sınıfı buharlaşma kabından yararlanılmıştır. Toprak nem içeriğinin belirlenmesinde B.U.Ü. Biyosistem Mühendisliği Sulama ve Drenaj Laboratuvarı'nda yer alan toprak burgu seti, etüv ve hassas terazi kullanılmıştır. Verilerin istatistiksel olarak değerlendirilmesinde SPSS 23 paket programı, ayrıca grafik ve çizelgelerin oluşturulmasında Microsoft Excel paket programından yararlanılmıştır.

3.2. Yöntem

3.2.1. Tarımsal işlemler

Tarla denemeleri, B.U.Ü. Ziraat Fakültesi tarım arazilerinde 2022 karpuz yetiştiricilik mevsiminde yürütülmüştür. Bu amaçla, deneme toprakları öncelikle sürülmüş daha sonra ise bir çapa makinesi kullanılarak keseklerin parçalanması sağlanmıştır. Fide dikiminden önce damla sulama sistemi kurulmuştur. Bu amaçla her bitki sırasına gövdeden 0,10 m uzaklıkta bir lateral boru hattı (2 m aralık) gelecek biçimde Şekil 3.4'deki tasarlanan sistem araziye kurulmuştur. Araştırmada, Patron kabak çeşidi anacı üzerine aşılanmış Bonus F1 karpuz çeşidi kullanılmıştır. Nev Tohum Ltd. Ş. (Bursa, Türkiye)'den temin edilen 3-4 yapraklı karpuz fideleri, 12 Mayıs 2022 tarihinde deneme parsellerine dikilmiştir. Her deneme alt parsel alanı, 6 m uzunluğunda ve 10 m genişliğinde (60 m^2) olup, her alanda 5 sıra oluşturulmuştur. Alt parseller ve bloklar arasında 2 m boşluk bırakılmıştır. Sıra aralığı ve bitki-bitki aralığı sırasıyla 2,0 m ve 1,5 m olarak uygulanmıştır. Fideler, yetiştiricilik mevsiminde 3333 bitki/hektar yoğunluğunda dikilmiştir. Sulama uygulamaları yörede damla sulama yöntemi için tercih edilen 3-5 gün aralıklarda yapılmıştır. Yağışlı havalarda sulama aralıkları artmıştır. Tüm parseller için ilk sulama suyunun miktarı, 0-90 cm derinliğindeki toprağın tarla kapasitesine getirilmesi için gereken nem açığını temel alınarak belirlenmiştir. Bitkilerin fizyolojik olgunluğa ulaştığı dönemin sonuna kadar sulama uygulamalarına devam edilmiştir. Yetiştiricilik sezonu boyunca standart kültürel uygulamalar gerçekleştirilmiştir. Yabancı otlarla mücadele amacıyla iki kez çapalama yapılmıştır. Deneme süresince herhangi bir hastalık

ve zararlıya rastlanmadığı için pestisit kullanılmamıştır. Hasat olgunluğuna gelen tüm meyveler 4 Ağustos 2022 tarihinde hasat edilmiş, hassas terazi ile tartılarak kaydedilmiş ve her deneme konusunun birim alan başına verimleri (kg ha^{-1}) hesaplanmıştır. Her deneme konusu için rastgele 5 karpuz bitkisinin tek meyve ağırlığı, boy ve çap ölçümleri yapılmıştır (Şekil 3.5).



Şekil 3.5. Hasat zamanı ölçümler

3.2.2. Deneme konuları ve tarımsal uygulamalar

Denemeler, üç tekrarlamalı olarak bölünmüş parseller deneme desenine göre arazide düzenlenmiştir. Sulama uygulamaları ana parsellerde, N seviyeleri alt parsellerde rastlantısal olarak yerleştirilmiştir. Deneme konuları, dört sulama seviyesi [1.00 × Ep (IR-100), 0,75 × Ep (IR-75), 0,50 × Ep (IR-50) ve 0,25 × Ep (IR-25)] ve beş N uygulama seviyesi [0 (N0), 75 (N75), 150 (N150),225 (N225) ve 300 (N300) kg ha^{-1}]'den oluşmaktadır (Çizelge 3.3). Bursa iklim koşullarında, sulama yapmadan karpuz yetiştiriciliği yapmak olanaksız olduğu için susuz konu denemeye konu edilmemiştir.

Çizelge 3.3. Deneme konuları

Ana Konular (Sulama Seviyeleri)	**Açıklama**
IR-100	A sınıfı buharlaşma kabından 3-5 gün aralıklarla buharlaşan su miktarının %100'ünün sulama suyu olarak uygulanması
IR-75	A sınıfı buharlaşma kabından 3-5 gün aralıklarla buharlaşan su miktarının %75'ünün sulama suyu olarak uygulanması
IR-50	A sınıfı buharlaşma kabından 3-5 gün aralıklarla buharlaşan su miktarının %50'ünün sulama suyu olarak uygulanması
IR-25	A sınıfı buharlaşma kabından 3-5 gün aralıklarla buharlaşan su miktarının %25'ünün sulama suyu olarak uygulanması
Alt Konular (Azot, N kg ha^{-1}) Seviyeleri)	Açıklama
N0	Azot gübresi verilmedi
N75	Hektar başına 75 kg N uygulaması
N150	Hektar başına 150 kg N uygulaması
N225	Hektar başına 225 kg N uygulaması
N300	Hektar başına 300 kg N uygulaması

3.2.3. Sulama suyu miktarının belirlenmesi ve azot uygulamaları

Sulama suyunun miktarını belirlemek için standart A Sınıfı buharlaşma kabı kullanılmıştır. Uygulanan sulama suyu miktarını belirlemek için aşağıdaki eşitlikten (3.1) yararlanılmıştır (Çetin et al., 2002).

$$S = A \times Ep \times kpc \; x \; P \qquad (3.1)$$

Eşitlikte, *S*: parsele uygulanan sulama suyu (L), *A*: Parsel alanı (m^2), *Ep*: Sulama aralığındaki birikimli A Sınıfı Kap'tan buharlaşma miktarı (mm), *kpc*: kap-bitki katsayısı

ve *P*: Islatma alanı yüzdesi (%) dikkate alınmıştır. Islatma alanı yüzdesi, deneme başlangıcında %30 olarak alınmış ve bitki gelişimine bağlı olarak artış göstermiştir.

Karpuz fidelerinin şaşırtılmasından önce, deneme parselleri toprak hazırlığı aşamasında triple süper fosfat (TSP, %43-44 P_2O_5) gübresiyle 100 kg ha^{-1} P_2O_5 düzeyinde gübrelenmiştir. Toprak test sonuçlarına göre, toprakta yeterli potasyum seviyesinin olduğu belirtildiği için deneme alanına ek bir K gübresi uygulanmamıştır. Azot uygulamalarında Üre (%46 N) gübresi kullanılmıştır. Deneme konularına uygun olarak hesaplanan azot dozunun 1/3'ü fide dikimi öncesinde TSP gübresiyle birlikte toprağa uygulanmış ve deneme konularına göre geriye kalan kısmı (2/3'ü) ise Haziran ayının ilk haftası doğrudan bitki kök bölgesine bir çizi açılarak uygulanmıştır (Çizelge 3.4).

Çizelge 3.4. Azot gübresi uygulamalarının tarihleri ve miktarları

Azot dozları	12.05.2022	07.06.2022	Toplam (kg N ha^{-1})
N0	0	0	0
N75	25	50	75
N150	50	100	150
N225	75	150	225
N300	100	200	300

3.2.4. Bitki su tüketimi

Karpuz bitkisinin farklı sulama ve azot seviyeleri altında mevsimlik bitki su tüketimini hesaplamak amacıyla aşağıdaki eşitlikten (3.2) yararlanılmıştır (Heerman, 1985).

$$ETc = IR + P \pm \Delta S - D \quad (3.2)$$

Burada, *IR* mevsimlik uygulanan sulama suyu miktarı (mm), *P* yetiştiricilik mevsiminde düşen etkili yağış miktarı (mm), ΔS deneme başlangıcı ve hasatta toprak su içeriğindeki değişim miktarı (mm) ve *D* ise drenaj miktarını (mm) ifade etmektedir. *IR* bir su sayacı (VK-4P, hacimsel tip, Baylan, İzmir, Türkiye) kullanılarak ölçülmüştür. *P* deneme alanına 50 m uzaklıkta yer alan Devlet Meteoroloji Genel Müdürlüğüne ait Bursa-Nilüfer

Meteoroloji İstasyonundan ölçülen verilerden sağlanmıştır. *ΔS,* etkili bitki kök derinliği toprak profilinden (0.90 m) her 30 cm'lik katmanlardan alınan toprak örnekleri üzerinden gravimetrik yöntemle belirlenmiştir. 90 cm altındaki toprak nem değişimleri belirlenerek drenaj durumu kontrol edilmiştir. Bu çalışmada, sulamalar damla yöntemiyle kontrollü olarak uygulandığı için drenaj gözlenmemiştir.

3.2.5. Sulama suyu verimliliği ve su verimliliği

Sulama suyu verimliliği (IWP) ve su verimliliği (WP) değerleri, sırasıyla Eşitlik 3.3 ve Eşitlik 3.4'deki gibi verimin uygulanan sulama suyu miktarı ve bitki su tüketimine oranlanmasıyla hesaplanmıştır (Perry, 2011).

$$IWP = Y / IR \tag{3.3}$$

$$WP = Y / ET \tag{3.4}$$

Eşitliklerde *IWP*: Sulama suyu verimliliği (kg m^{-3}), *WP*: Su verimliliği (kg m^{-3}), *Y*: Karpuz meyve verimi (kg ha^{-1}), *IR*: sulama suyu miktarı (mm), *ET*: Mevsimlik bitki su tüketimini (mm) ifade etmektedir.

3.2.6. Su-verim ilişkileri

Uygulanan sulama suyu miktarı ile karpuz meyve verimi arasındaki ilişkileri tanımlamak için regresyon analizleri yapılmıştır. Bu amaçla Microsoft Excel hesap tabloları ve grafik oluşturma özelliklerinden yararlanılmıştır.

Verim tepki etmeninin belirlenmesinde Eşitlik 3.5'de verilen Stewart fonksiyonu kullanılmıştır (Doorenbos ve Kassam, 1979).

$$1 - \frac{Ya}{Ym} = ky\left[1 - \frac{ETa}{ETm}\right] \tag{3.5}$$

Eşitlikte; *Ya* karpuz meyve verimi (kg ha^{-1}), *Ym* maksimum meyve verimi (kg ha^{-1}), *Ya/Ym* oransal verim, 1 − (*Ya/Ym*) oransal verimdeki azalma, *ETa* gerçek bitki su tüketimi (mm), *ETa/ETm* oransal bitki su tüketimi (mm), 1 − (*ETa/ETm*) oransal bitki su tüketimindeki azalma ve *ky* ise *ET*'deki birim azalmaya karşılık verimdeki azalma olarak verim tepki etmenidir.

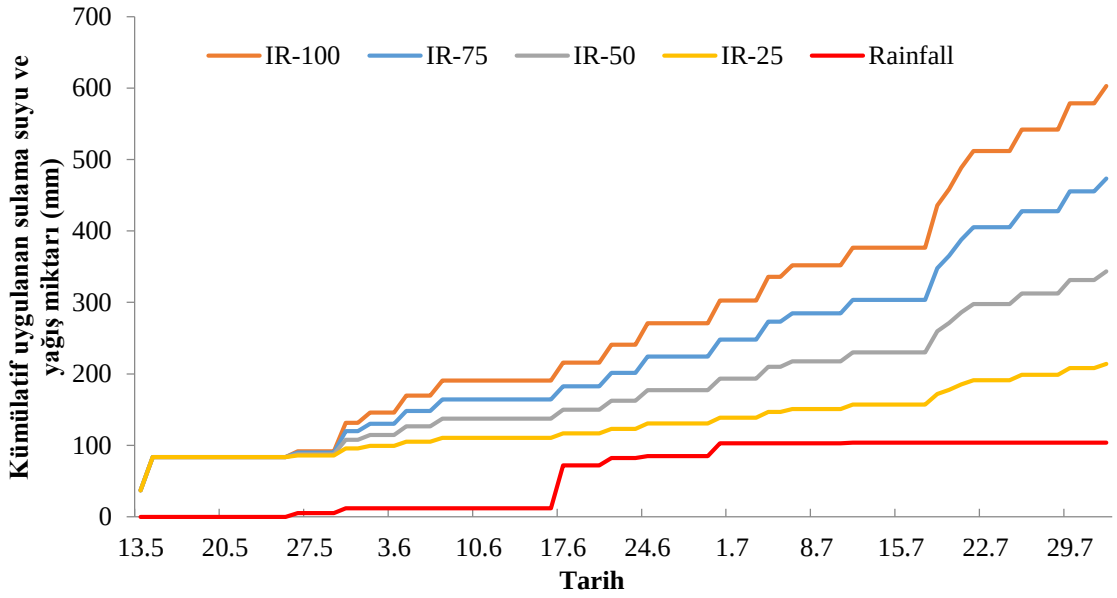
3.2.7. İstatistiksel analizler

Denemeden elde edilen verilerin değerlendirilmesinde SPSS yazılımı (Versiyon 23.0, SPSS Inc., USA) kullanılmıştır. Verim ve verim bileşenlerine ilişkin veri varyans (ANOVA) analizine tabi tutulmuştur. Deneme konuları arasında farklılıkların önemli olması koşulunda verim ve verim bileşenlerine ilişkin ortalama değerler Duncan'ın çoklu dağılım testi kullanılarak 0,05 önem düzeyinde karşılaştırılmıştır.

4. BULGULAR ve TARTIŞMA

4.1. Sulama Suyu Miktarı ve Bitki Su Tüketimi

Her deneme konusu için uygulanan toplam sulama suyu miktarı Şekil 4.1'de gösterilmiştir. Bitki kök bölgesine yetiştiricilik mevsimi boyunca deneme konularına göre değişmekle birlikte 201-550 mm toplam sulama suyu uygulanmıştır. Yetiştiricilik mevsimi içinde toplam 104 mm yağış düşmüştür. Bu yağışın 60 mm'si 8-17 Haziran tarihleri arasında gerçekleşmiştir. Bu nedenle bu tarihler arasında sulama yapılmamıştır. Karpuz fidelerinin deneme alanına dikildiği ilk gün 37 mm can suyu, ikinci gün ise etkili kök derinliğindeki toprak nemini tarla kapasitesi seviyesine getirmek için 46 mm sulama suyu verilmiştir. Araştırmada ele alınan sulama konularına göre sulama uygulamalarına 26.05.2022 tarihinde başlanmış ve 3-5 gün aralıklarla sulamalar gerçekleştirilmiştir. Deneme periyodu içinde yağmur yağdığı günlerde sulama yapılmamıştır. A sınıfı kaptan buharlaşan suyun %100'ünün sulama suyu olarak uygulandığı referans sulama konusuna (IR-100) mevsimlik olarak toplam 550 mm sulama suyu uygulanırken IR-75, IR-50 ve IR-25 sulama konularına sırasıyla 434, 317 ve 201 mm sulama suyu uygulanmıştır (Çizelge 4.1). Leskovar ve ark. (2002), Teksas'ta yaptığı denemede, 1,0xET, 0,75xET ve 0,50xET sulama konularına sırasıyla 395, 298 ve 173 mm sulama suyu uygulamışlardır. Özmen ve ark. (2015), Düzce ilinde 136-414 mm ve Kuşçu ve ark. (2015) Bursa'da 106-467 mm arasında sulama suyu uygulamışlardır. Uygulanan sulama suyu miktarı özellikle yetiştiricilik yapılan bölgenin yağış miktarı olmak üzere iklim özelliklerine göre farklılıklar gösterebilmektedir.



Şekil 4.1. Uygulanan sulama suyu ve yağış miktarı

Çizelge 4.1. Deneme konularına uygulanan sulama suyu miktarları (mm)

Tarih	S-100	S-75	S-50	S-25
13.05.2022	37,2	37,2	37,2	37,2
14.05.2022	46,5	46,5	46,5	46,5
26.05.2022	8,0	6,0	4,0	2,0
30.05.2022	40	30	20	10
01.06.2022	14	10,5	7	3,5
04.06.2022	24	18	12	6
07.06.2022	21	15,8	10,5	5,3
17.06.2022	25	18,8	12,5	6,3
21.06.2022	25	18,8	12,5	6,3
24.06.2022	30	22,5	15	7,5
30.06.2022	32	24	16	8
04.07.2022	33	24,8	16,5	8,3
06.07.2022	16	12	8	4
11.07.2022	25	18,8	12,5	6,3
18.07.2022	59	44,3	29,5	14,8
21.07.2022	23	17,3	11,5	5,8
25.07.2022	30	22,5	15	7,5
29.07.2022	37	27,8	18,5	9,3
01.08.2022	24	18	12	6
Mevsimlik toplam	549,7	433,6	316,7	200,6

Sezonluk bitki su tüketimi (ETa) değerleri Çizelge 4.2'de verilmiştir. Sezonluk ortalama ETa değerleri 275 mm ve 634 mm arasında değişmiştir. En yüksek ETa, IR-100 sulama konusu altında ve N-150 azot seviyesinde elde edilirken en düşük ise IR-25×N0 deneme konusundan saptanmıştır. Çamoğlu ve ark. (2010), karpuz bitkisinde günlük su tüketiminin çiçeklenme ve meyve oluşum dönemlerinde, vejetatif ve olgunlaşma ve hasat dönemlerine kıyasla daha yüksek olduğunu belirledikleri çalışmada mevsimlik bitki su tüketimlerinin 130 ile 516 mm arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Karpuz bitkisinde mevsimlik bitki su tüketimini Sezgin ve ark. (2000) 343,3-504,6 mm, Şimşek ve ark. (2004) 417-677 mm, Kırnak ve Doğan (2009) 70-677 mm olarak raporlamışlardır. Söz konusu çalışmalardan elde edilen sulama suyu ve ET değerleri ile bu çalışmadan elde edilen bulgular arasındaki farklılıkların iklim koşullarının yanı sıra farklı seviyelerdeki azot uygulamalarından kaynaklandığı düşünülmektedir. Nitekim aynı miktarda sulama suyu uygulanmasına karşın farklı azot seviyeleri altında bitki su tüketimi değerleri arasında farklılıklar gözlenmiş ve N150 azot uygulaması altında göreceli olarak daha yüksek ETa değerleri bulunmuştur (Çizelge 4.2).

Çizelge 4.2. Farklı sulama suyu ve azot seviyeleri altında mevsimlik bitki su tüketimi değerleri (mm)

Deneme konuları	N0	N75	N150	N225	N300	Ortalama
IR-25	275	297	303	297	284	291
IR-50	401	409	419	414	407	410
IR-75	516	540	546	543	541	537
IR-100	614	632	634	624	626	626

4.2. Karpuz Meyve Verimi

Deneme konularının meyve verimi üzerine etkilerine yönelik gerçekleştirilen varyans analizi sonuçları Çizelge 4.3'te verilmiştir. Sulama seviyeleri, meyve verimi üzerinde önemli bir etkiye ($p < 0,01$) sahip olmuş ve genelde sulama seviyelerindeki artışla verim de artmıştır. Karpuz verimi, farklı azot seviyelerinden önemli ($p<0,01$) ölçüde

etkilenmiştir. Benzer biçimde, sulama ve azot interaksiyonuda meyve verimi üzerinde önemli ($p<0.01$) düzeyde bir etkiye sahip olmuştur.

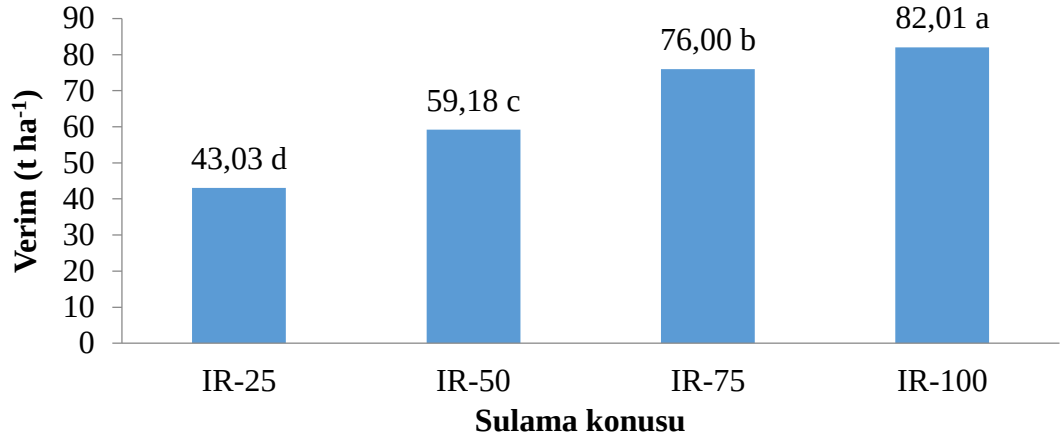
Çizelge 4.3. Meyve verimine ilişkin varyans analizi sonuçları

Kaynak	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F	Önem (P)
Sulama (IR)	13.902,713	3	4.634,238	1.681,509	,000
Azot (N)	30.847,642	4	7.711,911	2.798,226	,000
IR×N	2.638,392	12	219,866	79,777	,000
Hata	110,240	40	2,756		
Toplam	301.441,180	60			

Şekil 4.2'de farklı sulama seviyeleri altında karpuz meyve verimi değerleri verilmiştir. En yüksek karpuz meyve verimi 82,01 t ha^{-1} ile IR-100 konusundan bulunurken en düşük 43,03 t ha^{-1} ile IR-25 konusundan saptanmıştır. Genelde, sulama suyundaki azalmayla birlikte karpuz verimlerinde de bir azalma meydana gelmiştir. Bununla birlikte, IR-100 konusuna kıyasla verimdeki en düşük azalma IR-75 konusunda %7 oranında gerçekleşmiştir. Daha yüksek su stresi seviyelerinde verimdeki azalma oranı daha fazla olmuş, bu oran IR-50 konusunda %28 ve IR-25 konusunda ise %48 olarak gerçekleşmiştir. Bu sonuç, birim alan başına verim söz konusu olduğunda IR-25 ve IR-50 seviyelerinde sulama yapmanın ekonomik verimler elde etme yönüyle uygun olmadığını, IR-100 konusunun önerilebileceğini, sulama suyu temininde güçlük yaşanması durumunda ise IR-75 konusunun tercih edilebileceğini göstermektedir.

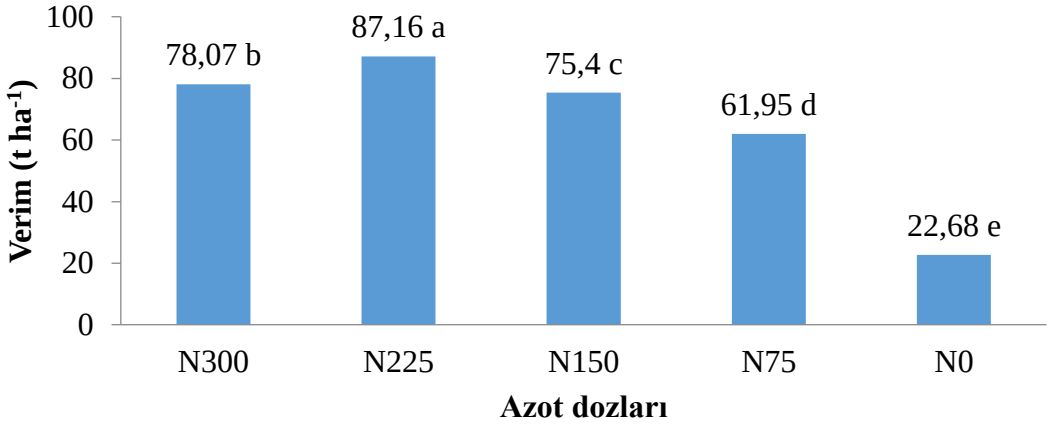
Kuşçu ve ark. (2015) tarafından Bursa koşullarında yürütülen tarla denemesinde farklı sulama seviyelerinin karpuz bitkisi üzerinde etkisi araştırılmış ve 2011 yılında en yüksek verim tam sulama (S1) konusunda elde edilirken en düşük verimi ise en düşük sulama yapılan konuda (S4) (77,9 - 37,2 t ha^{-1}) elde edilmiş, 2012 yılında da benzer şekilde 80,3-38,2 t ha^{-1}olarak raporlanmıştır. Benzer çalışmalarda karpuz verimlerini Çamoğlu ve ark. (2010) 7.0-64.8 t ha^{-1}, Kırnak ve Doğan (2009) 6.9-38.2 t ha^{-1}, McCann ve ark. (2007) 55-95 t ha^{-1}, Erdem ve Yüksel (2003) 41.6-103.7 t ha^{-1}, Orta ve ark. (2003) 42.0-90.0 t ha^{-1} ve Sezgin ve ark. (2000) 18.08-54.87 t ha^{-1} olarak bildirmişlerdir. Verim

değerlerindeki farklılıkların genel nedenleri olarak, sulama zamanının planlanmasında uygulanan farklı teknikler, genetik özellikler, kültürel uygulamalar arasındaki farklılıklar, iklim ve toprak özelliklerindeki farklılıklar gösterilebilir.



Şekil 4.2. Farklı sulama seviyeleri altında karpuz meyve verimi

Azot dozları yönüyle karpuz meyve verimi değerleri Şekil 4.3'de verilmiştir. En yüksek meyve verimi N225 azot dozunda 87,16 t ha^{-1} olarak elde edilirken N dozlarındaki azalmayla birlikte verim değerlerinde de tedrici olarak bir azalma meydana gelmiş ve en düşük verim N0 dozunda elde edilmiştir. Ayrıca N225 konusuna kıyasla N300 dozunda da verimde %10 düzeyinde bir azalma meydana gelmiştir. Bu sonuç, karpuz bitkisinin N dozlarına duyarlı olduğunu ve 225 kg ha^{-1} N dozunun araştırma alanında nispeten daha iyi verim verdiğini göstermektedir. Santos ve ark. (2009), Brazilya Palmas'da karpuz üzerinde yürütülen çalışmada farklı azot dozlarının (20, 40, 80, 120 kg ha^{-1}) etkilerini araştırdıkları çalışmada, 40 kg ha^{-1} N seviyesinde en yüksek verim (14 t ha^{-1}) elde etmişler ve daha yüksek dozlarda verimin azalmaya başladığını bildirmişlerdir. Söz konusu farklılığın nedeninin verim potansiyeli düşük bir çeşit olması veya bölgeler arasındaki iklimsel farklılıklar olduğu düşünülmektedir. Nitekim bu çalışmada elde edilen maksimum verim N225 azot dozunda 87,16 t ha^{-1}'dır. Bu sonuç, karpuz bitkisine uygulanacak azot dozlarının çeşitlerin verimlilik potansiyeline ve yetiştiricilik yapılan bölgenin çevresel koşullarına göre değişebileceğini göstermektedir.



Şekil 4.3. Farklı azot dozları altında karpuz meyve verimi

Sulama ve azot interaksiyonuna göre karpuz meyve verimi sonuçları Çizelge 4.4'de verilmiştir. En yüksek verim değerleri IR-100 sulama konusu altında N150 ve N225 azot dozlarında elde edilmiştir. Bu iki interaksiyon arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamaktadır. İkinci en yüksek verim ise IR75×N225 interaksiyonunda elde edilmiştir. Buna karşın en düşük verim ise beklendiği gibi IR25×N0 interaksiyonunda bulunmuştur.

Çizelge 4.4. Farklı sulama ve azot seviyeleri altında meyve verimi değerleri (t ha^{-1})

Azot dozu	**Sulama seviyesi**			
	IR-25	**IR-50**	**IR-75**	**IR-100**
N0	12,63 m	22,23 l	28,20 k	27,66 k
N75	42,23 j	63,10 h	65,53 gh	76,40 e
N150	42,70 j	63,30 h	91,53 d	104,10 a
N225	65,53 fg	77,40 e	100,23 b	103,56 a
N300	50,13 i	69,86 f	94,50 c	97,80 b

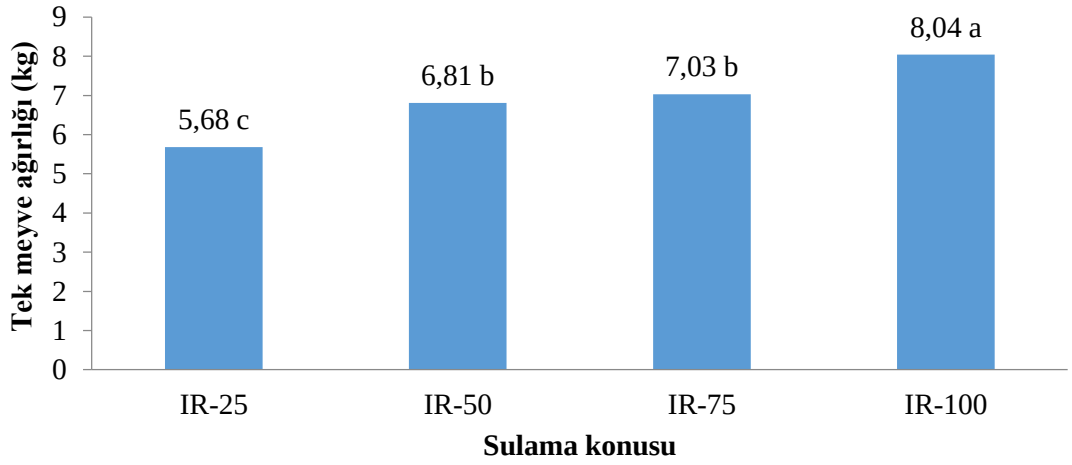
4.3. Tek Meyve Ağırlığı

Karpuz bitkisi tek meyve ağırlığı üzerine farklı sulama seviyesi ve azot dozlarının etkilerine yönelik gerçekleştirilen varyans analizi sonuçları Çizelge 4.5'de verilmiştir. Sulama seviyesi (IR), azot dozları (N) ve IR×N interaksiyonlarının tek meyve ağırlığı üzerine etkileri P<0,01 düzeyinde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.5. Karpuz tek meyve ağırlığına ilişkin varyans analizi sonuçları

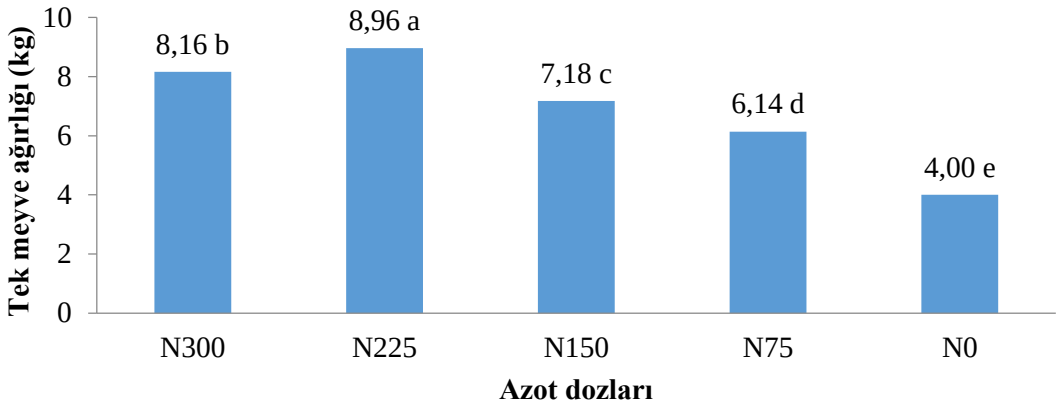
Kaynak	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F	Önem (P)
Sulama (IR)	42,295	3	14,098	55,869	,000
Azot (N)	178,581	4	44,645	176,919	,000
IR×N	30,509	12	2,542	10,075	,000
Hata	10,094	40	,252		
Toplam	3.113,527	60			

Meyve verimi sonuçlarına benzer şekilde, farklı sulama konularının karpuz tek meyve ağırlığı üzerine etkisi önemli bulunmuş ve en yüksek tek meyve ağırlığı (8,04 kg) IR-100 sulama seviyesinde elde edilirken en düşük (5,68 kg) ise IR-25 seviyesinde elde edilmiştir. IR-100 konusuna kıyasla daha düşük tek meyve ağırlığı elde edilen IR-75 ve IR-50 konuları arasında önemli bir farklılık bulunmamıştır (Şekil 4.4). Daha önce yapılan çalışmalar incelendiğinde; karpuz tek meyve ağırlığı Erdem ve Yüksel (2003) 2,5-5,4 kg, Kuşçu ve ark. (2015) 3,4-7,3 kg, Çamoğlu ve ark. (2010) 0,92-6,48 kg, Kırnak ve Doğan (2009) 0,9-5,1 kg olarak rapor edilmiştir. Tek meyve ağırlığı üzerine verime etki eden tüm parametrelerin (çeşit, iklim, toprak özellikleri vb.) etki ettiği, bu nedenle farklı sonuçların çıkmasının beklendiği söylenebilir.



Şekil 4.4. Farklı sulama seviyeleri altında karpuz tek meyve ağırlığı

Azot dozlarının tek meyve ağırlığı üzerine etkisi önemli bulunmuş ve 225 kg ha^{-1} N seviyesine kadar artan dozlarda tek meyve ağırlığı da artmış ve N300 dozunda tekrar azalma gerçekleşmiştir. En düşük tek meyve ağırlığı (4,00 kg) N0 konusundan elde edilirken en yüksek (8,96 kg) ise N225 konusundan elde edilmiştir (Şekil 4.5).



Şekil 4.5. Farklı azot seviyeleri altında karpuz tek meyve ağırlığı

Tek meyve ağırlığı üzerinde farklı sulama seviyeleri ve azot dozları interaksiyonu Çizelge 4.6'da verilmiştir. En yüksek tek meyve ağırlığı değerleri IR-100 sulama konusu altında N150 ve N225 azot dozları ile IR-75 sulama konusu altında N225 azot dozunda elde edilmiştir. Diğer taraftan en düşük tek meyve ağırlığı ise IR-25×N0, IR-25×N75, IR-50×N0, IR-75×N0 ve IR-100×N0 interaksiyonlarında ölçülmüştür. Sulamanın ele alınan tüm seviyelerinde hiç azot uygulanmayan veya düşük dozlarda azot uygulanan deneme konularında görece daha düşük tek meyve ağırlıklarının oluşması karpuz bitkisinin azot eksikliğine duyarlı olduğunu göstermektedir.

Çizelge 4.6. Farklı sulama ve azot seviyeleri altında tek meyve ağırlığı değerleri (kg)

Azot dozu	Sulama seviyesi			
	IR-25	**IR-50**	**IR-75**	**IR-100**
N0	3,85 h	3,79 h	4,23 gh	4,15 gh
N75	3,60 h	6,50 ef	6,10 f	8,39 bc
N150	4,99 g	6,98 de	7,15 de	9,60 a
N225	8,44 bc	8,41 bc	9,45 a	9,57 a
N300	7,51 cd	8,39 bc	8,25 bc	8,50 bc

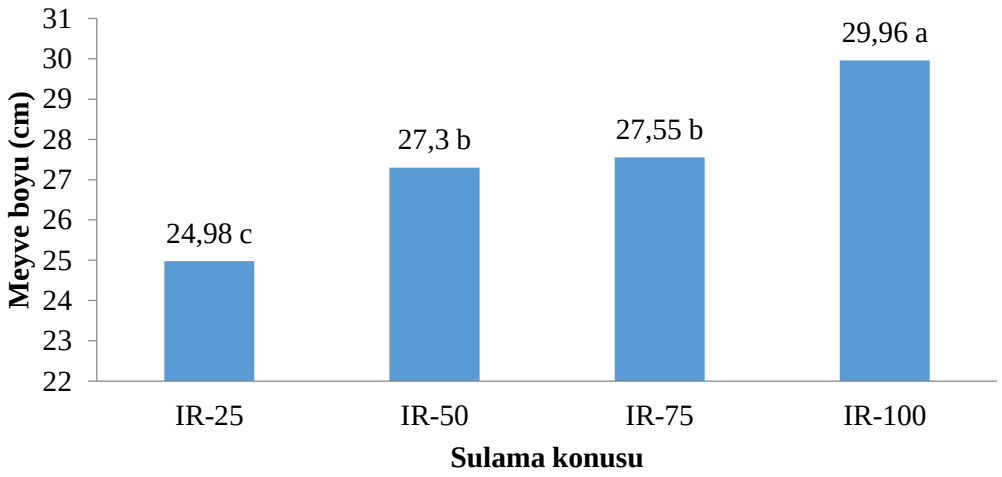
4.4. Meyve Boyu

Karpuz meyve boyu üzerine farklı sulama seviyesi ve azot dozlarının etkilerine yönelik gerçekleştirilen varyans analizi sonuçları Çizelge 4.7'de verilmiştir. Sulama seviyesi (IR) ve azot dozlarının (N) meyve boyu üzerine etkisi $p<0,01$ düzeyinde, IR×N interaksiyonunun etkisi ise $p<0,05$ düzeyinde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.7. Meyve boyuna ilişkin varyans analizi sonuçları

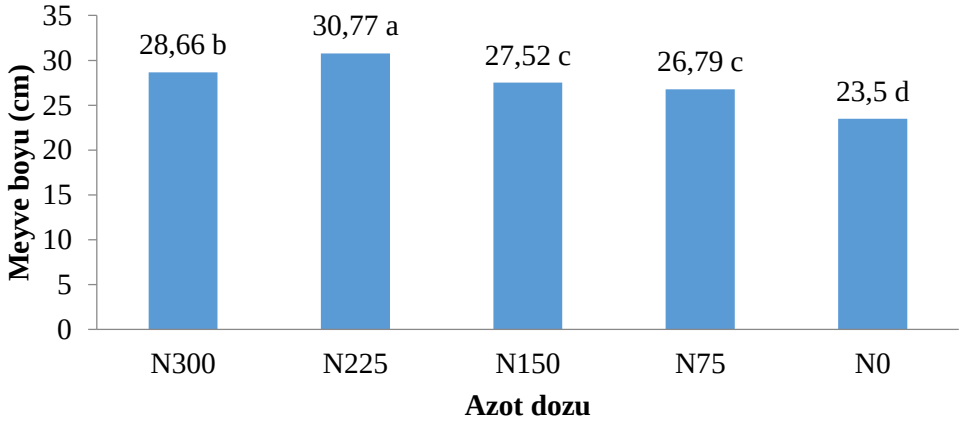
Kaynak	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F	Önem (P)
Sulama (IR)	186,976	3	62,325	46,129	,000
Azot (N)	342,879	4	85,720	63,444	,000
IR×N	37,104	12	3,092	2,288	,025
Hata	54,045	40	1,351		
Toplam	45.836,644	60			

Farklı sulama seviyeleri altında ölçülen ortalama meyve boyu değerleri Şekil 4.6'da verilmiştir. En yüksek ortalama meyve boyu 29,96 cm olarak IR-100 konusundan elde edilirken onu 27,55 cm ile IR-75 konusu izlemiş ve en düşük meyve boyu 24,98 cm ile IR-25 konusundan elde edilmiştir. IR-75 ve IR-50 sulama konularında ölçülen meyve boyu değerleri arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık oluşmamıştır. Benzer araştırmalarda, meyve boyu ortalaması Kuşçu ve ark. (2015) 17,5-28,1 cm, Erdem ve Yüksel (2003) 22,6-31,4 cm, Çamoğlu ve ark. (2010) 12,54-24,28 cm olarak bildirilmiştir.



Şekil 4.6. Farklı sulama seviyeleri altında karpuz meyve boyu değerleri

Farklı azot dozları altında ölçülen karpuz meyve boyu değerleri Şekil 4.7'de verilmiştir. En yüksek meyve boyu değerleri 30,77 cm olarak N225 azot dozundan elde edilirken en düşük (23,5 cm) ise beklendiği gibi N0 konusundan elde edilmiştir.



Şekil 4.7. Farklı azot seviyeleri altında karpuz meyve boyu değerleri

Çizelge 4.8'den de görülebileceği gibi sulama seviyesi ve N dozu interaksiyonu yönüyle en yüksek meyve boyu değerleri (31,09-32,53 cm) IR-100 sulama konusu altında N150, N225 ve N300 ile IR-75 sulama konusu altında N225 azot dozunda ölçülmüştür. Diğer taraftan düşük sulama ve azot seviyeleri altında göreceli olarak daha düşük meyve boyu değerleri ölçülmüştür.

Çizelge 4.8. Farklı sulama ve azot seviyeleri altında meyve boyu değerleri (cm)

Azot dozu	Sulama seviyesi			
	IR-25	**IR-50**	**IR-75**	**IR-100**
N0	22,50 h	22,42 h	23,58 gh	25,22 fg
N75	23,48 gh	26,93 ef	27,10 ef	29,67 bcd
N150	23,58 gh	27,98 de	27,20 ef	31,32 ab
N225	28,19 de	30,58 abc	31,80 ab	32,53 a
N300	27,15 ef	28,63 cde	27,80 de	31,09 ab

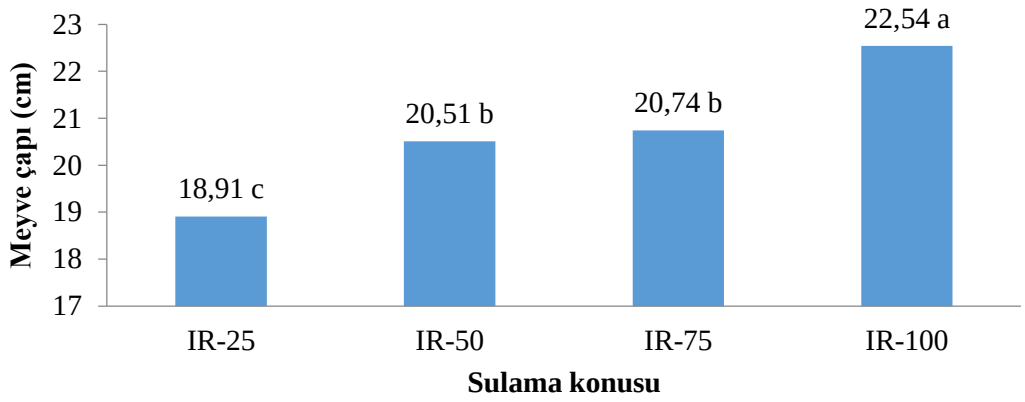
4.5. Meyve Çapı

Karpuz bitkisi meyve çapı değerleri üzerine farklı sulama seviyesi ve azot dozlarının etkilerine yönelik gerçekleştirilen varyans analizi sonuçları Çizelge 4.9'da verilmiştir. Sulama seviyesi (IR), azot dozları (N) ve IR×Ninteraksiyonlarının tek meyve ağırlığı üzerine etkileri P<0,01 düzeyinde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.9. Meyve çapına ilişkin varyans analizi sonuçları

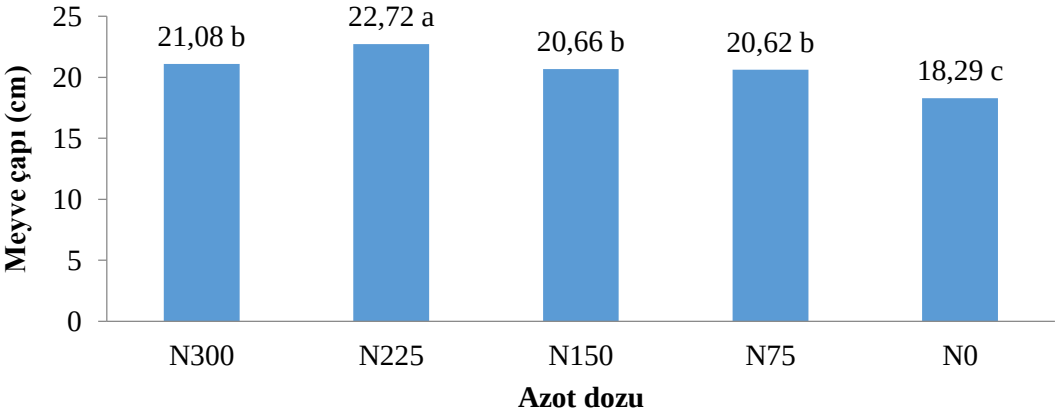
Kaynak	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F	Önem (P)
Sulama (IR)	99,568	3	33,189	42,921	,000
Azot (N)	120,573	4	30,143	38,982	,000
IR×N	32,701	12	2,725	3,524	,001
Hata	30,931	40	,773		
Toplam	25,943,517	60			

Farklı sulama konularının karpuz meyve çapı üzerine etkisi önemli bulunmuş ve en yüksek meyve çapı (22,54 cm) IR-100 sulama seviyesinde elde edilirken en düşük (18,91 cm) ise IR-25 seviyesinde elde edilmiştir. IR-100 konusuna kıyasla daha düşük meyve çapı elde edilen IR-75 ve IR-50 konuları arasında önemli bir farklılık bulunmamıştır (Şekil 4.8).



Şekil 4.8. Farklı sulama seviyeleri altında karpuz meyve çapı değerleri

Azot dozlarının karpuz meyve çapı üzerine etkisi önemli bulunmuş ve 225 kg ha^{-1} N seviyesine kadar artan dozlarda meyve çapı da artmış ve N300 dozunda tekrar azalma gerçekleşmiştir. En düşük meyve çapı (18,29 cm) N0 konusundan elde edilirken en yüksek (22,72cm) ise N225 konusundan elde edilmiştir (Şekil 4.9). Benzer çalışmalarda meyve ortalama çapı, Çamoğlu ve ark. (2010) 11,73-22,61 cm, Kuşçu ve ark. (2015) 15,9-25,5 cm olarak saptanmıştır. Bu çalışmada elde edilen meyve çapı, diğer çalışmalarda elde edilen verilerle paralellik göstermektedir.



Şekil 4.9. Farklı azot seviyeleri altında karpuz meyve çapı değerleri

Meyve çapı üzerinde farklı sulama seviyeleri ve azot dozları interaksiyonu sonuçları Çizelge 4.10'da verilmiştir. En yüksek meyve çapı değerleri IR-100 sulama konusu altında N75, N150, N225 ve N300 ile IR-75 sulama konusu altında N225 azot dozlarında

elde edilmiştir. Diğer taraftan düşük su ve azot seviyeleri altında daha düşük meyve çapı değerleri ölçülmüştür.

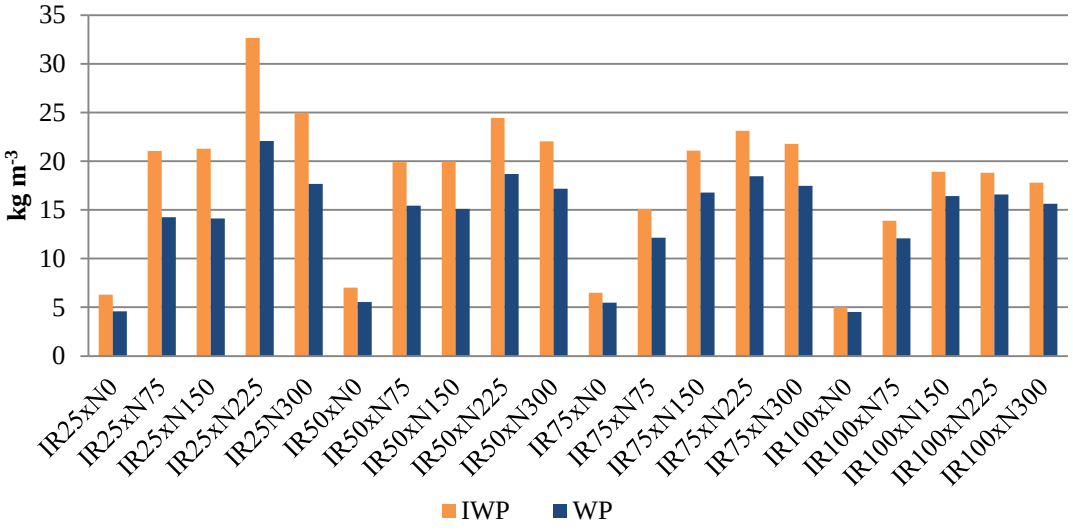
Çizelge 4.10. Farklı sulama ve azot seviyeleri altında meyve çapı değerleri (cm)

Azot	Sulama seviyesi			
	IR-25	**IR-50**	**IR-75**	**IR-100**
N0	17,27 h	17,25 h	19,20 efg	19,45 def
N75	17,87 gh	20,56 cde	20,87 cd	23,21 a
N150	18,07 fgh	20,92 cd	20,20 cde	23,48 a
N225	21,23 bc	22,66 ab	23,63 a	23,37 a
N300	20,12 cde	21,16 bc	19,84 cde	23,21 a

4.6. Su Verimliliği

Uygulanan sulama suyu miktarına karşılık elde edilen verimin göstergesi olan sulama suyu verimliliği (IWP) ve uygulanan sulama suyu ile birlikte yağışın da dikkate alındığı bitki su tüketimine karşılık elde edilen verimin bir göstergesi olan su verimliliği (WP) değerleri farklı sulama ve azot seviyesi konuları için Şekil 4.10'da gösterilmiştir. Genel olarak düşük sulama seviyelerinde IWP ve WP değerleri daha yüksek hesaplanmıştır. Bununla birlikte düşük sulama seviyelerinde ekonomik yönden birim alan başına tatmin edici verimler elde edilemediği için IR75 ve IR100 sulama konularına odaklanmakta yarar vardır. IR-75 sulama konusundan elde edilen IWP ve WP değerleri IR-100 konusuna kıyasla daha yüksek gerçekleşmiştir. IR-75 sulama konusu altında N225 azot oranında IWP değeri 23,12 kg m^{-3} ve WP değeri ise 18,47 kg m^{-3} olarak dikkat çekmektedir. Tüm sulama konularında N225 azot oranı en yüksek değerlere sahiptir. Karpuzun su verimliliği ile ilgili yapılan benzer çalışmalarda; Sezgin ve ark. (2000), WP değerlerinin 5,27-10,87 kg m^{-3} olduğunu bildirmişlerdir. Şimşek ve ark. (2004) denemelerinin ilk yılında WP değerlerini 9,6-11,7 kg m^{-3}, ikinci yılında ise 10,8-13,1 kg m^{-3}, IWP ilk yılda 9,6-11,7 kg m^{-3}, ikinci yılda 10,8-13,1 kg m^{-3} arasında bulmuşlardır. Kırnak ve Doğan (2009), WP değerini denemenin ilk yılında 5,23-9,85 kg m^{-3}, ikinci yılında 5,64-9,73 kg m^{-3}, IWP değerini yıllara göre sırasıyla 5.43-13.53 kg m^{-3} ve 5,88-13,04 kg m^{-3} olarak tespit etmişlerdir. Çamoğlu ve ark. (2010), iki yıllık ortalama

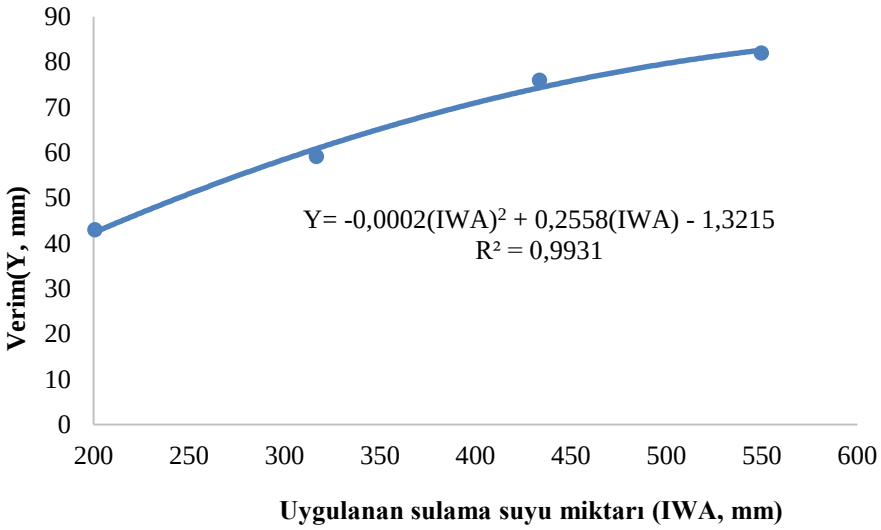
sonuçlara göre WP değerlerini 6,58 ile 12,94 kg m^{-3} ve IWP değerlerini 7,92-12,51 kg m^{-3} olarak bildirmişlerdir. WP ve IWP değerlerindeki farklılıkların en önemli nedeni, farklı verim potansiyeline sahip çeşitlerin kullanılmasının yanı sıra bitki su tüketimine etki eden sıcaklık, yağış, güneşlenme süresi, bağıl nem gibi iklim parametreleri gösterilebilir.



Şekil 4.10. Sulama suyu verimliliği ve su verimliliği

4.7. Sulama Suyu-Verim İlişkisi

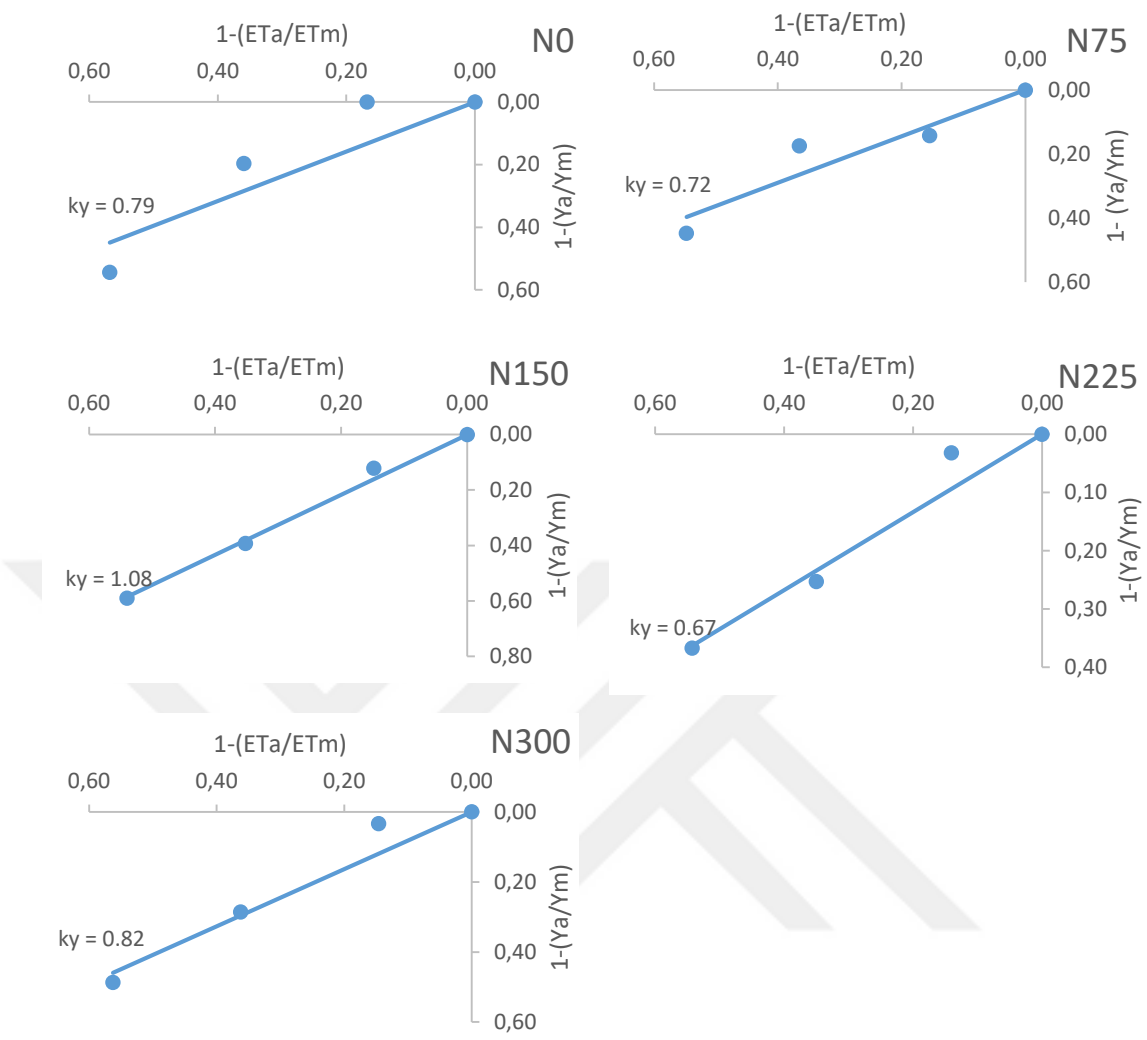
Karpuz bitkisinde meyve verimi ile mevsimlik sulama suyu miktarı arasındaki ilişki Şekil 4.11'de gösterilmiştir. Uygulanan sulama suyu miktarı (IWA) ile verim (Y) arasında $Y = -0{,}0002IWA^2 + 0{,}2258IWA - 1{,}3215$ olarak 2. dereceden polinomiyel bir fonksiyon belirlenmiştir (Şekil 4.11). Bu eşitliğin belirleme katsayısı $R^2 = 0{,}99$ olarak saptanmıştır. Söz konusu belirleme katsayısı oldukça yüksek olup, çalışma koşulları altında farklı sulama suyu miktarları karşısında verimi öngörmek için bu fonksiyonun kullanılması önerilebilir.



Şekil 4.11. Uygulanan sulama suyu miktarı ile meyve verimi arasındaki ilişki

4.8. Verim Tepki Etmeni

Verim tepki etmeni (ky) değerleri, denemede ele alınan her azot seviyesi için ayrı ayrı belirlenmiştir (Şekil 4.12). Ky değerleri N150 konusunda 1.08 olarak belirlenirken diğer azot oranlarında 1'in altında 0,67 ile 0,82 arasında değişmiştir. Bu sonuç, sulama dışında farklı kültürel uygulamaların ky değeri üzerinde farklılıklara neden olduğunu göstermektedir. Erdem ve Yüksel (2003) ky değerini 1,27, Şimşek ve ark. (2004) 1.15, Kırnak ve Doğan (2009) 1,13-1,16 olarak tespit etmişlerdir. Çalışmadan elde edilen ky değerlerinin diğer çalışmalardan elde edilen değerlere kıyasla daha düşük çıkmasının farklı azot seviyeleri altında bitki su tüketimi ve verim değerlerinin önemli ölçüde farklı çıkması olduğu düşünülmektedir.



Şekil 4.12. Farklı azot dozları altında verim tepki etmeni

5. SONUÇ

Bursa ili ekolojik koşulları gereği, yaz aylarında yağış değerleri düşük seyrederken sıcaklık değerleri nispeten daha yüksek seyretmektedir. Bu durumda karpuz yetiştiriciliği için sulama en önemli tarımsal girdilerden biri olarak karşımıza çıkmaktadır. Bursa'da damla sulama yöntemi kullanılarak sulanan karpuz (Bonus F1 çeşidi) bitkisinde, sulama zamanının planlanması ve optimum azot seviyesinin belirlenmesi amacıyla farklı sulama ve azot seviyelerinin ele alındığı bir tarla denemesi yürütülmüştür. Çalışma sonuçlarına göre, Bursa koşullarında karpuz yetiştiriciliğinde A sınıfı buharlaşma kabından buharlaşan suya kpc=1.00 katsayısı uygulanarak sulama programı hazırlanması önerilebilir. Buna karşın birim sulama suyuna karşılık yüksek veya kabul edilebilir düzeyde ekonomik verimler elde edebilmek ve su kaynaklarını koruyarak daha geniş alanların sulanması hedeflendiğinde su verimliliği değerlerini göz önünde bulundurarak, sulama suyunun kısıtlı kullanımı söz konusu olduğunda ise kpc=0.75 katsayısı önerilebilir. Bu koşulda kpc=1,00 katsayısı uygulanan sulama konusuna kıyasla %25 düzeyinde su tasarrufu sağlanırken göreceli olarak daha yüksek su verimliliği elde edilebilir. Bunun yanında daha yüksek verim ve verim bileşenleri elde etmek için 225 kg ha^{-1} azot uygulaması önerilmektedir.

KAYNAKLAR

Anonim. (2023). Karpuz Bonus F1. *https://www.nevtohum.com.tr/Home/ProductDetail*

Çamoğlu, G., Aşık, Ş., Genç, L., & Demirel, K. (2010). Damla sulama ile sulanan karpuzda su stresinin bitki su tüketimine, su kullanım randımanına, verime ve kalite parametrelerine etkisi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 47(2): 135-144.

Çetin, Ö., Yıldırım, O., Uygan, D., & Boyacı, H. (2002). Irrigation scheduling of drip-irrigated tomatoes using class A pan evaporation, *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 26: 171-178.

Daşgan, H. Y., Kılınç, M., Dere, S., & İkiz, B. (2021). Çukurova ekolojik koşullarına uygun bazı karpuz çeşitlerinin kuraklığa tolerans seviyelerinin belirlenmesi. *Uluslararası Tarım Ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi*, 7(3): 388-403. https://doi.org/10.24180/ijaws.977431

Devi, P.,Lukas, S., & Miles, C. (2020). Advances in watermelon grafting to increase efficiency and automation. *Horticulturae*, 6(4):88. https://doi.org/10.3390/horticulturae6040088

Doorenbos, J. & Kassam, A. H. (1979). Yield response to water. *Irrigation and Drainage paper*, 33, 257.

Duraktekin, G., Çolak, Y. B., Atağ, G., Özfidaner, M., Baydar, A., & Gönen, E. (2018). Effect of deficit irrigation on yield and water use efficiency of watermelon. *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 1. Uluslararası Tarımsal Yapılar ve Sulama Kongresi Özel Sayısı*: 218-222.

Duraktekin, G., Çolak, Y. B., Özfidaner, M., Baydar, A., & Gönen, E. (2019). Karpuzda farklı sulama programlarının klorofil içeriğine etkisi. *Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 24: 179-187.

Erdem, Y., & Yüksel, A.N. (2003). Yield response of watermelon to irrigation shortage. *Scientia Horticulturae*, 98: 365- 383.

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*, 4: 449-460.

FAO (2024). Food and Agriculture Organization of the United States, FAOSTAT. https://www.fao.org/faostat/en/#home

Ghawi, I., & Battikhi, A.M. (2008). Watermelon (*Citrullus lanatus*) production under mulch and trickle irrigation in the Jordan valley. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 156 (4): 225-236.

Goreta, S.,Perica, S., Dumicic, G., Bucan, L., & Zanic, K. (2005). Growth and yield of watermelon on polyethylene mulch with different spacings and nitrogen rates. *HortScience*, 40(2): 366-369.

Heerman, D.F. (1985). ET in irrigation management. In: Proceedings of the National Conference on Advances in Evapotranspiration. *ASAE*, pp. 323–334.

Kırnak, H., & Doğan, E. (2009). Effect of seasonal water stress imposed on drip irrigated second crop watermelon grown in semi-arid climati cconditions. *Irrigation Science*, 27: 155-164.

Kuşçu, H., Turhan, A., Özmen, N., Aydınol, P., Büyükcangaz, H., & Demir, A.O. (2015). Deficit irrigation effects on watermelon (*Citrullus vulgaris*) in a subhumid environment. Turkey. *The Journal of Animal and Plant Sciences*, 25(6): 1652-1659.

Leskovar, D. I., Bang, H., Kolenda, K., Franco, J. A. & Perkins-Veazie, P. (2002). Deficit irrigation influences yield and lycopene content of diploid and triploid watermelon. *In XXVI International Horticultural Congress: Issues and Advances in Postharvest Horticulture*, 628: 147-151.

Lorite, I. J.,Mateos, L., Orgaz, F., & Fereres, E. (2007). Assessing deficit irrigation strategies at the level of an irrigation district. *Agricultural Water Management*, 91(1-3): 51-60.

Luna, E.,Guan, W., Camberato, J.J., & Dong, Y. (2024). Effects of irrigation and fertigation on seedless watermelon yield in Southern Indiana. *Hort Technology*, 34(5): 604-612.

McCann, L.,Kee, E., Adkins, J., Ernest, E., & Ernest, J. (2007). Effect of irrigation rate on yield of drip-irrigated seedless watermelon in a humid region. *Scientia Horticulturae*, 113: 155-161.

Mushtaq, S., & Moghaddasi, M. (2011). Evaluating the potentials of deficit irrigation as an adaptive response to climate change and environmental demand. *Environmental Science and Policy*, 14(8): 1139-1150.

Nuruddin, M.M., Madramootoo, C.A., & Dodds, G.T. (2003). Effects of waterstress at different growth stages on green house tomato yield and quality. *Hort Science*, 38(7): 1389-1393.

Oktay, A., & Doran, İ. (2005). Türkiye'nin en iri karpuzu sürme çeşidinin meyve verim ve kalitesi üzerine azotlu gübrelemenin etkileri. *Akdeniz Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 18(3): 305-311.

Orta, A.H., Erdem, Y., & Erdem, T. (2003). Crop water stress index for watermelon. *Scientia Horticulturae*, 98: 121-130.

Özmen, S., Kanber, R., Sarı, N., & Ünlü, M. (2015). The effects of deficit irrigation on nitrogen consumption, yield, and quality in drip irrigated grafted and ungrafted watermelon. *Journal of Integrative Agriculture*, 14(5): 966-976.

Pereira, L. D. S., SILVA, E. M. D., Ferreira, J. O. P., Santos, V. L. G., Lima, C. J. G. D. S., & SILVA, G. B. D. (2019). Watermelon yield and efficiency of use of water and nitrogen. *Revista Caatinga*, 32(3): 769-777.

Perry, C. (2011). Accounting for water use: Terminology and implications for saving water and increasing production. *Agricultural Water Management*, 98(12): 1840–1846. https://doi.org/10.1016/j.agwat.2010.10.002.

Proietti, S., Rouphael, Y., Colla, G., Cardarelli, M., De Agazio, M., Zacchini, M., ... & Battistelli, A. (2008). Fruit quality of mini-watermelon as affected by grafting and irrigation regimes. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 88(6): 1107-1114.

Rolbiecki, R., Rolbiecki, S., Piszczek, P., Figas, A., Jagosz, B., Ptach, W., ... & Kazula, M. J. (2020). Impact of nitrogen fertigation on watermelon yield grown on the very light soil in Poland. *Agronomy*, 10(2): 213.

Rouphael, Y., Carderelli, M., & Colla, G. (2008). Yield, mineral composition, waterrelations, and water use efficiency of grafted mini-watermelon plants under deficit irrigation. *Hort Science*, 43(3): 730-736.

Santos, G. R., de Castro Neto, M. D., de Almeida, H. S., Ramos, L. N., Sarmento, R. A., Lima, S. D. O., & Erasmo, E. A. L. (2009). Effect of nitrogen doses on disease severity and watermelon yield. *Horticultura Brasileira*, 27: 330-334.

Sarwar, A. & Perry, C. (2002). Increasing water productivity through deficit irrigation: evidence from the Indusplains of Pakistan. *Irrigation and Drainage*, 51(1): 87-92.

Sezgin, F., Baş, T., Yoltaş, T., & Baş, S. (2000). Farklı sulama aralığı ve ekim zamanı uygulamasının karpuzun su-verim ilişkileri üzerine etkisi. *3. Sebze Tarımı Sempozyumu*, Isparta, 443-447.

Şimşek, M., Kaçıra, M. & Tonkaz, T. (2004). The effects of different drip irrigation regimes on watermelon [*Citrullus lanatus* (Thunb.)] yield and yield components under semi-arid climatic conditions. *Australian Journal of Agricultural Research*, 55(11): 1149-1157.

TÜİK (2024). Turkish Statistical Institute, Crop Production Statics. https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=tarim-111&dil=1 (Date of access: 11.08.2024).

Wang, Y., Xie, Z.K., Li, F., & Zhang, Z. (2004). The effect of supplemental irrigation on watermelon (*Citrullus lanatus*) production in gravel and sand mulched fields in the Loess Plateau of northwest China. *Agricultural Water Management*, 69: 29-41.

Wang, X. C.,Liu, R., Luo, J. N., Zhu, P. F., Wang, Y. S., Pan, X. C. & Shu, L. Z. (2022). Effects of water and NPK fertigation on watermelon yield, quality, irrigation-water, and nutrient use efficiency under alternate partial root-zone drip irrigation. *Agricultural Water Management*, 271, 107785.

Yang, H., Liu, H., Zheng, J., & Huang, Q. (2018). Effects of regulated deficit irrigation on yield and water productivity of chilipepper (*Capsicum annuum* L.) in the arid environment of Northwest China. *Irrigation Science*, 36(1): 61-74.

Yavuz, D., Seymen, M., Süheri, S., Yavuz, N., Türkmen, Ö., & Kurtar, E. S. (2020). How do rootstocks of citron watermelon (*Citrullus lanatus* var. citroides) affect the yield and quality of watermelon under deficit irrigation? *Agricultural Water Management*, 241, 106351.

Zokirov, K. 2023. Irrigation regimes for drip irrigation of watermelon in mulched and non-mulched fields. *In E3S Web of Conferences* (Vol. 389, p. 03068). EDP Sciences.